

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MECANISMOS DE REGULAÇÃO NO USO E NA
COMERCIALIZAÇÃO DO BAGAÇO E DOS RESÍDUOS VEGETAIS
DA CANA-DE-AÇÚCAR: UMA NOVA *COMMODITY* NO MERCADO?

Autor: ELIO FERRATO

Orientador: PROF. DR. PAULO JORGE MORAES FIGUEIREDO

SANTA BÁRBARA D'OESTE – SP

Dezembro de 2009

MECANISMOS DE REGULAÇÃO NO USO E NA
COMERCIALIZAÇÃO DO BAGAÇO E RESÍDUOS
VEGETAIS DA CANA-DE-AÇÚCAR: UMA NOVA
COMMODITY NO MERCADO?

Autor: ELIO FERRATO

Orientador: Prof. Dr. Paulo Jorge Moraes Figueiredo

Tese de doutorado apresentada à
Banca Examinadora do Programa
de Pós-graduação em Engenharia de
Produção da UNIMEP, como
requisito para a obtenção do título
de Doutor em Engenharia de
Produção, na Área de Concentração
em Gestão Ambiental e Energética

Santa Bárbara d'Oeste, dezembro de 2009

S.P. – Brasil

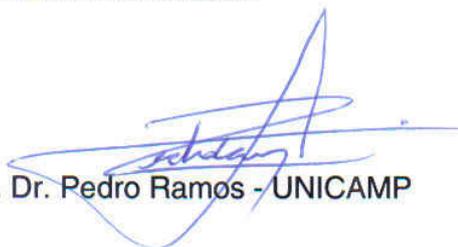
**MECANISMOS DE REGULAÇÃO NO USO E NA COMERCIALIZAÇÃO DO
BAGAÇO E DOS RESÍDUOS VEGETAIS DA CANA DE AÇÚCAR: UMA
NOVA COMMODITY NO MERCADO?**

ELIO FERRATO

Tese de Doutorado defendida e aprovada em 09 de dezembro de 2009, pela Banca Examinadora constituída pelos Professores:



Prof. Dr. Paulo Jorge Moraes Figueiredo - UNIMEP
Presidente e Orientador



Prof. Dr. Pedro Ramos - UNICAMP



Prof. Dr. Sebastião Neto Ribeiro Guedes - UNESP/Araraquara



Prof. Dr. Fernando de Lima Camargo - EEP



Prof. Dr. Orlando Roque da Silva - UNIMEP

Ferrato, Elio.

Mecanismos de regulação no uso e na comercialização do bagaço e dos resíduos vegetais da cana-de-açúcar: uma nova commodity no mercado? / Elio Ferrato – Santa Bárbara d' Oeste, 2009.

239 f.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo / Universidade Metodista de Piracicaba.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Jorge Moraes Figueiredo.

1. Mecanismos de regulação. 2. Cana-de-açúcar – comercialização e uso do bagaço e dos resíduos vegetais. 3. Energia elétrica – geração e co-geração. 4. Etanol- produção. 5. Hidrólise enzimática. I. Figueiredo, Paulo Jorge Moraes. II. Título.

CDU: 664.11

RESUMO

A elevação da produção do álcool, tanto do biocombustível como o industrial, em função de forte pressão na demanda nacional e internacional, promoveu o aumento da disponibilidade do bagaço e dos resíduos vegetais de cana-de-açúcar, impulsionando sua utilização não só para co-geração e geração de energia elétrica como, também, para outros fins. A participação do Brasil como fornecedor de etanol, a partir do suco da cana, tem ganhado expressão econômica mundial, portanto, projeta-se uma expansão de plantações de cana-de-açúcar para os próximos anos, com consequente aumento da oferta e da procura do bagaço e dos resíduos vegetais da cana. Estima-se que o crescimento industrial brasileiro demandará fornecimento suplementar de energia elétrica ao longo dos próximos anos, portanto, a co-geração e a geração energética, a partir do bagaço e dos resíduos vegetais da cana, tendem a crescer substancialmente. Neste cenário, a indústria química, a bioquímica, a alimentícia, enfim as biorefinarias, entre outras, deverão utilizar o bagaço e outros resíduos vegetais da cana como insumos produtivos inovadores e estratégicos, o que permite concluir que estes novos elementos possam ser caracterizados como uma “commodity” no mercado, a médio ou longo prazo. Para isso, será necessária a criação de mecanismos de regulação do seu uso e comercialização, de modo a evitar falácias como as encontradas no desenvolvimento do sistema agroindustrial do álcool no passado. Este trabalho é resultante de uma pesquisa exploratória-qualitativa bibliográfica, documental e tomada junto a personagens representativas do setor sucroalcooleiro e pesquisadores, que, a partir de uma investigação profunda, possibilitou concluir acerca da necessidade do estabelecimento de mecanismos regulatórios para o setor.

Palavras-chave: Mecanismos de regulação; uso e comercialização do bagaço e dos resíduos vegetais da cana-de-açúcar; co-geração e geração de energia elétrica, produção de etanol, hidrólise enzimática

ABSTRACT

The production enhancement of alcohol, in as much the biofuel as the industrial type, due to a strong pressure resultant from national and international demand, promoted an increase of the availability of sugarcane bagasse and vegetal trash, pushing its use not only for the co-generation and generation of electric power, as for other purposes as well. Brazil's share as ethanol from sugarcane supplier has gained worldwide economical expression, hence, it is possible to project the expansion of sugarcane plantations for the coming years, with a consequent development of sugarcane bagasse and vegetal trash supply and demand. It is foreseen that the Brazilian industrial growth will demand a supplementary supply of electric energy throughout the next years, therefore, the energetic co-generation and generation, by using the sugarcane bagasse and vegetal trash, tend to increase substantially following that demand. At last, the chemistry, the biochemistry, the food industries, after all the biorefineries, among others, will start using the sugarcane bagasse and vegetal trash as a innovative and strategic productive raw material, in such a way that, the total amount of attributes of the sugarcane bagasse and vegetal trash lead to the possible conclusion that such a combination of goods will run foremost the position of a new "commodity" in the market within the medium and long terms. In order to comply with that vision, it will be necessary the creation of mechanisms of regulation for its use and commercialization, with the objective of avoiding the failures as those found in the alcohol agro industrial system development in the past. It is all about a work resultant from a qualitative-exploratory, documental and bibliographic, and search upon representative personalities from the sugarcane industrial sector, academics, and sugarcane mill owners, that investigated and found out the necessity of establishment of regulatory mechanisms in the sector.

Key-words: Mechanisms of regulation; the use and commercialization of sugarcane bagasse and vegetal trash; electric power co-generation and generation, ethanol production; enzymatic hydrolyses.

Agradecimentos

Ao Ex-Ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, Dr. Roberto Rodrigues, por ter recebido a mim pessoalmente em seu escritório de Coordenador do Centro de Agronegócio da Fundação Getúlio Vargas – FGV-SP, e ter cedido parte de seu tempo precioso para atender à minha pesquisa do trabalho, o qual não só contribuiu com as respostas, como também forneceu material histórico valioso a respeito da proposição do então Vice-Governador do Estado de São Paulo, Antonio José Rodrigues Filho, dirigida ao General Ernesto Geisel, Presidente da República na ocasião, para a criação do que veio a ser posteriormente chamado de Programa do Proálcool;

A Prof^a. Dr^a Suani Teixeira Coelho, Secretária Executiva do CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa, do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo, pela atenção recebida e por propiciar material riquíssimo e valioso de estudo para a complementaridade do trabalho;

Ao Engenheiro Carlos Dinucci, Presidente da Usina Açucareira São Manoel S.A. pela recepção calorosa e gentil nas instalações da sua usina, por ceder parte de seu tempo precioso para entrevista sobre o mercado da cana-de-açúcar, do bagaço e de seus resíduos vegetais;

Ao Prof. Dr. Pedro Ramos, do Núcleo de Economia Agrícola e Meio Ambiente do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, que entusiasticamente apoiou e impulsionou o estudo para um aprofundamento de outras questões levantadas durante a entrevista;

Ao Sr. Marcello de Moura Campos Filho, Presidente da Associação dos Produtores de Leite do Estado de São Paulo e fornecedor de cana-de-açúcar a usinas da região de São Manoel, Estado de São Paulo, que gentilmente contribuiu com o seu conhecimento de muitos anos no setor sucroalcooleiro;

Ao Diretor Executivo da União da Indústria da Cana-de-Açúcar – UNICA, Srs. Eduardo Leão de Sousa e Prof. Dr. Zilmar de Souza, Assessor em Bioeletricidade da UNICA.

Meus agradecimentos aos vários pesquisadores do CTC que proporcionaram informações técnicas valiosíssimas para a consecução do trabalho.

Ao Prof. Dr. Décio Zylbersztajn, Prof^a Dr^a Rachel Sztajn e à Prof^a Dr^a. Sylvia Maria Saes, todos da FEA/USP, pelas contribuições a respeito do conhecimentos sobre mecanismos de regulação na consecução das disciplinas Economia de Empresas e Análise Econômica do Direito e das Organizações, como aluno especial da Instituição.

Ao Prof. Dr. Ruy Quadros de Carvalho e Prof. Dr. Sérgio Queiroz, ambos da Universidade Estadual de Campinas, por me proporcionarem contribuições informacionais sobre Economia Política da Ciência e Tecnologia, como aluno especial na Instituição UNICAMP.

À Profª Msc. Heidy R. Ramos, da FEA/USP, por suas valiosas contribuições para o meu estudo e pesquisa do setor sucroalcooleiro;

Ao colega de estudo de energia a partir do lixo urbano, doutorando da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Prof. Msc. Sérgio Lucke, pelo encorajamento e participação neste importante círculo da área de conhecimento energético;

Agradeço ao meu professor orientador, Dr. Paulo Jorge Moraes Figueiredo, pela paciência e encorajamento para a consecução deste trabalho.

Agradecimento especial ao Professor Paulo Geraldo Bevilaqua pela revisão do texto completo deste trabalho.

Agradeço aos Professores Doutores Sebastião Guedes, Orlando Roque da Silva e Fernando Lima Camargo pelas orientações decisivas durante o exame de qualificação. Agradeço muito também a Profª. Drª. Maria Cecília de Coutinho Arruda que deu estímulos importantes para a consecução do trabalho.

Agradeço à Instituição UNIMEP por acolher-me em seu programa de doutorado e por seu rico acervo bibliográfico que contribuiu sobremaneira para a conclusão dos trabalhos; aos funcionários da UNIMEP, que colaboraram de modo louvável, meu especial muito obrigado.

Sou imensamente agradecido à minha esposa, Maria Tereza, pelo apoio incondicional para a consecução deste trabalho, apesar de tantas lutas, especialmente a de caráter financeiro durante o seu término.

Há muito a se aprender sobre os motivos do melhor desempenho de algumas empresas com relação a outras. E mais ainda a se aprender sobre os processos de descoberta de estratégias únicas, sua implementação e modificação em decorrência de alterações nas condições. As respostas serão complexas e boas respostas envolvem um raciocínio baseado na integração. (Michael E. Porter, 1998).

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE GRÁFICOS E QUADROS.....	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xiv
1 O PROBLEMA DE PESQUISA.....	1
1.1 Introdução.....	1
1.2 Justificativa do trabalho.....	4
1.3 Objetivos do trabalho.....	5
1.4 Método da pesquisa.....	6
1.5 Delimitação do trabalho.....	9
1.6 Estrutura do trabalho.....	9
2 HISTÓRIA DO SETOR SUCROALCOOLEIRO: DO AÇÚCAR À BIOENERGIA..	10
2.1 Introdução.....	10
2.2 A escala histórica da cana-de-açúcar.....	12
2.2.1 O novo ciclo da cana-de-açúcar.....	14
2.2.2 O Próalcool.....	17
2.2.3 A desregulamentação do mercado do álcool na década de 1990 e o após.....	22
2.2.4 Ambiente organizacional no início do período da liberalização.....	26
2.3 Agroenergia e a cana-de-açúcar.....	28
2.4 O ambiente produtivo da cana-de-açúcar.....	35
2.5 Fontes renováveis alternativas.....	41
2.6 A bioenergia e o meio ambiente.....	41
2.7 Considerações sobre esta seção.....	43
3 A EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR E SUA SUSTENTABILIDADE.....	45

3.1	Introdução.....	45
3.2	A dinâmica da expansão da cana-de-açúcar no Brasil.....	48
3.3	Medindo as mudanças de uso da terra.....	50
3.4	Estudos de casos através de relatórios de licenciamento ambiental.....	56
3.5	A dinâmica de troca de terras no processo da expansão da cana-de-açúcar.....	57
3.6	Implicações das mudanças de uso da terra.....	59
3.7	Estoque de carbono.....	63
3.8	A água e a vinhaça.....	65
3.9	Solo e fertilizantes.....	67
3.10	Gerenciamento de doenças, insetos e ervas daninhas.....	67
3.11	Incentivos à certificação e <i>compliance</i> do etanol.....	70
3.12	Sustentabilidade da expansão da cana-de-açúcar.....	72
4	EXPLORAÇÃO TECNOLÓGICA E COMERCIAL DO BAGAÇO E RESÍDUOS VEGETAIS DA CANA-DEAÇÚCAR.....	76
4.1	Elementos fundamentais.....	76
4.2	Bagaço e resíduos vegetais: aspectos técnicos.....	81
4.3	A produção do etanol através da hidrólise.....	83
4.4	Integração dos processos.....	90
4.5	Novas tecnologias na geração de energia elétrica.....	92
4.6	Co-geração e geração de energia elétrica fazendo uso do bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar: aspectos comerciais.....	98
4.7	Estudos de casos comparativos para suporte à análise econômico-financeira.....	101
4.7.1	1º Estudo de caso – Usina Cerradinho.....	102
4.7.2	2º Estudo de caso – Usina Santa Isabel.....	105
4.7.3	3º Estudo de caso – Usina Santa Cândida.....	107
4.7.4	4º Estudo de caso – Usina Catanduva.....	108
4.8	Análise econômico-financeira baseada nos estudos de casos apresentados.....	110
4.9	Co-geração e geração de energia elétrica do futuro.....	116

4.10 Logística: transportes e distribuição do bagaço e resíduos da cana.....	117
4.11 A pluralidade de aplicação da cana-de-açúcar e do seu bagaço.....	120
4.12 Um pequeno ensaio sobre concorrência tecnológica.....	124
5 ELABORAÇÃO DA PESQUISA E AVALIAÇÃO DE INFORMAÇÕES.....	129
5.1 Dados elementares.....	129
5.2 Coleta de informações.....	135
5.3 Análise de informações.....	148
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROPOSTAS.....	151
6.1 Apanhado geral do trabalho.....	151
6.2 Limitações do trabalho.....	154
6.3 Resultado do trabalho.....	155
6.4 Proposta final.....	156
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	160
ANEXO I Questões da pesquisa.....	177
ANEXO II Documento histórico do Proálcool.....	181
ANEXO III Histórico do preço do barril do petróleo desde 1861 a 2008.....	208

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 2.1 Cenário típico de plantação de cana-de-açúcar.....	12
Figura 2.2 Plantação de cana-de-açúcar com soja.....	12
Figura 2.3 Geografia da cana-de-açúcar no Brasil.....	38
Figura 3.1 Tipos de uso e ocupação de terra.....	54
Figura 4.1 Principais opções de conversão da biomassa.....	79
Figura 4.2 Geração energética da cana-de-açúcar.....	80
Figura 4.3 Arranjo típico da parede celular vegetal.....	81
Figura 4.4 Esquema do processo de produção de etanol a partir da biomassa.....	85
Figura 4.5 Rotas e avanços no potencial da co-geração no setor sucroalcooleiro em São Paulo, até 2013 (estimativa-limite).....	97
Figura 4.6 Evolução esperada de tecnologias comerciais maduras.....	124

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
Tabela 2.1 Informações técnicas da cultura da cana-de-açúcar.....	14
Tabela 2.2 Projeções para a indústria brasileira da cana-de-açúcar.....	44
Tabela 3.1 Áreas de cana-de-açúcar no Brasil (fontes e dados disponíveis).....	52
Tabela 3.2 Centro-Sul: alocação esperada de terra para cana-de-açúcar, grãos e pasta- gens (1.000 ha e cabeças).....	60
Tabela 3.3 Estoque de carbono em solo de plantios específicos, em vegetação nativa.....	64
Tabela 3.4.2 Estoques de carbono na biomassa superior de plantios selecionados e de vegetação nativa.....	64
Tabela 3.4 Sustentabilidade agrícola da cana-de-açúcar.....	69
Tabela 4.1 Parâmetros utilizados e resultados da simulação com queima de bagaço e palha.....	93
Tabela 4.2 Bioeletricidade considerando a venda nos leilões de energia e o comerciali- zado até 2007.....	94
Tabela 4.3 Potencial de geração de excedentes para o Estado nas safras 2006/2007 e 2012/2013 utilizando apenas bagaço como combustível.....	96
Tabela 4.4 Potencial de geração de excedentes para o Estado nas safras 2006/2007 e 2012/2-13 utilizando bagaço e palha como combustível.....	96
Tabela 4.5 Resumo do parque atual da usinas de São Paulo.....	98
Tabela 4.6 Características das usinas pesquisadas.....	102
Tabela 4.7 Capacidade de geração de energia da Usina Cerradinho em MWh.....	103

Tabela 4.8 Parque industrial da Usina Cerradinho.....	104
Tabela 4.9 Capacidade instalada de geração nas unidades da Usina Santa Isabel.....	106
Tabela 4.10 Parque industrial da Usina Santa Isabel.....	106
Tabela 4.11 Descrição do parque industrial da Usina Santa Cândida.....	108
Tabela 4.12 Cana processada e bagaço gerado/safra.....	109
Tabela 4.13 Descrição do parque industrial da Usina Catanduva.....	109
Tabela 4.14 Investimento para implantação.....	111
Tabela 4.15 Custo anual evitado nas usinas analisadas.....	112
Tabela 4.16 Custos com O&M das usinas analisadas.....	112
Tabela 4.17 Cálculo da TIR, VPL e do <i>Payback</i> por usina.....	113
Tabela 4.18 Cálculo da receita auferida com a venda de excedentes.....	113
Tabela 4.19 Custo de implantação das usinas por MWh.....	114
Tabela 4.20 Custos com O&M das usinas.....	115
Tabela 4.21 Custo evitado por usina.....	116
Tabela 4.22 Opções tecnológicas: geração de energia elétrica e etanol por hidrólise.....	127

LISTA DE GRÁFICOS E QUADRO

Gráfico	Página
Gráfico 2.1. Evolução da produção brasileira de cana-de-açúcar.....	15
Gráfico 2.2 Preço anual médio do petróleo.....	18
Gráfico 3.1 Área plantada de cana-de-açúcar no Brasil, por regiões de produção, período de 2005-2008.....	49
Gráfico 3.2 Áreas em hectares e porcentagens dos tipos de uso de terra deslocados para a expansão da cana-de-açúcar nos estados de maior produção de açúcar na Região Centro-Sul, em 2007 e 2008.....	57
Gráfico 3.3 Projeção de deslocamento de plantações e pastagens devido à expansão da cana-de-açúcar, de 2008 a 2018, em estados brasileiros selecionados (em ha).....	61
Gráfico 4.1 Evolução da energia natural disponível.....	76
Quadro 4.1 Pluralidade de aplicações da cana-de-açúcar e seu bagaço.....	123

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACL – Ambiente de Contratação Livre

AFEX – Ammonia Fiber Explosion

AIAA – Associação das Indústrias de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo

AIE (IEA) – Agência Internacional de Energia

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

APEX – Agência de Promoção de Exportações

APP – Área de Preservação Permanente

ATR – Açúcar Total Recuperável

BIG-GT – Biomass Integrated Gasification – Gas Turbine

BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social

BP – British Petroleum

CANAOESTE – Associação dos Plantadores de Cana do Oeste do Estado de São Paulo

CBP – Consolidated Bioprocess

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CEnBio – Centro Nacional de Referência em Biomassa

CEPAAL – Coligação das Entidades Produtoras de Açúcar e Álcool

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada

CER – Crédito de Carbono

CEST – Condensing Extraction Steam Turbine

CIDE – Contribuição de Intervenção no Desenvolvimento Econômico

CIMA – Conselho Interministerial do Açúcar e do Alcool

CMSE – Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico

CNAA – Companhia Nacional de Açúcar e Alcool

CNI – Conselho Nacional da Indústria

CNP – Conselho Nacional do Petróleo

CNPE – Conselho Nacional de Política Energética

COGEN – Associação Paulista de Co-geração de Energia

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

CONSECANA – Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar

CONSEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente

COPERSUCAR – Cooperativa dos Produtores de Açúcar do Estado de São Paulo

CO₂ – Dióxido de Carbono

CTC – Centro Tecnológico Canavieiro

DEFRA – Department for Environment, Food and Rural Affairs

DF – Distrito Federal

DFC – Desconto de Fluxo de Caixa

DIEESE – Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos

EPA – Environmental Protection Agency

EPE – Empresa de Pesquisas Energéticas

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

EMPRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa de Alimentos

ER's (RE) – Energias Renováveis

ESALQ – Escola Superior de Agronomia Luiz de Queirós - USP

EU – União Européia

EUA – Estados Unidos da América

FATEP – Faculdade de Tecnologia de Piracicaba

FBA – Franco Brasileira de Açúcar

FCO – Investimento inicial

Fct – Fluxo de Caixa Futuro

FEA/USP – Faculdades de Economia, Administra e Contabilidade da USP

FFVs – Flex Fluid Vehicles (veículos flex)

FIEAC – Federação das Indústrias do Estado de Alagoas

FGV – Fundação Getúlio Vargas

GE – Governo da Alemanha

GEF – Global Environment Facility

GEE (GHG) – Gases de Efeito Estufa

GIS – Sistema de Informação Geográfica

GJ – Gigajoules

GNV – Gás Natural Veicular

GWh – Gigawatts – hora

IAA – Instituto de Açúcar e Álcool

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMS – Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços

ICONE – Instituto de Negociação no Comércio Internacional

IEE/USP – Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo

IEL/Núcleo – Instituto Euvaldo Lodi

ILUC – Indirect Land Use Change

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPEA – Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas

IPI – Imposto sobre Produtos Industrializados

KPa – Kilo Pascal (bar)

KVA – Kilo Volt Ampere

LHW – Low Hot Water

LI – Licença de Instalação

LO – Licença de Operação

LP – Licença Prévia

LSPA – Levantamento Sistema da Produção Agrícola

LUC – Direct Land Use Change

LHV (PCI) – Poder Calorífico Inferior

MAE – Mercado Atacadista de Energia

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Agricultura

MAPITO – Maranhão, Piauí e Tocantins

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (ex MICT – Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Turismo)

MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

Mha – Milhões de hectares

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MME – Ministério de Minas e Energia

MPa – Mega Pascal

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego

MVA – Mega Volt Ampere

MW – Megawatts

MW/h – Megawatts/hora

NI – Holanda

NIPE – Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético – UNICAMP

OCDE (OECD) – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ONG's – Organização Não-Governamentais

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

OPEP – Organização dos Países Exportadores de Petróleo

ORPLANA – Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil

O & M – Operações e Manutenção

PAM – Planejamento Agrícola Municipal

PCH – Pequenas Centrais Elétricas

PCI (LHV) – Poder Calorífico Inferior

PDCA – Plan, Do, Check, Action

PD&I – Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

PE – Ponto de equilíbrio

PIB – Produto Interno Bruto

PJ – Penta Joules

PLD – Preço de Liquidação de Diferença

PNAD – Pesquisas Nacionais por Amostra de Domicílios

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

POLI/USP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

PPD – Período de Payback Descontado

PPE – Parcela de Preço Específica

PROALCOOL – Programa Nacional do Álcool

PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

PV – Painéis Solares Fotovoltaicos

RTB – Roundtable on Sustainable Biofuels

RFA – Renewable Fuels Administration

SAG – Sistema Agroindustrial

SCMVC – Vírus Mosáico da Cana-de-açúcar

SCYLU – Vírus da Folha Amarela da Cana

SEBRAE – Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SGB – Serviço Geológico do Brasil

SHF – Separated Hydrolysis Fermentation

SIN – Sistema Interligado Nacional

SOPRAL – Sociedade dos Produtores de Açúcar e Álcool de São Paulo

SSF – Simultaneous Saccharification and Fermentation

SSCF – Simultaneous Saccharification and Co-Fermentation

SUCROALCO – Associação Paulista da Agroindústria Sucroalcooleira

TIR – Taxa Interna de Retorno

TNCs Empresas Transnacionais

TPS – Termiska Processer – AB

TT – Transferência de Tecnologia

TUV – Suddeuschland Bau um Betrieb GmbH

TW - Terawatts

TWh – Terawatts – hora

UFSCAR- Universidade Federal de São Carlos

UK – United Kingdom

UNESP – Universidades do Estado de São Paulo

UNICA – União da Indústria da Cana-de-Açúcar

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

USDA – United States Department of Agriculture

VPL – Valor Presente Líquido

WACC – Custo médio ponderado de capital

WBP – Brazilian Woodchips Project

WORLD BANK – Banco Mundial

I. O PROBLEMA DE PESQUISA

1.1 Introdução

O bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar têm sido objetos de procura, aquisição e utilização por parte de usinas do ramo sucroalcooleiro e de indústrias como do papel e papelão, da química, da farmacêutica, da moveleira, da construção, da ração animal, entre outras. Por resíduos vegetais da cana-de-açúcar entende-se, neste estudo, o conjunto de folhas e pontas que são comumente chamadas de palhas. Várias dessas usinas sucroalcooleiras utilizam o bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar para queima e co-geração de energia elétrica para seu próprio consumo na movimentação de máquinas e equipamentos e iluminação de seus ambientes internos e externos. Outras usinas, além da co-geração de energia elétrica para seu próprio consumo, geram energia elétrica para comercialização no mercado livre, o que está despertando o interesse de muitos outros usineiros por tratar-se de um bom negócio, como demonstrado aqui em estudos de quatro usinas do oeste paulista, apesar de alguns desses reclamarem das tarifas que recebem.

A demanda nacional crescente por etanol, sem levar em conta as exportações, também crescentes, deve implicar aumento de extensão de terras plantadas com cana-de-açúcar que, processada, deve gerar mais bagaço e resíduos vegetais, possibilitando, assim, incrementar a co-geração e geração de energia elétrica, que, à sua vez, será negociada no mercado junto a possíveis interessados.

Estudos de Sun e Cheng (2001), de Hamelinck, van Hooijdonk e Faaij (2004), Macedo et al. (2008), Seabra (2008), Goldemberg (2008), entre outros, apontam como possível tecnicamente a produção de etanol a partir da cana-de-açúcar. Esses mesmos autores atestam que, alternativamente, pode ser possível a produção de etanol através das hidrólises ácida ou alcalina a partir da biomassa lignocelulósica, no médio e longo prazo. No caso desse estudo, a biomassa lignocelulósica se refere ao bagaço, em uma primeira instância e, aos resíduos vegetais, em uma segunda instância. Esses processos de conversão ao etanol tem os nomes populares de combustível de segunda ou terceira geração.

A Lei nº 10.438/2002 que instituiu o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – o PROINFA - tem por objetivo fomentar o aumento

da participação da energia elétrica gerada por produtores independentes autônomos que utilizem geradores eólicos, pequenas centrais hidrelétricas e usinas termoelétricas consumindo produtos da biomassa, no Sistema Elétrico Interligado Nacional. Ao longo deste trabalho serão fornecidos detalhes adicionais a respeito dessa medida governamental para a promoção e fomento da inserção de novas tecnologias para o aumento da base da matriz elétrica do país.

Sob esse panorama novo que se abre no setor sucroalcooleiro e energético do país, pergunta-se: (1) o bagaço e os resíduos vegetais da cana podem vir a ser classificados no futuro como uma nova *commodity* no mercado? (2) seria plausível estabelecer mecanismos de regulamentação para o uso e a comercialização do bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar? Essas questões, ancoradas por outras a seguir e aquelas do ANEXO I, dão sustentação à tese.

Segundo o dicionário Houaiss, *commodity* é: (1) qualquer bem em estado bruto, geralmente de origem agropecuária ou de extração mineral ou vegetal, produzido em larga escala mundial e com características físicas homogêneas, seja qual for a sua origem; (1.1) cada um dos produtos primários (por exemplo café, açúcar, soja, trigo, petróleo, ouro, diversos minérios, etc.), cujo preço é determinado pela oferta e procura internacional e (1.2) qualquer produto produzido em massa. Conforme o Novo Dicionário de Economia, de Paulo Sandroni, **Commodity**, nas relações internacionais, o termo designa um tipo particular de mercadoria em estado bruto ou produto primário de importância comercial, como é o caso do café, algodão, estanho, cobre, entre outros.

Assim, como o governo federal acaba de estabelecer um marco regulatório sobre o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar, através do Decreto 6.169 de 17 de setembro de 2009, estabelecendo áreas geográficas do país onde a plantação da cana fica proibida, é consenso entre a maioria dos pesquisados que um marco regulatório para o setor da cana-de-açúcar estaria sendo estabelecido se houvesse mecanismos de regulamentação para o uso e comercialização do bagaço e dos resíduos vegetais no futuro.

Este último tema deve tornar-se elemento importante para a tomada de decisão dos produtores, investidores, políticos e consumidores dentro desse mercado, assim também parece ser crucial para as estratégias privadas e para as políticas públicas.

Embora a teoria da regulação econômica, segundo o modelo francês, leve em consideração uma intervenção do Estado na economia, tendo por função regular desequilíbrios no mercado, o objeto deste estudo propõe a criação de uma Secretaria de Agronegócios que, auxiliada por entidades retas e idôneas frente à sociedade, legisla, interage e monitora as ações dos agentes econômicos com vistas à preservação da estabilidade social e econômica, além de promover o desenvolvimento econômico na agroindústria.

Este pensamento está fortemente apoiado na experiência vivenciada pessoalmente pelo Autor nas negociações exercidas com agentes econômicos de diferentes segmentos industriais, das mais diversas idiossincrasias, encontrados em 75 países dos cinco continentes, ao longo dos últimos 30 anos.

O fazendeiro, fazendo uso mecanizado ou não em sua colheita, a curto, médio ou longo prazo vai querer estender sua plantação de cana-de-açúcar no limite de suas possibilidades ou financeiras ou de terras, ou ainda, se possível, ultrapassá-las. Em havendo mecanismos de regulação no setor, os investimentos tendem a crescer.

Sem marco regulatório, o empresário sucroalcooleiro, produtor de energia em excesso, pode querer, especialmente em momento de crise, obter a maior e melhor tarifa possível de MW/hora vendida ao mercado e, os agentes econômicos, representando o Ministério das Minas e Energia – MME - podem almejar a maior taxa possível de utilização da linha de transmissão ou até mesmo negar o seu uso.

Ainda, sem regulação do setor, o produtor de etanol pode, unilateralmente, em determinados momentos ou de depressão ou de euforia econômica, vir a priorizar a exportação de sua produção em detrimento do mercado nacional. A formação de grupos oligárquicos na produção e distribuição de etanol pode influenciar os seus níveis de preços no atacado e no varejo por interesses pessoais apenas, desprezando os interesses nacionais. Ainda neste contexto, outro grupo oligárquico poderá, eventualmente, vir a querer interferir no nível de qualidade do biocombustível, de modo a auferir maiores ganhos financeiros, em prejuízo dos usuários do produto.

Nessa equação, é possível problematizar questões dos mais variados tipos como, por exemplo, qual seria o melhor preço para comercialização do bagaço e resíduos da cana? Surge aí outra questão: dada à sazonalidade da produção da cana-de-açúcar e

conseqüente bagaço e resíduos, haverá contrato de fornecimento desses subprodutos da cana garantindo entregas regulares? Se houver, quais as bases comerciais para isso? Haverá estoque regulador? Se houver, quem terá controle desse estoque regulador? Quem terá competência jurídica para julgar procedência ou improcedência de um ato falho? Seria melhor para todos haver algum tipo de regulação e normatização técnica, econômica e comercial? No futuro, o que seria mais interessante para o investidor: atuar no campo da geração de energia elétrica através da queima do bagaço e resíduos vegetais da cana ou explorar o bagaço e resíduos vegetais como insumo para a produção de etanol, ou de outros derivados, por intermédio da hidrólise enzimática?

Esses são alguns dos núcleos das questões que este trabalho tentou responder por meio da aplicação de uma pesquisa aberta junto a personagens relevantes e significativas do setor sucroalcooleiro, inclusive estudiosos do setor, com compreensão e visão efetiva do sistema sucroenergético, sob diferentes ângulos da macro e microeconomia, da tecnologia, da sociedade, da política e do modelo institucional hoje reinante, além do auxílio de uma extensa pesquisa bibliográfica a respeito do segmento.

1.2 Justificativa e importância do tema da pesquisa

Em termos de originalidade ou inovação, o tema da regulamentação do uso e da comercialização do bagaço e dos resíduos vegetais da cana-de-açúcar, apesar de sua importância, tem sido pouco explorado dentro do novo cenário nacional envolvendo a cana como grande agente do açúcar, do etanol como biocombustível e, também, como vetor da bioeletricidade através da co-geração e geração de energia nas usinas pela queima do bagaço e resíduos vegetais. O foco técnico e tecnológico a respeito da cana-de-açúcar tem merecido a atenção de vários estudiosos, o que pode ser comprovado por teses e dissertações publicadas nos *websites* da UNICAMP, Poli/USP, IEE/USP, UNESP, entre outras instituições de ensino.

A justificativa de se escolher um subproduto da cana-de-açúcar, como foco da pesquisa, é atribuída ao fato de existir pluralidade de seu uso no âmbito da indústria química, farmacêutica, alimentícia, da construção civil, entre outras, porém, ainda desprovido da devida atenção para a regulação sobre o seu uso e sua comercialização.

É importante ressaltar que, ao longo deste trabalho, cada detalhamento técnico envolvendo o projeto, ou seja, a preparação de solo, o cultivo da cana, a colheita, a

mudança de uso de solo, a produção e a comercialização do açúcar, do etanol e da bioeletricidade constitui, por si só, potencial necessidade de desenvolvimento de mecanismos de regulação do setor, obviamente respeitados os limites da sua exequibilidade.

1.3 Objetivos

O objetivo geral do trabalho foi verificar, através de pesquisa, a necessidade real e efetiva possibilidade do estabelecimento de mecanismos de regulação do uso e comercialização do bagaço e dos resíduos vegetais da cana-de-açúcar, levando em conta a possibilidade desses dois elementos se tornarem uma nova *commodity* no mercado no futuro.

Embora não constassem do elenco dos objetivos específicos do estudo, no desenrolar das entrevistas, a partir de idéias de alguns entrevistados, algumas dessas idéias acabaram por fazer parte dos objetivos específicos: (1) a questão da preferência do investidor no segmento sucroalcooleiro em termos de futuro: ou inversões na produção de bioeletricidade, a partir da queima do bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar, ou na produção de etanol por intermédio da hidrólise enzimática; (2) entender a relação entre os vários ministérios do governo federal para a governança do setor sucroalcooleiro.

Ademais desses objetivos específicos citados, destaca-se a avaliação da necessidade de mecanismos de regulação sobre o uso e a comercialização do bagaço e dos resíduos vegetais da cana-de-açúcar com vistas aos cenários futuros e, como último objetivo específico do trabalho, foi verificar a aprovação ou desaprovação da idéia da criação de uma organização híbrida para governar o setor sucroalcooleiro.

Para a realização desse estudo, privilegiou-se a realização de entrevistas abertas e pessoais junto a personalidades representativas do setor sucroalcooleiro, da energia, dos usineiros sucroenergéticos e pesquisadores com reconhecimento nacional e internacional sobre o tema.

1.4 Método da pesquisa

Para a consecução deste trabalho, procedeu-se à elaboração de uma pesquisa exploratória, de caráter qualitativo, por intermédio de entrevistas pessoais, em que

foram agregados dados coletados pelo autor junto a *experts* e representantes de instituições significativas do setor sucroalcooleiro, energético e da área acadêmica como União da Indústria da Cana-de-açúcar (UNICA), Centro Nacional de Referência em Biomassa (CenBio) pertencente ao Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo, pesquisadores da UNICAMP, da FEA/USP, da UNIMEP, inclusive o ex-Ministro do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Sr. Roberto Rodrigues e usineiros, entre outros.

A seguir é apresentado, de forma resumida, o quadro que compõe alguns dos *experts* do setor sucroalcooleiro, com os quais foram mantidos contatos, cujos pareceres se referem àquilo que foi percebido pelo autor deste trabalho. Os Srs. Eduardo Leão de Sousa, Diretor Executivo da UNICA, é Mestre e Doutor em Economia Aplicada pela ESALQ e o Sr. Zilmar José de Souza, Assessor de Bioeletricidade da UNICA, Doutor em Engenharia de Produção pela UFScar e Pós-Doutor em Economia pela FGV, ambos têm representado àquela instituição a nível nacional e internacional. A UNICA expressa, politicamente, a vontade de 60% dos produtores e usineiros da cana-de-açúcar, principalmente do Estado de São Paulo. O Dr Eduardo Leão de Sousa, em conjunto com o Prof. Dr. Isaias de Carvalho Macedo, pesquisador da UNICAMP, coordenaram e organizaram a publicação, através da UNICA, de um trabalho sob o título “Etanol e Bioeletricidade – A cana-de-açúcar no futuro da matriz energética”, disponível no site www.unica.com.br/downloads/estudomatrizengetica.

A Professora Doutora Suani Teixeira Coelho é Secretária Executiva do Cenbio – Centro Nacional de Referência em Biomassa, do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da Universidade de São Paulo, é Doutora em Energia e Coordenadora de Cursos de Pós-Graduação do IEE e tem diversas publicações sobre a relação do setor sucroalcooleiro com a geração de energia elétrica, inclusive co-autoria do Dr. José Goldemberg, presidente do Conselho Consultivo do Centro Nacional de Referência em Biomassa. É editora da Revista Brasileira de Bioenergia.

O Professor Doutor Pedro Ramos é professor titular do Núcleo de Economia Agrícola e Meio Ambiente do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas, que conhece profundamente a história do desenvolvimento do setor sucroalcooleiro, a relação entre plantadores de cana, usineiros e trabalhadores do campo. Possui publicações específicas do ramo, inclusive a respeito do Proálcool.

O Sr. Carlos Dinucci, Engenheiro Civil, presidente da Usina Açucareira São Manoel S.A., da cidade São Manoel, interior de São Paulo, representa a quarta geração da família de usineiros, tendo sido detentor dos méritos da eleição como usina modelo no Estado de São Paulo pela maioria dos usineiros do Estado.

O Sr. Marcello de Moura Campos Filho, que possui experiência de mais de 40 anos no setor sucroalcooleiro, é Presidente da Associação dos Produtores de Leite do Estado de São Paulo e produtor/fornecedor de cana-de-açúcar para usineiros da região de São Manoel, inclusive da Usina São Manoel.

O Sr. Roberto Rodrigues foi Ministro do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, durante o primeiro mandato do atual Presidente do Brasil, José Inácio Lula da Silva. É Engenheiro Agrônomo pela ESALQ, formado em 1965 e é fazendeiro do setor sucroalcooleiro desde 1966, tendo trabalhado em Instituições ligadas às Nações Unidas, em Genebra, na Suíça. É hoje Coordenador do Centro de Agronegócio da Escola de Economia de São Paulo pertencente à Fundação Getúlio Vargas.

Outros *experts* entrevistados, não menos importantes que esses aqui mencionados, participaram de modo efetivo do trabalho e que, no cômputo geral, tiveram peso significativo para as conclusões aqui descritas.

O estudo exploratório se dá em razão da busca de descobertas de relações novas entre fatos e pessoas, descobrimento de técnicas ou habilidades que necessitam inovações e da construção de possibilidades que devem sofrer ajustes, de modo que esta categoria de pesquisa objetiva proporcionar ao pesquisador maior conhecimento sobre temas sobre os quais permeiam apenas noções de um problema a ser pesquisado. Sellitz (1965) conceitua este tipo de pesquisa como aquela que tem como objetivo a descoberta de idéias a respeito de um assunto.

Entre as questões de pesquisa que este estudo abordou estão: a percepção do entrevistado sobre a necessidade ou não de haver premissas de regulação do setor e, no caso em que essas premissas sejam factíveis, se seria viável estabelecer mecanismos de regulação para o uso e comercialização do bagaço e resíduos da cana-de-açúcar. Em complemento ao estudo, procurou-se saber dos entrevistados se, dada a ampla utilização do bagaço e resíduos vegetais da cana, este conjunto viria a se tornar uma nova *commodity* no mercado em algum momento.

Os temas-chave que orientaram a pesquisa aberta são de caráter multidisciplinar, vinculados direta ou indiretamente ao uso e à comercialização do bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar, quais sejam:

a: Os mecanismos formais são complementares no aumento da percepção de confiança do sistema de regulação da produção do bagaço e resíduos da cana-de-açúcar;

b: Os mecanismos formais são complementares no aumento da percepção de confiança do sistema de regulação da comercialização da *commodity* bagaço e resíduos da cana;

c: Os mecanismos formais são complementares no aumento da percepção de confiança do sistema de precificação da *commodity* bagaço e resíduos da cana;

d: Os mecanismos formais são complementares no aumento da percepção de qualidade do serviço prestado pelas usinas de açúcar, etanol e co-geradores de energia elétrica;

e: A presença de mecanismos formais são complementares na percepção de confiança do Sistema Judicial no julgamento de causas contenciosas no setor;

f: Os mecanismos formais são complementares no aumento da percepção de confiança do sistema de direito de propriedade intelectual dos fazendeiros e usineiros que fazem uso do bagaço e resíduos para a produção de etanol e co-geração de energia elétrica.

Outros temas, derivados dos expostos anteriormente, foram abordados, principalmente pelo interesse particular de alguns entrevistados, e que estão sendo considerados no capítulo V – Coleta e Análise dos Dados. No Anexo I estão ali dispostas as questões principais, originadas por aquelas anteriormente indicadas, que orientaram as conversas com os entrevistados.

Conforme Martins e Linz (2000), a pesquisa de avaliação é um tipo especial de investigação aplicada para avaliar programas, projetos, políticas. É uma investigação empírica que pesquisa fenômenos dentro de seu contexto real. Os resultados da pesquisa de avaliação são usados, muitas vezes, imediatamente, para decidir se os programas devem parar ou continuar, se os recursos devem ser aumentados ou diminuídos, e demais decisões, com base na efetividade e no atendimento do programa para o qual foi planejado. Há dois tipos de pesquisas de avaliação: pesquisa de avaliação dos resultados e pesquisa de avaliação do processo. A avaliação de resultados tem como propósito determinar a efetividade intervenções e ações humanas (programas, políticas, etc),

enquanto o propósito da avaliação de processo é o aperfeiçoamento de intervenções e ações humanas. Das conclusões de uma pesquisa de avaliação dos resultados esperamos um julgamento do programa, enquanto das conclusões de uma pesquisa de avaliação do processo aguardamos recomendações para melhoramentos.

Em observando esses guias de Martins e Linz (op. cit.), é plausível concluir que o trabalho da pesquisa desta tese tem esses vieses anunciados, ademais de exploratório e qualitativo, na medida em que se observa tanto a efetividade de intervenções e ações humanas, em especial com relação ao estabelecimento de políticas regulatórias, embora colocadas como ação futura, quanto o aperfeiçoamento de intervenções e ações humanas.

1.5 Delimitação da pesquisa

O escopo da pesquisa esteve restrito principalmente aos ambientes institucional e mercadológico dos agentes econômicos envolvidos na produção de açúcar, etanol, na co-geração e geração de energia elétrica, percebidos por autoridades e *experts* nos temas atinentes, acadêmicos e, também, por alguns usineiros, localizados no Estado de São Paulo.

1.6 Estrutura do trabalho

Este trabalho foi estruturado em seis seções, sendo a primeira formalizada por esta parte introdutória do Problema de Pesquisa que orienta as premissas básicas do trabalho propondo objetivos, o método da pesquisa e as limitações do trabalho. A segunda seção trata de uma revisão teórica do trabalho que contempla a história da cana-de-açúcar no Brasil, que inclui breves comentários a respeito do Proálcool; a terceira seção tenta discutir, ainda que, de forma não tão abrangente, a expansão da cana e sua sustentabilidade; na quarta seção abrem-se discussões relativas ao bagaço e resíduos vegetais sob duas óticas: a técnica, dotada de dados elementares para uma melhor compreensão do que se trata o bagaço e a do mercado que procura enxergar possibilidades mercadológicas a raiz de informações significativas do setor; a quinta seção destaca a coleta e análise de dados da pesquisa, salientando as perguntas formuladas nas entrevistas e interpretação e compactação das respostas obtidas; e, por fim, na sexta e última seção, são feitas as considerações finais e propostas.

2 HISTÓRIA DO SETOR SUCROALCOOLEIRO – DO AÇÚCAR À BIOENERGIA

2.1 Introdução

O sistema agroindustrial (SAG) do Brasil abrange variados setores produtivos, destacando-se o sucroalcooleiro, ou sucroenergético, que tem atravessado várias fases ao longo de seu desenvolvimento, o que espelha o grau de intervenção pelo governo federal na área desde a década de 1930 até o aparente fim do Proálcool na década de 1990. A respeito do Proálcool se discorrerá um breve histórico na continuação deste capítulo. A liberalização do setor após 1990 promoveu forte concorrência no mercado, tanto no âmbito nacional quanto no internacional, com tendência marcadamente priorizada pelos combustíveis “limpos” ou etanol.

O setor sucroenergético tem vivenciado uma dinâmica efetiva de movimentos caracterizada por quatro instâncias distintas, sendo a primeira pela criação do Programa Nacional do Álcool – Proalcool, nos anos 1970 e 1980; o segundo momento foi caracterizado pelo fim do incentivo à utilização dos carros movidos a álcool; a terceira instância foi a introdução dos veículos *flex-fuel* em 2003 e do movimento mundial pró-uso de combustíveis renováveis, a partir de meados dos anos 2000 (RAMOS et al, 2007) e a quarta é representada pela efetiva integração do bagaço da cana e seus resíduos (palhas e folhas) na produção da bioenergia, caracterizada tanto pelo etanol quanto pela energia elétrica.

Antes de abordar qualquer um daqueles elementos de estudo, é importante, para efeitos de conhecimento geral sobre o tema, trazer à tona alguns dados relativos à questão histórica da cana-de-açúcar, que é a principal atriz em todos os cenários a serem expostos neste trabalho, pois é, através dela, que tantos outros produtos derivados surgiram e surgirão, marcando sua importância no âmbito econômico, social e até mesmo político.

Vale mencionar que até a poucos anos, o bagaço e os resíduos da cana configuram um estorvo para o plantador de cana, para o fazendeiro e até mesmo para o usineiro, não sabendo o que fazer com aquele material sobrando justificado pela falta de conhecimento técnico a respeito.

2.2 A escala histórica da cana-de-açúcar

Antes mesmo de discorrer a respeito da escala histórica da cana-de-açúcar no Brasil, é interessante que se tenha alguma noção a respeito da aparência de um canavial típico do interior do Estado de São Paulo e, também, alguma idéia, pelo menos visual, sobre o aproveitamento do cultivo da cana com outros tipos de plantas para melhor aproveitamento do solo e obter resultados mais produtivos por essa associação de plantios diferentes sobre um mesmo terreno, o que pode ser visto nas Figuras 2.1 e 2.2, respectivamente.

FIGURA 2.1 - Cenário típico de plantação de cana-de-açúcar



(Fonte: MAPA. Adaptado pelo Autor)

FIGURA 2.2 - Plantação de cana-de-açúcar com soja



(Fonte: UNICA, 2008. Adaptado pelo Autor)

A cana-de-açúcar teve sua origem no Sul e Sudeste Asiático, dizem alguns historiadores. O açúcar cristalizado, extraído da sacarose contida no cerne da cana-de-açúcar, foi conhecido na Índia há 5000 anos. No século VII o conhecimento de cultivo e produção da cana-de-açúcar foi transferido para a China.

No século VIII a cana-de-açúcar foi introduzida pelos árabes na Mesopotâmia, Egito, Norte da África e Espanha, de onde foi introduzida, por sua vez, na América Central e América do Sul.

Cristóvão Colombo levou a cana-de-açúcar às ilhas caribenhas, hoje Haiti e República Dominicana.

Conduzida pelos interesses das grandes potências coloniais européias, a produção da cana-de-açúcar teve grande influência sobre muitas ilhas tropicais e coloniais do Caribe, América do Sul e do Pacífico.

Trazida ao Brasil em 1532 por Martim Afonso de Sousa, a cana-de-açúcar passou a ter significativa importância para o país. Inicialmente, seu principal pólo de produção era na Zona da Mata nordestina, tendo, depois disso, se expandido pela região Sudeste, notadamente no Estado de São Paulo, conforme histórico descrito pela Copersucar.

No século XX, Cuba desempenhou papel importante como fornecedor principal de açúcar aos países das antigas repúblicas soviéticas. Nos últimos 40 anos, o Brasil escreveu um novo capítulo da história da produção da cana-de-açúcar, pela primeira vez não dirigida por potências coloniais, e o consumo de açúcar, bastante influenciado por políticas nacionais, forçou a produção do etanol de modo a elevar a segurança energética de produção própria e, definitivamente, reduzir a dependência do alto custo de importação do petróleo.

Atualmente, quase todos os estados brasileiros produzem cana, porém, o maior estado produtor ainda é São Paulo, com cerca de 60% da produção nacional.

O clima ideal para a produção da cana-de-açúcar é aquele que apresenta duas estações distintas: uma quente e úmida para proporcionar a germinação, perfilhamento e desenvolvimento vegetativo; seguida de outra fria e seca, para promover a maturação e conseqüente acúmulo de sacarose, atestam os especialistas Copersucar, Centro Tecnológico Canavieiro - CTC e União da Indústria da Cana-de-açúcar, UNICA.

A época de plantio ideal para a região Centro-Sul é de janeiro a março, enquanto na região Norte-Nordeste é entre os meses de maio e julho.

Significativa quantidade de dados históricos da cana-de-açúcar mostrados neste trabalho são disponibilizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em seu *website*, e, também, por Fischer et al (2008).

2.2.1 O novo ciclo da cana-de-açúcar

No período colonial brasileiro, primeiramente comandado pela coroa portuguesa, e, posteriormente, pelos senhores de engenho, principalmente na Região Nordeste do País, a produtividade da cana-de-açúcar era baixa, com ciclos irregulares, com número

de cortes indiscriminado, com baixo rendimento de açúcar, com mão-de-obra genuinamente escrava, não remunerada, sem preocupação com a questão ambiental.

Esse passado foi até cerca de 40 anos atrás quando o governo federal iniciou seus projetos de programas de fomento à produção da cana-de-açúcar como forma de reforçar sua segurança energética, principalmente, tendo em vista a instabilidade dos preços do petróleo. Nos idos de 1941 foi estabelecido o “Estatuto Canavieiro”, por Barbosa Lima Sobrinho, porém, com características principais mercadológicas.

Atualmente existe certa regularidade quanto às práticas de plantio e de resultados em função da experiência, estudos focados no setor, de modo que estão disponíveis algumas informações técnicas a respeito da cultura da cana-de-açúcar, como mostra a Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Informações técnicas da cultura da cana-de-açúcar

Item	Dado
Ciclo	5 anos
Número de cortes	5 cortes
Produtividade de cana	85 ton/ha (120 - 65)
Rendimento de açúcar	138kg/ton
Rendimento de álcool	82L/ton

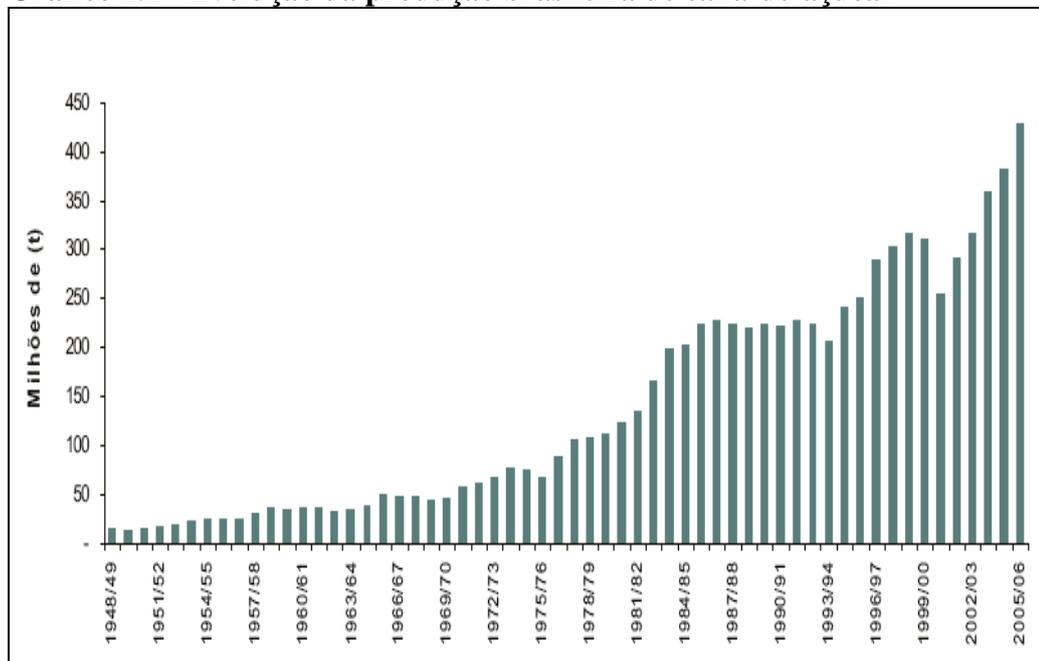
(Fonte: MAPA, 2006. Adaptado pelo Autor)

Para tratar do setor sucroalcooleiro brasileiro moderno, destaca-se importante análise e estudo sob o título “O Novo Ciclo da Cana”, que faz abordagem detalhada sobre a competitividade do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar e prospecção de novos investimentos, elaborado pelo CNI (Conselho Nacional da Indústria), FIEAC (Federação das Indústrias do Estado de Alagoas), Instituto Euvaldo Lodi – IEL/Núcleo Central e SEBRAE, no ano de 2005.

De acordo com esse estudo, o SAG da Cana-de-Açúcar atravessa, desde 2002, um período de grande dinamismo em seu processo de crescimento, que faz lembrar o período de ouro do Proálcool no período de 1974 a 1983. Vale revisitar as estatísticas da evolução da produção brasileira de cana-de-açúcar desde o ano 1948 até 2005 para ter-se idéia do crescimento importante desse mercado nesse período, como poder ser visto no Gráfico 2.1.

A cana-de-açúcar não só no Brasil, mas como em muitos outros países tropicais, tem tido importância econômica significativa na medida em que, além de gerar um batalhão de mão-de-obra, especializada ou não, tem múltiplas aplicações em variados segmentos desde o alimentício até o farmacêutico e químico.

Gráfico 2.1 - Evolução da produção brasileira de cana-de-açúcar



(Fonte: MAPA, 2006. Adaptado pelo Autor)

Atualmente, entre as principais commodities, o açúcar e, momentaneamente, de modo expressivo, o etanol, desfrutam de papel privilegiado na dinâmica do setor sucroalcooleiro brasileiro, devido aos seguintes fatores, sobre os quais serão tecidos comentários ao longo deste trabalho:

- Boas perspectivas do comércio interno e internacional, tanto para o açúcar quanto para o etanol e, também para a exportação de tecnologia para a produção do açúcar, do etanol e, adicionalmente, da bioeletricidade;
- Instabilidade dos preços internacionais do petróleo;
- Crescimento da demanda interna do etanol, com o aumento da produção nacional de carros *flex-fuel* (FFVs);
- O efeito do Protocolo de Kyoto, que impõe a redução, por parte dos países signatários, das emissões de CO₂, as quais têm provocado o crescimento da demanda

externa do etanol, fazendo-o despontar como uma nova *commodity* internacional, embora os reis do petróleo estejam fazendo de tudo para destronar o etanol;

- O fato de os Estados Unidos, maior país produtor mundial de etanol a partir do milho, não terem condições de atenderem à sua demanda interna por etanol.

- Cada pouco um país novo entra para a lista daqueles que querem adicionar etanol à gasolina; muito possivelmente a obrigatoriedade na Europa deve começar em breve.

O sistema sucroalcooleiro da cana-de-açúcar tem as suas duas principais *commodities*, açúcar e etanol, com preços bastante competitivos no mercado internacional, devido aos seus baixos custos de produção. No mercado nacional, com a co-geração e geração de energia elétrica, com comprovada vantagem financeira, e a potencialidade futura de aumento da produção de etanol por intermédio do processo da hidrólise enzimática fazendo uso do bagaço e resíduos, o segmento vive um momento inédito em sua trajetória.

Para atender a essa excelente conjuntura, que aponta para a necessidade de aumento da produção de cana-de-açúcar, será necessária a retomada dos investimentos tanto na parte agrícola, quanto na parte industrial, embora algumas usinas estão padecendo a falta de ativos financeiros.

A cana-de-açúcar deverá continuar a sua expansão, fundamentalmente na região Centro-Sul, que, desde o final da Segunda Guerra Mundial, tem apresentado as maiores taxas de crescimento de açúcar e álcool.

Isto porque, mesmo quando da existência do Instituto do Açúcar e do Álcool (IAA), extinto em 1990, este não conseguiu cumprir o seu papel e na sua principal determinação, que era a de equalização da produção entre as duas principais regiões produtivas, o Nordeste e São Paulo.

Uma questão presente é a internacionalização do setor sucroalcooleiro da cana-de-açúcar em atividades de diversificação, seja produtiva com novos produtos, seja em atividades complementares e de logística para a exportação tanto de mercadorias quanto de serviços, como no caso de venda de tecnologia para a produção do açúcar, do etanol e da co-geração de energia elétrica ao mundo inteiro.

Essas iniciativas têm ocorrido, em alguns casos, em parceria com usinas mais dinâmicas, que se fortalecem pela oportunidade de desenvolvimento de capacitação para atuar nessas atividades.

Embora a concorrência tenha se acirrado após a chamada desregulamentação, o ambiente institucional ainda desenvolve programas para a viabilidade da produção de *commodities*, onde se insere o BNDES e outros agentes financeiros estatais e privados.

A preocupação do Estado passa a ser, agora, as políticas públicas que devem ser implementadas para que o País possa manter-se competitivo na produção dessas *commodities* e, ao mesmo tempo, conquistar novas oportunidades de mercado para especialidades a partir de produtos da cana-de-açúcar e seus derivados, ou seja, o açúcar, o etanol e a bioeletricidade, inclusive o bagaço e resíduos da cana, que são os atores principais deste estudo. Antes de adentrar ao tema agroenergia e a cana-de-açúcar, abordado pelo Ex-Ministro, Sr. Roberto Rodrigues, é de bom alvitre fazer breves considerações a respeito do Proálcool, que foi uma das políticas públicas mais significativas da história da cana-de-açúcar.

2.2.2 O Proálcool

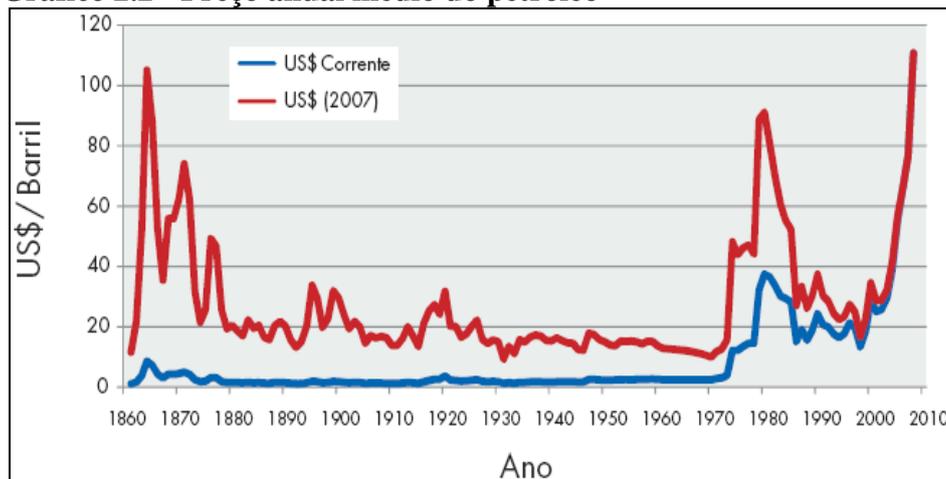
O setor sucroalcooleiro, mais especificamente o produtor de álcool, passou a ter relevância na economia brasileira depois da segunda metade da década de 1970, tendo em vista a fragilidade do País frente à elevação do preço do barril de petróleo pelos países membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP). No ano de 1973, o preço do barril sofreu um forte aumento passando de US\$ 2,90 para US\$ 11,65, num período de tempo de apenas três meses, em virtude da guerra iniciada entre israelenses e árabes.

A situação veio a deteriorar-se em 1979 em razão da parada da produção de petróleo pelos iranianos, que provocaram um aumento fora das proporções normais, alcançando o preço médio do barril no mercado mundial em torno dos US\$ 80,00. (FOLHA ONLINE, 2005a).

O Gráfico a seguir ilustra a evolução dos preços do barril do petróleo entre 1860 e 2010, quando o preço US\$ corrente é o valor médio anual do barril da época e o preço US\$ (2007) é o valor do mesmo barril trazido a valor presente em 2007. No Anexo III é apresentada uma tabela (Excel) da BP Statistical Review 2009 apontando essas

diferenças de médio US\$ corrente e US\$ (2007) desde 1861 até 2008. Observe-se no gráfico a seguir que a grande instabilidade de preços do barril de petróleo teve dois momentos marcantes: um logo no início do século XIX, quando o produto começou a ser comercializado na bolsa de valores e, o segundo, a partir da década de 1970, que é o marco do início da crise mundial do petróleo, projetando turbulência de preços até o ano de 2010.

Gráfico 2.2 - Preço anual médio do petróleo



Fonte: BP Statistical Review, 2007, apud Goldemberg, Negri e Teixeira, 2008

Em razão dessa conjuntura de incertezas e instabilidades no preço do barril de petróleo, o Governo Brasileiro, então presidido por Ernesto Geisel, em 1975, intuiu o Programa Brasileiro de Álcool Combustível, o Proálcool. O objetivo do programa era o de promover a autonomia energética mediante a utilização de um tipo de combustível relativamente limpo e de fonte renovável.

Neste contexto, é apresentado no Anexo II deste trabalho, um documento histórico significativo escrito pelo então Vice-Governador do Estado de São Paulo, Sr. Antonio José Rodrigues Filho, datado de 2 de dezembro de 1974, dirigido ao Presidente da República da época, General Ernesto Geisel, fazendo sugestões e recomendações sobre a implantação de um programa de produção do álcool anidro, a partir da cana-de-açúcar, em mistura à gasolina em uma primeira instância e, em um segundo momento, em substituição à gasolina, tendo em vista o elevado custo financeiro e econômico que a importação do petróleo representava para o país na ocasião. O documento completo tem 26 folhas datilografadas, com paginação sem ordenação convencional, as quais foram reproduzidas de um original já em condições sofríveis de conservação dada a idade do material.

Esse documento histórico descrito foi gentilmente cedido pelo Ex-Ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Sr. Roberto Rodrigues, filho do citado Ex-Vice-Governador do Estado de São Paulo em 1974. O documento histórico contempla um estudo preliminar e exploratório de elevada relevância, na medida em que este se preocupava com o impacto econômico e social, as inversões agrícolas possíveis e os seus efeitos multiplicadores.

Não há evidência concreta de que o citado documento histórico seja o alicerce da medida presidencial para a implementação do programa do Próálcool, não obstante, dada a relevância do assunto e a riqueza de detalhes da análise, principalmente em um momento em que era vital qualquer medida inovadora para redução da dependência das importações de petróleo, além da proximidade de datas, é possível admitir que o conteúdo do trabalho do então Vice-Governador do Estado de São Paulo, trata-se de um documento importante e verídico para a história do país e do setor sucroalcooleiro.

Em decorrência dessa medida tomada pelo General Ernesto Geisel, vários modelos de incentivos e subsídios para a aderência do programa Próálcool foram estabelecidos, de modo que os usineiros produtores de açúcar e álcool e as indústrias automobilísticas foram conclamados a participar com elevação da produção do álcool combustível e a adequação tecnológica, respectivamente.

O desenvolvimento do programa do Próálcool compreendeu diferentes atividades em duas fases distintas. Na primeira fase, ocorrida no período 1975 a 1978, destaca-se a determinação pelo Governo Federal de obrigar a adição de álcool anidro à gasolina comercializada em 20%, a construção de destilarias anexas às usinas de açúcar existentes, com o objetivo de aumentar a produção de álcool e o desenvolvimento de motores a álcool hidratado, por parte da indústria automobilística (RAMOS et al., 2007).

Na segunda fase do programa do Próálcool, que foi iniciada em 1979, coincidindo com a segunda crise do petróleo, houve o fomento por parte do Governo Federal à produção de álcool hidratado em grande escala para seu uso em veículos movidos exclusivamente com esse tipo de combustível. Em razão dessa medida, a partir de 1980, o mercado de automóveis com essas características ganha expressão de maneira que, em 1984, os carros a álcool já representavam 94,4% da produção das indústrias automobilísticas (UNICA, 2004a).

Em uma outra versão, o Proálcool pode ser caracterizado em quatro fases. “A primeira, de 1975 a 1978, ocorreu pelo incentivo ao aumento da produção de etanol para utilização como combustível misturado à gasolina, em consequência do choque do petróleo no mundo, em outubro de 1973. E a necessidade de aproveitar a ociosidade do parque industrial sucroenergético, que vinha sendo renovado e cujo elemento dinâmico, o mercado externo de açúcar, passar a sofrer queda na rentabilidade em face da redução acentuada nos preços do produto (VEIGA FILHO; RAMOS, 2006).

A segunda fase, também motivada por outro choque do petróleo, ocorreu através da implantação de destilarias autônomas, e iniciou-se em 1979, quando os preços do petróleo se dispararam no mercado internacional. Essa fase terminou no episódio da falta de álcool hidratado nas bombas dos postos de combustível, em 1989. Nesse período, o Proálcool atingiu o auge, com a estruturação de uma rede de incentivos públicos fiscais e financeiros, abarcando desde os produtores de etanol até os consumidores finais (VEIGA FILHO; RAMOS, 2006).

A terceira fase, iniciada após esse episódio, estende-se até a crise de superprodução de etanol, na safra 1999/2000. Nela predominou um padrão de preços baixos do petróleo no mercado internacional, desestruturação do sistema de apoio e continuidade parcial do processo intervencionista governamental na produção e nos mercados dos produtos setoriais, o que redundou no excesso de produção de etanol e em queda de preços. O programa se susteve pelo consumo do anidro, dada a demanda da gasolina, e pela manutenção da frota de veículos a álcool em uso, mas a produção superou o consumo e gerou um estoque excedente que pressionou seus preços para baixo (VEIGA FILHO; RAMOS, 2006).

A quarta fase, após 2000, iniciou-se com a renovação do Proálcool, principalmente através de ações corporativas, articulando cada vez mais segmentos econômicos, sociais e políticos, marcada pela liberação de preços dos produtos setoriais, introdução dos veículos *flex fuel*, possibilidades de aumento nas exportações de etanol e patamares de preços elevados, nos curto e médio prazos, de petróleo no mercado mundial (VEIGA FILHO; RAMOS, 2006).

No intervalo de tempo entre 1983 e 1988, os veículos movidos a álcool representaram mais de 80% das vendas nacionais, especialmente em virtude dos generosos subsídios aos preços tanto sobre os combustíveis como dos automóveis,

sempre com o objetivo de reduzir a dependência do petróleo e seu derivado principal para a frota veicular brasileira, a gasolina.

O sucesso do programa do Proálcool foi severamente afetado em razão do processo de desregulamentação e abertura econômica do País, no final da década de 1980 e início da década de 1990. Conforme Moraes (2000), a desregulamentação da economia, que teve início no ano de 1988, fez com que o setor enfrentasse uma crise muito forte, devido o afastamento da intervenção do Governo Federal na política do setor sucroalcooleiro, retirando, pouco a pouco, os subsídios, incentivos e regulamentações.

Hoje, em princípio, aparentemente, o setor sucroalcooleiro, na produção e comercialização do etanol, goza de relativa liberdade e isso se faz notar pelos preços de varejo do etanol nos postos de gasolina que sofrem variações entre 5% e 30%. Ao longo desses dois últimos anos (2008/2009), o preço do litro do etanol, no estado de São Paulo, vendido na bomba do posto de “gasolina”, que logo passará a ser chamado de posto de etanol, tem sofrido variações de preços entre R\$ 0,98 e R\$ 1,99 o litro, o que oferece diferentes explicações para isso como entressafra, cotação da taxa do dólar, entre outras.

A menção do Proálcool e a aparente falta de regulação atual em alguns segmentos do setor, além de outras argumentações na continuação deste trabalho, justificam a tese de que é necessária a discussão a respeito de uma regulação neste mercado do bagaço e resíduos da cana-de-açúcar, pois esses dois elementos tornar-se-ão objeto de cobiça daqui para frente não só em termos de Brasil, mas, também, na maioria dos países tropicais onde a cana se adequa em termos de terra e clima.

2.2.3 A desregulamentação do mercado do álcool na década de 1990 e o após

Conforme a análise de Ramos et al. (2007), o processo de desregulamentação trouxe importantes mudanças para o setor sucroalcooleiro impactando o ambiente institucional por meio de novas regulamentações e transformações necessárias para que esse processo fosse levado a cabo. Diante do novo cenário, o setor sucroalcooleiro ficou sem nenhum tipo de quotas ou limitações que determinassem os volumes de produção ou os preços finais, os quais ficaram submetidos totalmente às condições de mercado como até os dias de hoje.

Essas mudanças conjunturais provocaram, igualmente, o desaparecimento da figura estatal na comercialização externa do açúcar e do álcool, assim como os subsídios, incentivos ou mesmo linhas de financiamento para investimentos dentro do setor com vistas a melhorias de processo ou inovação e modernização para o aumento da capacidade produtiva.

Ainda de acordo com o levantamento de Ramos et al. (op. cit.), algumas das leis que marcaram as mudanças institucionais no setor sucroalcooleiro em decorrência do afastamento do Estado, assim como seu impacto na competitividade do setor, são apresentadas a seguir.

Nesse processo de liberalização, a Lei nº 8.178, de março de 1991, é de especial importância por estabelecer a liberalização total ou parcial dos preços e salários, não apenas do setor sucroalcooleiro, mas de todos os setores. Em março de 1996, foi emitida a Portaria nº 64 pelo Ministério da Fazenda para entrar em vigor em janeiro do ano seguinte (MORAES, 2000, p. 86).

A liberalização dos preços provocou fortes incertezas, especialmente com relação ao preço do álcool hidratado, devido à falta de competitividade deste com o preço da gasolina a nível de mercado. Para tornar viável a liberalização, o Governo Federal estabeleceu mecanismo de complementação de preços aos produtores. Quem financiou essa operação foi o Fundo de Uniformização de Preços, que, posteriormente, passou para Parcela de Preço Específica (PPE), cujo lastro financeiro advinha do sobre preço cobrado nos combustíveis derivados do petróleo, cujo fiel depositário era a Petrobrás.

As consequências para o álcool anidro eram diferentes por haver uma reserva de mercado proporcional ao consumo da gasolina no País, uma vez que a mistura de 22% do álcool anidro à gasolina estava amparada por Lei, podendo, esse percentual, ser aumentado para 24%.

Conforme Moraes (2000), embora a Portaria nº 64 devesse ter entrado em vigor em janeiro de 1997, as incertezas ainda existentes levaram à redação da Portaria nº 294 e assim foram prorrogadas as datas de liberalização dos produtos mencionados na portaria anterior. Finalmente, o preço do álcool anidro foi liberado em maio de 1997, como previsto na Portaria nº 294, entretanto, os preços do álcool hidratado e de outros produtos do setor só mudaram em fevereiro de 1999, depois de ter sido elaborada uma

segunda Portaria a respeito (a de nº 102, de abril de 1998) e, por fim, uma terceira Portaria (a de nº 275, de outubro de 1998).

Na perspectiva contraditória de liberalização dos preços dos combustíveis, a do álcool hidratado ocorreu em 1999, já que, por um lado, a alta dos preços dos derivados do petróleo e a desvalorização do real tornaram o álcool hidratado mais competitivo nesse período, o excesso de produção gerou estoques excedentes, de modo que afetou o seu preço oscilando entre R\$ 0,14 e R\$ 0,17, provocando uma das mais sérias crises no setor.

Uma outra transformação observada no novo ambiente institucional sucroalcooleiro foi a do novo sistema de remuneração da cana-de-açúcar proposto pela Consecana, órgão de Governo. A partir da safra 1998/1999, cerca de 80% das Associações de Fornecedores de Cana do Estado de São Paulo, aderiram ao novo sistema de remuneração. Com relação à nova fórmula de cálculo, Moraes (2000, p.114) explica:

Neste modelo de pagamento o valor da tonelada de cana será determinado a partir da quantidade de ATR contidos na matéria-prima entregue pelo produtor, pela participação média da matéria-prima no ATR entregue (ponderada em função do *mix* de produção da indústria), e pelo valor do ATR, obtido em nível estadual (ponderada em função dos preços dos produtos fabricados pela usina, açúcar e/ou álcool, praticados nos mercados interno estadual e externo). (MORAES, 2000; p. 114).

O Açúcar Total Recuperável (ATR), neste contexto, é considerado como uma unidade de medida para comercialização da cana. O mecanismo da transação é efetivado através da oferta da ATR da cana do produtor (geralmente o plantador) às unidades industriais, que venderão o ATR equivalente em açúcar e álcool carburante (anidro e hidratado).

A necessidade de redução de custos e elevação da produtividade induziu as pesquisas de novas variedades de cana, de métodos para a aplicação adequada e coerente de fertilizantes e o aperfeiçoamento do manejo agrícola em geral. Organizações como o CTC, Embrapa, entre outros proporcionaram excelentes contribuições nesse sentido.

Embora tenha havido aparente liberalização significativa no setor sucroalcooleiro na década de 1990, sob a égide das pressões pela preservação do meio ambiente, fez-se a

intervenção do Estado em muitas medidas diferentes e, como exemplo, pode-se citar a edição do Decreto Estadual nº 42.056 de 1997 que prevê o fim das queimadas da cana-de-açúcar, o que leva, naturalmente, à mecanização das colheitas nos canaviais.

Como pode ser visto em exemplos a seguir, é praticamente difícil não haver interferência do Governo Federal e, concomitantemente, controvérsias, mesmo em um ambiente desregulamentado, principalmente em se tratando de álcool carburante, hoje já divulgado na mídia como etanol. Conforme Moraes (2000), em 1995 e 1996 foram publicadas pelo então Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo (MICT), hoje Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), diversas Medidas Provisórias estabelecendo regulamentações para alguns produtos, de acordo com Ramos et al. (op. cit.):

-Controle do ex-MICT do Plano de Safra, o qual foi publicado até a safra 1997/98, controlando assim a produção de açúcar e álcool necessário para abastecer ao mercado, assim como os excedentes para exportação com isenção tarifária.

-Medida Provisória No. 1.670 de junho de 1998, conferindo ao Poder Executivo autoridade em relação ao álcool carburante para fixar preços e estabelecer cotas.

-Medida Provisória No. 1.476-15 de setembro de 1996, que posteriormente foi transformada na Lei No. 9.362 em dezembro do mesmo ano, que mantém o privilégio aos produtos derivados da cana-de-açúcar da região Norte-Nordeste, destinados aos mercados preferenciais. (MORAES, 2000).

-Lei 9.660 de 1998 que estabelece que num período de 5 anos a frota dos governos estaduais e municipais deve ser de carros movidos a álcool. A chamada “frota verde” (que inicialmente não se limitou apenas aos carros do governo) é um incentivo para o consumo de álcool hidratado. (MORAES, 2000).

-Incentivo fiscal federal (IPI) na compra de veículos leves de passageiros (táxis) movidos a álcool. (MORAES, 2000).

-Lei que reduz o ICMS do álcool hidratado de 25% para 12%, aprovada pela Assembléia Legislativa de São Paulo em outubro de 2003, permitindo que o Estado passe a ter a menor alíquota para o combustível em todo o País, a qual varia, nos outros Estados, de 17% a 31%, sendo que a maioria tem alíquota de 25%. (UNICA, 2003).

Atualmente, as principais regulamentações governamentais no sistema agroindustrial do álcool que influenciam de alguma forma o setor sucroalcooleiro são:

-Regulamentação das especificações da qualidade do álcool utilizado como combustível, o qual é estabelecido e controlado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, a ANP.

-Obrigação dos produtores de vender seu álcool exclusivamente às empresas distribuidoras de combustíveis devidamente autorizadas pelo governo.

-Lei que impõe a adição obrigatória de álcool à gasolina e define os limites da mistura entre 20% e 24%. O valor exato deste percentual é fixado periodicamente mediante um Decreto e é a ferramenta principal que permite enfrentar eventuais situações de excedentes ou falta de abastecimento de álcool. Um exemplo desses ajustes realizados pelo governo no sentido de estabilizar o mercado, foi o aumento em maio de 1998 no percentual de mistura, passando de 22% para 24%, através do Decreto No. 2.609, o qual representou um consumo adicional de 400.000 m³ de litros por ano (MORAES, 2000).

-Regulamentação que permite e estabelece procedimentos para o uso de recursos financeiros provenientes da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE), incidente sobre a importação e a comercialização de petróleo e seus derivados, para incentivar a estocagem de álcool para o período da entressafra. Funciona como um subsídio para a aquisição de créditos a juros menores do que no mercado financeiro.

2.2.4 Ambiente organizacional no início do período da liberalização

Como resultado da desregulamentação, ou chamada liberalização, apareceu a necessidade de serem criados órgãos para deliberar, ou ainda, fazer pressão sobre as autoridades no sentido de implementar políticas favoráveis ao desenvolvimento do setor sucroalcooleiro, como os citados a seguir, levantados por Ramos et al. (op. cit.).

1- Conselho Interministerial do Açúcar e do Álcool (CIMA), criado pelo Decreto nº 3.546 no ano 2000, com o objetivo de deliberar sobre as políticas relacionadas com as atividades do setor sucroalcooleiro.

2- Câmara Setorial, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, na qual participantes representantes do governo, do setor privado (produtores, distribuidoras, etc.), dos agricultores (organizações de plantio de cana) e dos trabalhadores (sindicatos).

3- Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), a qual é uma autarquia da Administração Pública Federal, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, com a finalidade de promover a regulação, a contratação e a fiscalização das atividades econômicas integrantes da indústria do petróleo, de acordo com a Lei nº 9.478, de agosto de 1997, regulamentada pelo Decreto nº 2.455, de janeiro de 1998, nas diretrizes emanadas do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE).

Com relação à nova arquitetura organizacional montada pelos produtores do setor sucroalcooleiro, destacam-se as medidas localizadas a nível estadual, seja pela formação de sindicatos ou associações, como exemplificados a seguir.

- Cooperativa dos Produtores de Açúcar do Estado de São Paulo (COPERSUCAR), cooperativa privada fundada em 1959, que reúne produtores de cana, açúcar e álcool. Seu objetivo principal é a consolidação da autogestão setorial, em busca de um planejamento de safra de curto e médio prazo. Atualmente possui cerca de 90 associados, sendo 33 unidades produtoras de açúcar e álcool, localizadas nos estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais, as quais detêm 14% da comercialização de açúcar e 14% da oferta de álcool no Brasil. Na atual safra 2008/2009, a organização prevê o processamento de 70 milhões de toneladas de cana.

- Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil (ORPLANA), fundada em 1976, com o propósito de defender os direitos e interesses dos produtores de cana do estado de São Paulo, que tem perto de 30 associadas regionais.

- União da Indústria da Cana-de-Açúcar (UNICA), a qual foi criada em 1997, em substituição à entidade que representava os sindicatos patronais do setor, a Associação das Indústrias de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (AIAA). Atualmente a UNICA possui 127 associados, na data de 22/abril/2009, que são responsáveis por 50% do etanol e 60% do açúcar produzidos no Brasil.

- Coligação das Entidades Produtoras de Açúcar e Álcool (CEPAAL) é formada por unidades usineiras de São Paulo que, por conflitos de interesses em relação à

nova perspectiva de mercado desregulamentado se afastaram da UNICA e dos produtores de outros estados membros a Sociedade dos Produtores de Açúcar e Álcool de São Paulo (SOPRAL). (BARROS; MORAES, 2002).

- Associação Paulista da Agroindústria Sucroalcooleira (SUCROALCO), que idealizou uma integração entre os produtores e o desenvolvimento da indústria canavieira paulista. Esta entidade é associada à CEPAAL e tem 35 associados, os quais representam cerca de 30% da produção de cana do estado de São Paulo.

- Associação dos Plantadores de Cana do Oeste do Estado de São Paulo (CANA OESTE), fundada na década de 1950, com o objetivo de prestar assistência social aos fornecedores de cana e seus dependentes.

Como observa Ramos et al. (op. cit.), no ambiente pré-desregulamentação, vale destacar o papel da Petrobrás. Na primeira fase do Proálcool, em que o governo para incentivar a produção deste combustível oferecia garantia de compra do produto, a participação da Petrobrás foi decisiva na compra do álcool anidro produzido para ser misturado à gasolina na proporção de 20%, sendo também responsável pela estocagem do produto e venda às distribuidoras. Não obstante, também é conhecido o forte conflito entre a Petrobrás e os produtores de álcool, principalmente devido aos subsídios do governo a estes últimos.

Na contrapartida, após a desregulamentação do setor, a estatal perdeu seu papel de ser o comprador exclusivo do produto. Conforme Marjotta-Maistro (2002), desde 1999 o governo participa da comercialização do álcool mediante leilões de compra e venda de álcool realizado pela Petrobrás.

Outras organizações como Brasil Álcool S/A, a Bolsa Brasileira de Álcool, entre outras, que tiveram relevância no início da desregulamentação, fazem parte da história da evolução do setor sucroalcooleiro, inclusive com a participação da indústria automobilística.

Como anunciado anteriormente, no sub-tópico a seguir, são enaltecidos alguns pontos cruciais do SAG, pronunciados pelo Ex-Ministro do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

2.3 Agroenergia e a cana-de-açúcar

Conforme o Plano Nacional de Agroenergia, elaborado pelo então Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA), representado pelo Senhor Ministro Roberto Rodrigues, no ano de 2005, “o Brasil é o país que reúne o maior quantitativo de vantagens comparativas para liderar a agricultura de energia, em termos mundiais”.

A primeira vantagem comparativa que se destaca é a perspectiva de incorporação de áreas à agricultura de energia, sem competição com a agricultura de alimentos, e com impactos ambientais circunscritos ao socialmente aceito. O segundo aspecto a considerar é a possibilidade de múltiplos cultivos dentro do ano calendário.

Por situar-se, predominantemente, na faixa tropical e subtropical do planeta, o Brasil recebe intensa radiação solar, ao longo do ano. A energia solar é a base da produção da bioenergia e a densidade desta, por unidade de área, depende, diretamente, da quantidade de radiação solar incidente. Em decorrência de sua extensão e localização geográfica, o Brasil apresenta diversidade de clima, exuberância de biodiversidade e detém um quarto das reservas superficiais e sub-superficiais de água doce, segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Finalmente, o Brasil é reconhecido por haver assumido a liderança na geração e implantação de tecnologia de agricultura tropical, associada a uma pujante agroindústria, em que um dos paradigmas é justamente o setor sucroalcooleiro de etanol, reconhecido como o mais eficiente do mundo, em termos de tecnologia de processo e de gestão, cujo tema será explorado ao longo deste trabalho.

Embora em expansão e, sobretudo, desejável, o Brasil não é dependente do mercado internacional para assegurar a sua competitividade. Dispondo de um invulgar mercado consumidor interno, o Brasil pode alavancar um negócio poderoso na área de agroenergia, com rara competitividade, hoje ou no futuro, no âmbito do *biotrade*. Por *biotrade* entende-se a comercialização do etanol, em princípio, não descartando outras formas de energias renováveis e possibilidades futuras em estudo.

No curto prazo, a principal força propulsora do crescimento da demanda por agroenergia será a pressão social e tecnológica pela substituição de combustíveis fósseis. Considere-se que a concentração de CO₂ atmosférico teve um aumento de 31% nos últimos 250 anos, atingindo, provavelmente, o nível mais alto observado nos últimos 20 milhões de anos, diz aquele representante do MAPA.

Os valores tendem a aumentar significativamente se as fontes emissoras de gases de efeito estufa não forem controladas, como a queima de combustíveis fósseis e a produção de cimento, responsáveis pela produção de cerca de 75% destes gases, de acordo com o Plano Nacional de Agroenergia elaborado em 2005, atesta o Senhor Ministro na época, Roberto Rodrigues.

Os principais fatores que impulsionam o desenvolvimento tecnológico para aproveitamento da biomassa energética, ainda segundo as premissas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, são:

- a.** a crescente preocupação com as mudanças climáticas globais que convergirão para políticas globais de redução da poluição;
- b.** o reconhecimento da importância da energia de biomassa para efetuar a transição para uma nova matriz energética e substituir o petróleo como matéria prima, em seu uso como combustível ou insumo para a indústria química;
- c.** a crescente demanda por energia e as altas taxas recentes de uso de biomassa energética. Os países em desenvolvimento demandarão 5 TW de energia nova, nos próximos 40 anos, sendo inadmissível imaginar que essa energia possa ser proveniente de fontes fósseis, pelo seu alto impacto ambiental, pelo custo financeiro crescente e pelo esgotamento das reservas;
- d.** os custos ambientais serão paulatinamente incorporados ao preço dos combustíveis fósseis, através de tributos punitivos (taxa de poluição), tornando-os progressivamente mais caros, fator agravado com o aumento natural de preços, devido ao esgotamento das reservas e aos conflitos regionais;
- e.** o preço também oscilará, mantendo tendência crescente, em função das disputas políticas e bélicas pelas últimas reservas disponíveis, tornando inseguros os fluxos de abastecimento e o cumprimento de contratos de fornecimento de petróleo;

- f.** cresce, em progressão logarítmica, o investimento público e privado no desenvolvimento de inovações que viabilizem as fontes renováveis e sustentáveis de energia, com ênfase para o aproveitamento da biomassa;
- g.** também cresce o número de investidores internacionais interessados em contratos de longo prazo, para o fornecimento de biocombustíveis, especialmente o etanol e, em menor proporção, o biodiesel e outros derivados de biomassa;
- h.** a energia passará a ser um componente importante do custo de produção agropecuário e da agroindústria, tornando progressivamente atraente a geração de energia dentro da propriedade.

Lastreado nos fatos e premissas expostos, o objetivo principal da Pesquisa, Desenvolvimento, Inovação (PD&I) e Transferência de Tecnologia (TT) em agroenergia, segundo o MAPA, é o de desenvolver e transferir conhecimento e tecnologias que contribuam para a produção sustentável da agricultura de energia e o uso racional da energia renovável, visando a competitividade do agronegócio brasileiro e o suporte às políticas públicas.

Os objetivos específicos, vinculados ao atendimento das pressões sociais, das demandas dos clientes e das políticas públicas, conforme o Ex-Ministro Roberto Rodrigues, são:

- a.** Apoio à mudança da matriz energética, com vistas à sua sustentabilidade;
- b.** Propiciar condições para o aumento da participação de fontes de agroenergia na composição da matriz energética;
- c.** Gerar condições para permitir a interiorização e regionalização do desenvolvimento, fundado na expansão da agricultura de energia e na agregação de valor na cadeia produtiva;
- d.** Suportar oportunidades de expansão do emprego no âmbito do agronegócio;
- e.** Permitir a ampliação das oportunidades de renda, com distribuição mais equitativa entre os atores;
- f.** Contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa;
- g.** Contribuir para a redução das importações de petróleo;

h. Contribuir para o aumento das exportações de biocombustíveis.

As principais diretrizes que norteiam a agenda de PD&I e TT remetem à sustentabilidade da matriz energética, à sustentabilidade e autonomia energética comunitária, à geração de emprego e renda, à otimização do aproveitamento de áreas antropizadas, à conquista e manutenção da liderança do *biotrade*, ao suporte à formulação de políticas públicas, à sustentabilidade, competitividade e racionalidade energética nas cadeias do agronegócio nacional e de maximização do aproveitamento de fatores de produção e ao desenvolvimento de soluções que integrem a geração de agroenergia e a eliminação de perigos sanitários ao agronegócio, afirma ainda o Sr. Ex-Ministro do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

A estratégia para a consecução desses objetivos pressupõe uma equipe técnica multidisciplinar organizada em forma de redes de cientistas, parcerias organizacionais e estratégicas, a mobilização de competências, o empreendedorismo, o treinamento e a garantia de fontes de financiamento.

Sob o aspecto temporal, o programa de PD&I e TT deve contemplar metas de curto, médio e longo prazos. No tocante à dimensão geográfica deve-se atentar para tecnologia adequada aos diferentes ecossistemas e ambientes. A interface ambiental das tecnologias a serem desenvolvidas deve atentar para os quesitos de proteção do ambiente e redução de danos.

Do ponto de vista social, o programa de PD & I deve levar em consideração a necessidade de ampliar as oportunidades de emprego e renda, bem como de distribuição equitativa, atentando para a sustentabilidade dos sistemas, a qualidade de vida, mitigando a dureza do trabalho e conferindo autonomia para trabalhadores rurais ou suas organizações.

A dimensão disciplinar deve atentar para o desenvolvimento de tecnologia agrônômica que permita obter matéria prima adequada, o desenvolvimento de processos sustentáveis e em conformidade com as normas e regulamentos, bem como atentar, integradamente, para a cadeia produtiva, em especial para co-produtos, subprodutos, dejetos e resíduos da produção agrícola ou agroindustrial.

A atuação ocorrerá no cerne das principais cadeias produtivas (etanol, biodiesel, biomassa florestal, biogás e resíduos agropecuários e da agroindústria) e sistemas

conexos, de forma integrada com os princípios do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que encerra este prefácio a respeito do Plano Nacional de Agroenergia de 2005.

Certamente o Senhor Ex-Ministro Roberto Rodrigues poderia ter explicitado mais especificamente a finalização do prefácio do Plano Nacional de Agroenergia de 2005, trazendo alguns elementos a respeito dos resíduos agropecuários, entendendo que a bioeletricidade é decorrência de desenvolvimento tecnológico do setor sucroalcooleiro que contribuirá sobremaneira, no futuro, para ampliar o sistema nacional de segurança energética brasileira, com possibilidades de exportação da tecnologia, como está acontecendo hoje em alguns estados dos Estados Unidos da América, segundo noticiado em 11 de fevereiro de 2009 pela organização UNICA (União da Indústria da Cana-de-Açúcar), de acordo com o abaixo exposto.

“Empreendedores e pesquisadores dos Estados Unidos estão empenhados em desenvolver um setor sucroenergético que inclua aspectos baseados nos moldes brasileiros, gerando açúcar, etanol e bioeletricidade dentro de uma mesma planta industrial, em proporções que variam de acordo com os preços de cada produto no mercado. A constatação faz parte de uma reportagem publicada pela “Ethanol Producer”, principal revista dedicada ao segmento dos biocombustíveis nos EUA”.

As idéias do Ex-Ministro Roberto Rodrigues, somadas àquilo que está ocorrendo nos Estados Unidos no âmbito das energias renováveis através da agricultura foram, de certa maneira, concretizadas, localizadamente no Estado de São Paulo, onde foi criada a Comissão Especial de Bioenergia do Estado de São Paulo, pelo Decreto nº 51.736 de 4 de abril de 2007, pelo Governador José Serra, encabeçada pelo Vice-Governador e Secretário de Estado de Desenvolvimento, Alberto Goldman, e Coordenador da Comissão Especial da Comissão Especial de Bioenergia, José Goldemberg.

Buscando fazer uma ligação entre as proposições desta tese e o trabalho publicado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE, sob o título: O Novo Ciclo da Cana: Estudo sobre a Competitividade do Sistema Agroindustrial da Cana-de-açúcar e Prospeção de Novos Empreendimentos, sem expropriação dos méritos das análises aqui até então elaboradas, são citados, a seguir, alguns elementos das considerações finais daquela publicação.

- O SEBRAE entende que a produção mais intensiva e agressiva de produtos derivados da cana-de-açúcar, com maior valor agregado depende de dois fatores:

- Mudança de perspectiva de parte do empresariado do próprio Sistema Agroindustrial da Cana-de-açúcar, no sentido de tornarem-se empreendedores, isto é, de irem além da produção dos produtos tradicionalmente produzidos, açúcar e álcool, e intervirem na direção da produção de novos produtos de maior valor agregado; e,
- Políticas públicas e privadas de incentivo à P&D para a produção de novos produtos, de novos processos ou de aperfeiçoamento de processos de produção, com custos mais baixos e de produtos que atinjam novos mercados potenciais.

O SEBRAE indica que “é necessário que a intervenção pública no Sistema Agroindustrial (SAG) da Cana-de-açúcar deixe de ocorrer apenas nos momentos de crise de realização nos mercados de açúcar e álcool. É absolutamente justificado que o Estado possua políticas específicas para o SAG da Cana-de-açúcar, devido à sua importância social e econômica e isto ocorre em todos os países desenvolvidos. Porém, a ação do Estado democrático não pode resultar em privilégios de grupos ou regiões, ela deve pautar pelas necessidades da sociedade em seu conjunto e, entre eles, há três que são afeitas ao SAG da Cana-de-açúcar: 1) o abastecimento de açúcar, que há sessenta anos é considerado produto componente da cesta básica; 2) o abastecimento do álcool; e 3) a energia elétrica do bagaço de cana”.

Por último, o SEBRAE sugere que há dois pontos sob os quais não há consenso e, portanto, serão necessárias ações pactuadas. O primeiro refere-se ao estabelecimento de uma matriz energética que contemple o álcool e o bagaço de cana. Essa matriz não pode ser tecnicamente estabelecida, mas considerar o balanceamento entre os interesses do SAG da Cana-de-açúcar e da sociedade. O álcool e a energia elétrica produzidos pelo bagaço da cana devem ter garantias de abastecimento continuado de forma a evitar a falta desses produtos no mercado. O segundo diz respeito às exportações de açúcar e álcool, que também devem ser cuidadas para a garantia do abastecimento ao mercado interno. O abastecimento interno do açúcar é necessário por ser ele um componente da cesta básica e o do álcool para a continuidade de seu consumo como fonte energética.

Para exemplificar a insuficiência das políticas públicas relativas ao setor sucroalcooleiro, cita-se aqui a Lei de nº 11.922, de 13 de abril de 2009, que autoriza a União a liberar recursos para financiar o programa de estocagem do etanol produzido, de modo a equilibrar os estoques até na entressafra, sem alterações acentuadas nos preços do produto. Essa nova Lei, além de apoiar as operações de estocagem de etanol, apoiará as operação de financiamento de capital de giro para os agroindustriais e fabricantes de máquinas e equipamentos agrícolas. A Lei não especifica, entretanto, o que o mercado pode ler com a colocação: “sem alterações acentuadas nos preços do produto”.

Essa hipotética liberdade não delimita as ações dos agentes da cadeia produtiva, que podem, individualmente, entender que 40% de aumento em cada etapa do processo não seja uma alteração de preço elevada, que redunde no final, para o consumidor, um aumento de 70 ou 80%. Falta regulação nesse sentido da comercialização. A Lei 11.922 citada não determina o “quantum” cada real financiado significa de cana-de-açúcar a ser plantada, colhida, volumes de açúcar ou etanol, ou energia produzida, portanto, sem regulação na parte relativa ao uso e a comercialização do bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar.

2.4 O ambiente produtivo da cana-de-açúcar

Com a desregulamentação, a partir da década de 1990, e com a abertura comercial, a região Centro-Sudeste passou a ser a principal região convergente de investimentos do SAG da Cana-de-açúcar.

Os grupos tradicionais produtores de açúcar e álcool do Nordeste passaram a canalizar seus investimentos para o Centro-Sudeste, quer por meio da instalação de novas unidades, quer pela remontagem de unidades produtivas, antes instaladas no Nordeste.

Ao mesmo tempo, o processo de integração de unidades e grupos do SAG da Cana-de-açúcar com as empresas transnacionais (TNCs), a partir da abertura comercial, tem se dado mais intensamente na região Sudeste e, em segundo lugar, no Centro-Oeste.

Isso é decorrência e fortalece a manutenção do fato de esta região estar na frente das demais regiões produtoras, tanto na produção de açúcar e etanol, quanto na produção de produtos diferenciados produzidos a partir da cana-de-açúcar, ou do próprio açúcar, incluindo aqui a bioeletricidade, sendo traduzida como a co-geração e geração de energia elétrica a partir da queima do bagaço e resíduos da cana.

É nessa região que, desde a década de 1970, se concentra a infra-estrutura de pesquisa agrícola e industrial que garante um diferencial de produtividade para as unidades nela instaladas, destacando a produção do etanol, especialmente a partir de 2003, com o lançamento no mercado brasileiro dos veículos *flex-fuel* (FFVs). Exemplo disso é a produção brasileira do etanol, nas duas regiões principais da cana-de-açúcar, em diversas safras.

Os estados com grande representatividade no SAG da Cana-de-açúcar são: Alagoas, São Paulo e Paraná, sendo que este último é o único produtor de álcool na região Sul do País.

A produção paulista de cana-de-açúcar, álcool (etanol) e açúcar constitui, respectivamente, 58%, 59% e 61% da produção brasileira. A região Sudeste contribui com 88% da produção de cana-de-açúcar, 89% de álcool e 90% de açúcar produzido no Brasil.

Nas demais regiões, destacam-se: o Paraná, no Sul do País, com 8% da produção nacional de cana-de-açúcar (ou 99,7% da região Sul), 8,3% da produção nacional de álcool (ou 99,5% da região Sul) e 7,55% da produção nacional de açúcar (100% da produção regional); Alagoas, no Nordeste, com 8,7% da produção nacional de cana-de-açúcar (significando 51,5% da região), 4,9% da produção nacional de álcool (o que equivale a 51,5% da produção nordestina) e 10% da produção nacional de açúcar (ou 55,7% do açúcar nordestino), dados esses todos fornecidos pelo MAPA, em 2007.

Desta forma, os estados mais representativos das regiões brasileiras são: Paraná, na região Sul do País; São Paulo, na região Sudeste; e Alagoas, no Nordeste. Dos estados do Centro-Oeste, Goiás destaca-se pelo crescimento em 81% da área plantada com cana-de-açúcar nesses últimos quatro anos (safras 1999/00 e 2003/04), representando 6,6% da produção canavieira do Brasil na última safra, alcançando a mesma expressão da produção paranaense e alagoana.

O crescimento no número de unidades processadoras de cana-de-açúcar, verificado na década de 2000, é decorrente do aumento dos preços do açúcar no mercado externo, após a crise do final da década de 1990, entre outras variáveis.

Além disso, o crescimento do número de usinas e destilarias não foi decorrente somente de usinas e destilarias que voltaram a operar, mas de novas unidades produtivas que foram construídas no período.

Os estados em que o número de unidades produtoras mais cresceu foram São Paulo, Goiás e Mato Grosso, onde o número de usinas em operação em 2003/2004 é maior do que o número em operação em 1991/1992.

Vale destacar que o crescimento maior foi verificado em São Paulo que, nesse período, aumentou em 37 unidades, enquanto que nos demais estados houve aumento de uma ou duas unidades apenas.

É necessário também chamar a atenção para uma tendência na concentração da produção no período 1991/1992 e 1999/2000, em que um número menor de unidades processou uma quantidade relativamente maior de cana-de-açúcar.

É na segunda metade da década de 1990 que mais intensamente ocorrem essas fusões e aquisições de usinas por grupos de usineiros e de outros segmentos industriais, exatamente no período da última crise no comércio internacional de açúcar, passada pelo setor, coincidindo com a fase de afrouxamento na regulação dos preços.

Examinando o histórico do desenvolvimento do cultivo da cana-de-açúcar no Brasil, nota-se a presença de algumas modificações relativamente recentes na geografia da cana, dada a importância econômica, estratégica e ambiental dessa commodity para o país.

A concentração da produção ainda efetivamente ocorre no estado de São Paulo, entretanto, outros estados estão dando início a plantações e usinas para processamento da cana e co-geração de energia elétrica para manter a sua própria produção e venda da energia excedente, além do beneficiamento da cana para a produção do açúcar.

A Figura 2.3 mostra as duas principais regiões de plantações de cana no Nordeste e no Centro-Sul brasileiros, destacando em vermelho os centros produtivos da cana no

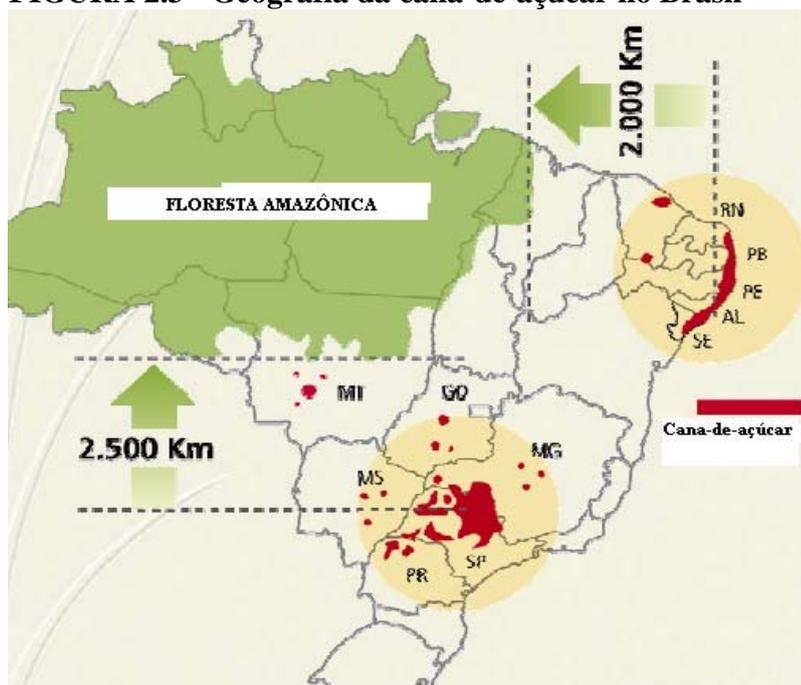
País e as distâncias destas da Floresta Amazônica (em verde), permitindo ao leitor de verificar por si mesmo que a cultura da cana-de-açúcar parece estar longe de afetar de alguma forma o pulmão do mundo.

A medida recente do governo federal de editar um Decreto estabelecendo a Zona Agroecológica do Bioma Amazônia e do Pantanal vem, no momento, pelo menos teoricamente, amainar os rumores vindos de todos os cantos do planeta contra o desmatamento indiscriminado da Amazônia.

Observa-se que 87% do cultivo da cana-de-açúcar se concentram nos estados da região Centro-Sul. Essa saturação, principalmente no Estado de São Paulo, está forçando a migração de usinas para outros estados vizinhos.

Estudos complementares sobre a geografia da cana-de-açúcar, elaborados por Nassar et al. (2008), são apresentados nas seções 3.1 e 3.2 deste trabalho.

FIGURA 2.3 - Geografia da cana-de-açúcar no Brasil



(Fonte: NIPE-Unicamp, IBGE e CTC, apud UNICA, 2008. Adaptado pelo Autor)

Nesses últimos anos, o negócio etanol tem chamado a atenção de muitos investidores nacionais e internacionais, inclusive Petrobrás, e, também, de aventureiros de todo tipo de qualificação financeira e tecnológica.

A Brenco, sigla em inglês para Companhia Brasileira de Energia Renovável, foi formada por pessoas de elevada reputação no mercado dos investimentos internacionais; entrou no mercado em 2007, na cidade chamada Mineiros, interior de Goiás, com o maior projeto em execução no setor de açúcar e álcool no Brasil. Segundo artigo da Revista Exame de 11 de fevereiro de 2009, até 2015, quando todas as dez usinas estiverem a pleno vapor, a empresa terá capacidade de moer 44 milhões de toneladas de cana e de produzir 4 bilhões de litros de etanol por ano.

As duas primeiras usinas, localizadas em Mineiros, vão entrar em operação nos próximos meses e devem produzir cerca de 260 milhões de litros de etanol na primeira safra. As demais unidades serão instaladas em outras cinco cidades dos estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

A Brenco é bom exemplo do dinamismo por qual passa o segmento do açúcar e álcool. Não haveria tamanha disposição de investimentos se os projetos abarcassem apenas a produção de açúcar, muito embora a Brenco esteja passando, momentaneamente, por algumas dificuldades administrativas.

É de fato o etanol que atrai, no momento, o interesse dos investidores, principalmente estrangeiros, não obstante, a co-geração de energia elétrica passou a ser cobiçada pelos usineiros tradicionais de açúcar e álcool, de vez que nas mesmas instalações para a produção do etanol é possível instalar caldeiras que produzam energia elétrica para movimentar as máquinas fabricantes do etanol e a energia excedente é vendida nos mercados ou livre ou regulado.

Nesse contexto, vale rever um pensamento interessante de Gazzoni (2008), pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa de Alimentos (Embrapa) a respeito das mudanças tecnológicas no setor sucroalcooleiro, como exposto a seguir.

Quem se acostumou a associar "cana" com "açúcar" terá que reformular seu mapa mental. Nos últimos cinco anos, a cadeia sucroalcooleira ganhou musculatura suficiente para investir em novos negócios, tanto em energia quanto na química fina. Até a década passada, o açúcar era o principal produto da cana, hoje substituído pelo etanol. Mas que deverá reinar por pouco tempo, pois duas ondas de negócios poderosos emergem a partir da cana: a bioeletricidade e os bioprodutos, resultantes das biorefinarias. Este é um conceito inspirado nas refinarias de petróleo, para gerar produtos que sucederão os derivados da petroquímica, como plásticos, polímeros e insumos para a química fina e farmacêutica. Por que a cana apresenta esta

potencialidade? Mais que tudo por sua alta densidade energética: uma tonelada de cana possui energia equivalente a 1,3 barril de petróleo (1,7 GJ) .(GAZZONI, 2008).

A firma Adecoagro, que atua nos setores de leite, carne, grãos, açúcar e etanol, que tem como principal sócio o húngaro George Soros, planeja investir 1.6 bilhão de reais até 2015. Esta empresa tem uma usina em Minas Gerais e está construindo outra no Estado do Mato Grosso do Sul.

A Cargill, de origem americana, é um dos maiores produtores de grãos e alimentos do mundo. Esta empresa adquiriu 63% de participação da empresa Cevasa, usina em Patrocínio Paulista, no estado de São Paulo.

A Global Foods uniu-se ao grupo Santa Eliza para criar a Companhia Nacional de Açúcar e Álcool (CNAA) e planeja investir no País 2 bilhões de reais na construção de quatro usinas entre os estados de Goiás e Minas Gerais.

O Grupo Tereos, sediado em Lilli, na França, é um dos maiores produtores de açúcar da Europa e detém 100% da Açúcar Guarani; 47,5% da Franco Brasileira de Açúcar (FBA) e 6,3% da Cosan. O grupo francês Rhodia está estudando a possibilidade de entrar no setor sucroalcooleiro, também.

Outros grupos internacionais estão interessados em participar do mercado brasileiro de açúcar e álcool (leia-se etanol) e, aparentemente, este movimento tende a crescer na medida em que um número maior de países mostra vontade de fazer adição do etanol à gasolina.

Segundo o BNDES, o Brasil pode participar efetivamente da meta de 10% de substituição da gasolina no cenário mundial (220 bilhões de litros). Para alcançar 50% desse objetivo, terá que multiplicar por quase sete vezes sua produção de etanol, chegando a algo em torno dos 110 bilhões de litros, o que resultaria em aproximadamente 1,5 bilhão de toneladas de cana-de-açúcar.

Informações detalhadas relativas ao cultivo e produção da cana-de-açúcar deixaram de ser mencionadas neste trabalho por estarem fora do seu escopo, não obstante, a organização Copersucar, com sede em São Paulo, que coordena as operações de 33 usinas nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná, as quais processam a cana-de-açúcar e a transformam em alimento industrial e doméstico que é o açúcar, podem ser colhidas em seu *website* na internet.

2.5 Fontes renováveis alternativas

O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA, foi estabelecido no ano de 2002 pela Lei nº 10.438, com o objetivo de aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos de produtores independentes autônomos que empreguem geradores eólicos, pequenas centrais hidrelétricas e usinas termoelétricas consumindo produtos da biomassa, no Sistema Elétrico Interligado Nacional (BAJAY e FERREIRA (2005).

Embora faltem medidas complementares de apoio do governo àqueles produtores independentes autônomos, o trabalho de Dantas Filho (2009) mostra, através de uma análise pontual de custos em quatro usinas do oeste paulista, que a co-geração e geração de energia elétrica, é um negócio interessante sob a ótica financeira e que pode ser replicado entre outros investidores ou usineiros já estabelecidos, pelo menos no Estado de São Paulo.

2.6 A bioenergia e o meio ambiente

O setor elétrico brasileiro é abastecido preponderantemente pela geração elétrica. A energia que vem dos rios tem sido responsável por cerca de 85% da carga elétrica do país, o que é uma participação gigante, especialmente quando se toma em conta a irregularidade das chuvas, concentradas no verão e início do outono, entre dezembro e abril.

Não se trata de sazonalidade pouco relevante: entre o pico das chuvas em fevereiro, e o piso, em agosto e setembro, há uma redução de dois terços da Energia Natural Afluente, conforme Macedo e de Sousa (2009). Se dependesse apenas da natureza, haveria energia elétrica sobrando na estação úmida e apagões durante a seca. É por isso que grandes reservatórios foram construídos. Eles têm objetivo de, ao armazenar a água excedente durante as chuvas, garantir o atendimento da demanda de energia na seca, reduzindo o impacto da sazonalidade.

Esse é o atual desenho dentro do sistema elétrico brasileiro, atestam Macedo e Sousa (op. cit.). Se ele pudesse ser desenvolvido indefinidamente, o debate sobre a matriz energética não teria muita urgência. Mas, o fato é que esse desenho tem restrição

de ordem geográfica. Não que o Brasil não tenha potencial hídrico a explorar, mas a verdade é que este potencial se encontra em posição de transição.

Não se trata de um problema a ser enfrentado em futuro distante. A evolução da geração de energia não tem sido acompanhada pelo aumento correspondente na capacidade de armazenamento. Em 2000, os reservatórios eram capazes de armazenar mais de seis vezes a energia equivalente a mais de seis meses de consumo. Em 2012, estima-se que consigam armazenar apenas quatro vezes e meia. E nos anos seguintes, sem novos reservatórios de porte, a capacidade de regularizar a geração de energia diminuirá ainda mais, atestam Macedo e de Sousa (op. cit.).

A forma mais rápida de efetivar essa transição seria acionar as geradoras termoelétricas nos meses secos. O problema é o custo elevado. A maior parte dessas termoelétricas gera uma energia cara e, muitas vezes, a partir de combustíveis fósseis e poluentes, utilizadas, portanto, na maioria das vezes, apenas como medida política de governo.

Aparentemente, essas termoelétricas foram contratadas com expectativa de baixa frequência de uso. O custo reconhecidamente elevado é compensado pela baixa utilização. Mas, se forem acionadas com mais regularidade, para suprir uma deficiência estrutural, acabarão impondo custos elevados à sociedade, arrematam Macedo e de Sousa (op. cit.).

Nos estudos elaborados pela Comissão Especial de Bioenergia, criada em 2007 pelo governador do Estado de São Paulo, destaca-se o “Zoneamento Sócio-Econômico e Agrícola de São Paulo”. Conforme Goldemberg, Nigro e Coelho (2008), o tema é de particular importância para o setor de bioenergia, porque tem pela frente um desafio extraordinário: o de garantir e comprovar sua sustentabilidade ambiental. Por ser referência mundial em biocombustíveis, cabe a São Paulo liderar esse processo, tanto para assegurar as condições do agronegócio como para difundir boas práticas em escalas nacional e global.

Os impactos ambientais ao longo das cadeias produtivas agrícola e industrial, foram consideravelmente reduzidos, destacando-se a fertirrigação com a vinhaça, o reúso de água e o gerenciamento de embalagens de agroquímicos, atestam Goldemberg, Nigro e Coelho (op. cit.).

Contudo, não podem ser ignoradas as pressões causadas pela vigorosa expansão da cultura da cana-de-açúcar no Estado, embora isso esteja ocorrendo predominantemente em áreas de pastagens pouco aproveitadas, arrematam Goldemberg, Nigro e Coelho (op. cit.). Seria importante verificar essa informação.

A Lei estadual nº 11.241/2002 estabelece o uso de máquinas nas áreas mecanizáveis para o ano 2021 e a partir de 2031 nas áreas atualmente não-mecanizadas. A legislação também estabelece a instituição gradual da mecanização antes desses prazos; por exemplo, até 2016, 80% das áreas de pouco declive devem estar mecanizadas e 10% das áreas atualmente não mecanizadas devem ser mecanizadas.

Em um acordo entre usineiros e ambientalistas, foi assinado o *Protocolo Agroambiental* em 2007. Este antecipa para 2014 o fim da queima da palha da cana-de-açúcar nas lavouras mecanizáveis do Estado de São Paulo e, para 2017, nas áreas atualmente não-mecanizáveis. Esse protocolo que tem caráter voluntário apresentava adesão, em março de 2008, de 85% das usinas do Estado e também da Associação dos Fornecedores de Cana. Para as áreas mecanizáveis, a previsão é que 70% do total esteja mecanizado até 2010.

De acordo com Goldemberg, Nigro e Coelho (op. cit.), como resultado prático, observa-se que, apesar do aumento da área colhida de cana na última safra em 548 mil hectares (17%) houve redução da área queimada em 108 mil hectares e já foram declarados aproximadamente 117 mil hectares de matas ciliares para proteção ambiental.

2.7 Considerações sobre esta seção

A cana-de-açúcar, que tem uma história interessante, é um elemento importante no contexto sucroagroenergético brasileiro, principalmente neste momento em que participa da dinâmica mundial dos biocombustíveis, como vetor de alívio à dependência do uso de combustíveis fósseis e por sua potencialidade de reduzir consideravelmente a emissão de gases de efeito estufa tanto no campo quanto no uso dos diferentes tipos de transportes, sem levar em conta o fato de agregar valor à empregabilidade, à alavancagem industrial na construção de usinas, refinarias e caldeiras, entre outros.

Do processo histórico da cana-de-açúcar, o episódio mais importante e crucial para a economia do país foi a criação e desenvolvimento do Proálcool, cujos frutos

poderão ser colhidos também por países do mundo inteiro a curto, médio e longo prazos.

A União da Indústria da Cana-de-Açúcar, UNICA, desenhou cenários, desde 2006 até 2020, para a produção da cana-de-açúcar, área cultivada, açúcar (consumos interno e exportação), etanol (consumos interno e exportação), e a participação da bioeletricidade na matriz elétrica do País, cujos dados têm bastante proximidade com as estimativas efetuadas pela Agência Internacional de Energia (AIE), como podem ser vistos na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Projeções para a indústria brasileira da cana-de-açúcar

	2006/07	2010/11	2015/16	2020/21
Produção cana-de-açúcar (milhões t)	430	601	829	1.038
Área cultivada (milhões ha)	6,3	8,5	11,4	13,9
Açúcar (milhões t)	30,2	34,6	41,3	45,0
Consumo interno	9,9	10,5	11,4	12,1
Excedente para exportação	20,3	24,1	29,9	32,9
Álcool (bilhões litros)	17,9	29,7	46,9	65,3
Consumo interno	14,2	23,2	34,6	49,6
Excedente para exportação	3,7	6,5	12,3	15,7
Bioeletricidade (MWmédio)	1.400	3.300	11.500	14.400
Participação na matriz elétrica brasileira (%)	3%	6%	15%	15%

Nota: e = dados estimados em agosto de 2008; geração adicional de eletricidade foi calculada baseada na utilização de 75% do bagaço disponível e 50% das folhas e palhas disponíveis (Fonte: UNICA, Copersucar e Cogen, 2008.)

3 A EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR E SUA SUSTENTABILIDADE

3.1 Introdução

Este estudo prevê o crescimento e explosão do uso e comercialização do bagaço e resíduos da cana, especialmente baseado nos dados estatísticos dos últimos anos e as projeções de produção da cana-de-açúcar para os próximos 10/20 anos. Há vários elementos que dão sustentação para as projeções tanto do COGEN, do IBGE, quanto da UNICA, além daqueles subsidiados pela Agência Internacional de Energia – AIE.

Este capítulo, portanto, pretende discutir a expansão da cana-de-açúcar e alguns de seus impactos, especialmente no âmbito ambiental, buscando problematizar sua sustentabilidade técnica, na tentativa de relevar a importância da criação de mecanismos de regulação para a governança do setor, seja na esfera federal, estadual ou municipal.

O cultivo da cana-de-açúcar tem sido importante desde o período inicial da colonização do Brasil e está hoje expandindo consideravelmente sua área de terra plantada, particularmente em razão da forte demanda pelo etanol e, talvez em um plano secundário momentaneamente, pelo crescimento da co-geração de energia.

A procura por etanol vem aumentando no mercado doméstico desde o ano 2003, possivelmente em decorrência da expansão da frota de carros “flex”, somada à sua boa receptividade no mercado internacional. Do ano 2000 a 2007, a área cultivada de cana-de-açúcar subiu dos cerca de 3 milhões de hectares (ha) para 7,9 milhões de ha, com base em dados do IBGE (2008a).

A Região Centro-Sul foi responsável por 95,7% do total desse crescimento.

A sustentabilidade dos biocombustíveis, a partir de produtos agrícolas, tem se tornado uma questão central, de vez que a utilização de biocombustíveis como forma de reduzir a emissão de gases de efeito estufa (GEE) tem ganhado bastante expressão. A análise do ciclo de vida completo do processo de produção de todo e qualquer alimento, baseada em carbono equivalente às emissões, é uma medida essencial para monitorar a sustentabilidade dos biocombustíveis.

A componente agrícola da produção de biocombustíveis é, portanto, um fator chave para que se evitem as emissões de carbono. Os produtos agrícolas, por sua própria característica, são grandes usuários de terras.

Plantações, sejam anuais ou permanentes, assim como a criação de gado, para corte e leite, ocupam entre 77 e 172 milhões de hectares, respectivamente, no Brasil, segundo o IBGE (2008b).

As mudanças de uso da terra devido à concorrência entre plantações e gado podem levantar questões relacionadas às emissões de GEE e se tornam ainda mais importantes quando a terra com vegetação natural (principalmente florestas e cerrados) é convertida em pastagem para gado ou produção agrícola.

Não existe metodologia reconhecida e inquestionável que possa determinar a quantidade de desmatamento causado pela expansão agrícola. Entretanto, o total de terra alocada para pastagens e plantações nas fronteiras pode ser interpretado como indicadores em que ambos os processos são correlacionados.

Uma vez que a sustentabilidade do etanol brasileiro está intrinsecamente associada aos efeitos das mudanças de uso da terra em função da expansão da cana-de-açúcar, tenta-se, neste trabalho, fazer breve exploração da expansão já ocorrida e esperada no Brasil e procurar entender o processo de mudança de uso da terra, tema pendente de mecanismo de regulação tanto para os empresários do setor quanto para o Governo.

A concorrência entre alimento e biocombustível aumenta a importância deste assunto e tem levantado preocupações econômicas e sociais sobre a mudança de uso da terra causada pela expansão dos biocombustíveis, mais um assunto para fazer parte de uma futura agenda dos mecanismos de regulação do uso e da comercialização do bagaço e resíduos da cana.

Diferentes opiniões de muitas organizações internacionais, governos estaduais brasileiros, organizações não-governamentais e pesquisadores estão colocando este debate no centro da mídia e da opinião pública mundial, entretanto, não há uma área do Governo Federal para tomar essas opiniões e idéias para si e buscar diálogo com outras áreas do próprio Governo, empresariado e sociedade. As idéias não têm eco para um

chamamento geral e abertura de questão, pelo menos até o presente momento. O Zoneamento Sócio-Econômico e Agrícola de São Paulo, assim como o Protocolo Ambiental 2007 já são boas iniciativas que devem prosperar no futuro.

Considerando que este debate não tem sido explorado com a profundidade necessária no Brasil, o trabalho de Nassar et al (op. cit.) apresenta um bom suporte à discussão com argumentos técnicos e científicos para efeitos futuros.

A mudança de uso da terra, como consequência da expansão da produção agrícola, bem como a devida concorrência por terras para atividades agrícolas, se refere a um tema ainda a ser desenvolvido no Brasil em termos de análise econômica e de modelagem.

Com exceção da análise focada nas mudanças de uso de terra relacionadas ao desmatamento na Amazônia Brasileira, que é bem monitorada pelas agências do governo brasileiro e organizações ambientalistas sem fins lucrativos, não existe monitoramento regular da transformação de paisagens naturais para fins de exploração agrícola. Embora o presente estudo tenha foco no Estado de São Paulo, é válido comentar que o Decreto 6.169 de 17 de setembro de 2009, estabelecendo o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar, acaba com as suspeitas sobre a exploração do Bioma da Amazônia para a exploração da expansão da cana-de-açúcar, pelo menos teoricamente.

Adicionalmente, há uma falta de modelos econômicos capazes de explicar e prever a alocação de terras e de mudanças do uso de terra como consequência da dinâmica das terras para pastagens e para plantações.

Não obstante, a complexidade associada à mensuração de mudanças de uso da terra no contexto de acesso ao ciclo de vida do carbono dos biocombustíveis, está grandemente relacionada à extensão de conceito. Duas são as formas sob votação, propostas por Nassar et al (op. cit.): mudança direta de uso da terra (Direct land use change – LUC) e mudança indireta do uso da terra (Indirect land use change – ILUC).

As mudanças de utilização da terra são medidas em termos de plantações e pastagens destinadas diretamente pela expansão da cana-de-açúcar. A mudança indireta do uso da terra ainda carece de estudos mais aprofundados.

Dados e informações são apresentados aqui com o objetivo de avaliar a relação de causa e efeito entre as áreas de expansão agrícola da cana-de-açúcar e outras culturas.

A mensuração das mudanças de uso da terra, como consequência da expansão da produção agrícola, olhando o passado e prevendo o futuro, é um processo completo e dinâmico. Assim, busca-se ajuda para encontrar diferentes metodologias para entendimento do processo: (1) na medição da mudança de uso de terra ocorrida, são utilizados dados primários baseados em imagens remotas (por satélite) e relatórios de licenciamento ambiental como dados secundários baseados em terras plantadas e colhidas e, (2) com relação às projeções de terras alocadas para a cana-de-açúcar, desenvolve-se um modelo de equilíbrio parcial baseado em respostas sobre demanda/fornecimento e lucratividade sobre as variações de preços.

Para dar continuidade ao tema, discutir-se-á, a seguir, sobre dinâmica da expansão da cana-de-açúcar no Brasil.

3.2 A dinâmica da expansão da cana-de-açúcar no Brasil

Antes de tratar de mudanças de uso da terra causadas pela expansão da cana-de-açúcar, é importante conhecer bem como as plantações de cana-de-açúcar estão espacialmente distribuídas no Brasil. O cultivo da cana-de-açúcar passou por períodos de franca, fraca e forte expansão ao longo dos mais de 400 anos de história no Brasil, entretanto, nos séculos XX e XXI o seu plantio vem ganhando mais e mais expressão, tendo em vista a sua relevância estratégica no comércio internacional e no mercado interno como fonte energética renovável e relativamente sustentável.

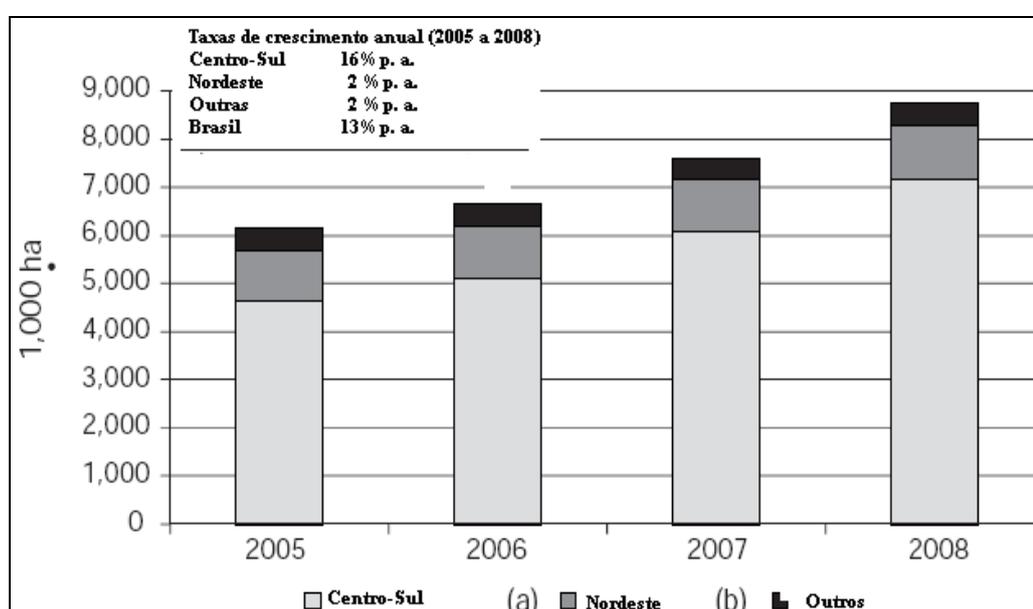
Essa relevância da cana-de-açúcar se faz mais marcante ainda após o advento do lançamento do programa de veículos *flex*, sem contar o Proálcool, que promoveu e fomentou a produção do etanol como o biocombustível ideal à maioria dos usuários no transporte de passageiros em especial, e a grande investida por usineiros do setor na cogeração de energia elétrica por intermédio da aquisição de novas propriedades para o cultivo da cana e até mesmo a conversão de pastagens em plantações de cana.

Com base em dados do Projeto Canasat sob os estados de São Paulo, Minas Geais, Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, além do IBGE (Instituto

Brasileiro de Geografia e Estatísticas) cobrindo todos os outros estados, estima-se que, em 2008, a área cultivada na Região Centro-Sul, onde se insere o Estado de São Paulo, foi de 7.4 milhões de hectares (ha) (85%) e na Região Nordeste foi de 1.3% milhões de ha (14,7%).

O Gráfico 3.1 apresenta a evolução média anual da área de cultivo de cana-de-açúcar nas três Regiões: Centro-Sul (compreendendo os seis estados mais importantes), Nordeste e todos os demais estados.

Gráfico 3.1 - Área plantada de cana-de-açúcar no Brasil, por regiões de produção, período de 2005 a 2008



(Fontes: (a) Canasat/INPE, compreendendo São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul; (b) PAM/IBGE (2005 e 2006) e LSPA/IBGE (2007 e 2008))

Conforme as estatísticas do IBGE, a Região Nordeste tem uma área de cana-de-açúcar relativamente estável, apresentando uma média anual de crescimento da taxa de 2%, enquanto a Região Centro-Sul, destacando-se o Estado de São Paulo, teve a taxa anual média de crescimento de 16% nos últimos 4 anos, sendo, assim, responsável por 95,4% do total da área de expansão da cana-de-açúcar no Brasil, de 2005 a 2008.

Durante aquele período a área de cana-de-açúcar no Brasil se expandiu a uma taxa anual de 13% (2,6 milhões de hectares), indo de 6,1 para 8.7 milhões de hectares.

São Paulo é o estado mais importante para a cana-de-açúcar, representando 55,7% da área total de cana-de-açúcar no Brasil em 2008. Os quatro estados com as

maiores áreas plantadas com cana-de-açúcar são: São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Goiás, os quais são responsáveis por 75,2% do total de área com cana-de-açúcar no Brasil.

De modo coincidente, aqueles estados mais os estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, experienciaram a maior expansão de área de cana-de-açúcar nos últimos anos.

Uma nova e promissora região para a plantação da cana-de-açúcar está localizada nos estados do Maranhão, Piauí e Tocantins, conhecida por muitos como MAPITO, pela somatória das iniciais daqueles estados, embora, em 2008, esses estados tenham representado apenas 0,25% da área cultivada com cana-de-açúcar no Brasil.

Por essa razão, para a avaliação da conversão de uso da terra e ocupação pela cana-de-açúcar se restringe a Região Centro-Sul, que inclui os estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso (ou Região Centro-Sul menos os estados do Rio de Janeiro, Espírito Santos, Santa Catarina e Rio Grande do Sul).

3.3 Medindo as mudanças de uso da terra

A análise feita por Nasser et al. (op. cit.), divide o trabalho sobre mudanças de uso da terra (LUC) – *Land Use Change* - causada pela expansão da cana-de-açúcar, basicamente em duas formas, ou seja, no Luc observado (tendências passadas) e LUC projetado (tendências futuras).

Três métodos diferentes foram utilizados para estimar a dinâmica de uso da terra já ocorrida e um outro método para projetar as tendências futuras.

Para o LUC observado e expansão da cana-de-açúcar foram utilizadas informações extraídas das imagens sensoras remotas, dados secundários do IBGE e pesquisa de campo através de estudos de licenciamento ambiental.

A análise das imagens de satélite compreende os estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

Fazendo uso de dados do IBGE de todos esses estados e, adicionalmente, sobre o Tocantins, Maranhão, Piauí e Bahia foram efetuados estudos a respeito em função da sua potencialidade de expansão de área agrícola futura no Brasil.

Para a pesquisa de campo, os estudos e análises foram concentrados sobre os estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, Goiás e Tocantins, onde são captadas tendências passadas e as de um futuro breve.

Com o propósito de estimar as áreas plantadas e colhidas no cultivo da cana-de-açúcar, dois bancos de dados do IBGE podem ser utilizados: um deles é elaborado a partir de pesquisas sistemáticas a respeito da produção agrícola (LSPA – Levantamento Sistemático da Produção Agrícola) e o outro é elaborado a partir da produção agrícola por prefeitura (PAM- Produção Agrícola Municipal).

Enquanto o primeiro daqueles inclui todas as áreas ocupadas por cana-de-açúcar – que consiste de áreas a serem colhidas e novas áreas a serem colhidas somente no próximo ano – o segundo inclui somente a área colhida em um determinado ano.

Os dados PAM são disponibilizados em todas as escalas geográficas, de 1990 a 2006, enquanto que os dados LSPA são previsões de anos anteriores e do corrente, sujeitos a mudanças. Uma outra fonte de dados relativos a áreas plantadas de cana-de-açúcar é a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Os dados da CONAB não são apresentados no presente estudo.

Informações sobre áreas plantadas com cana-de-açúcar podem também ser fornecidas pelo Projeto Canasat do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O Projeto Canasat monitora os estados mais produtivos e estima a área cultivada a partir de imagens transmitidas por satélite. Um resumo dos dados disponíveis no Brasil pode ser visto na Tabela 3.1

Tabela 3.1 - Áreas de cana-de-açúcar no Brasil (fontes e dados disponíveis)

Fonte	Coleta de dados	Período disponível	Dados apresentados	Nível de cobertura
IBGE	SONDA LSPA	1990-2006	Áreas plantadas e áreas colhidas	país (Brasil)
	SONDA PAM	1990-2006	Áreas colhidas	prefeituras (Brasil)

CONAB	Acesso a Plantações	2005, 2007-2008	Áreas plantadas	país (Brasil)
INPE/Canasat	Imagens de satélite	2003/2005-2008	Áreas plantadas	prefeituras Centro-Sul

(Fonte: Nassar et al., 2008. Adaptado pelo Autor)

Imagens de satélites podem ser importantes fontes de informação na avaliação das rápidas mudanças de uso da terra, tendo em vista a dinâmica atividade agrícola.

Foram definidos quatro tipos de uso e ocupação da terra: (1) Agricultura: para terras com solo cultivado; (2) Pastagens: terras de pastagens natural e antropogênica; (3) Reflorestamento: áreas plantadas com Pinus e Eucalipto; e (4) Floresta: terras ribeirinhas e outras florestas não importando o estágio de sucessão.

No estado de São Paulo, o tipo Citrus foi também considerado devido à sua relevância em termos de ocupação de terra e mudança para a cana-de-açúcar. Assim, esses cinco tipos foram responsáveis por quase todas as mudanças para a cana-de-açúcar.

A Figura 3.1 ilustra cada um desses tipos que aparecem em algumas imagens do satélite Landsat obtidas em duas datas diferentes: antes da mudança e uma data após a mudança para a cana-de-açúcar.

A primeira coluna de fotos na Figura 3.1, representa o tipo Agricultura. Na Data 1 (março de 2003), o campo tem a aparência de solo pobre (cinza-médio) e na Data 2 (maio de 2003) está coberta com uma plantação de inverno, provavelmente milho. Na Data 3 (abril de 2008), uma plantação madura de cana-de-açúcar pode ser claramente identificada (cinza-claros com caminhos bem definidos).

Seguindo a ordem da esquerda para a direita nas fotos da Figura 3.1, chamando-a de 3b, aparece uma mistura de diferentes categorias de vegetação e solo (cinza-meio claro). Na Data 1 a quantidade de vegetação é dominante (fim da temporada de chuvas), onde na Data 2 o solo se torna dominante devido à redução de quantidade de vegetação verde como resultado de menos volume de água dispensada às plantas (estação meio seca). Na Data 3, a plantação de cana-de-açúcar como pode ser vista em substituição ao campo de pastagens.

A sequência das fotos na Figura 3.1, a 3c, ilustra o tipo Citrus com seu padrão típico nas Datas 1 e 2, e uma plantação de cana-de-açúcar na Data 3. A foto 3d apresenta um campo típico de Floresta (Datas 1 e 2), que foi mudado para cana-de-açúcar na Data 3. Um campo transformado do tipo Reflorestamento para cana-de-açúcar aparece na Foto 3e daquela Figura 3.1.

Vale mencionar que a Figura 3.1 ilustra, somente de modo simplificado, parte do procedimento total para identificar os diferentes tipos de uso da terra, que foram mudados para cana-de-açúcar em cada ano no período analisado.

Em diversas ocasiões um número maior de imagens foi necessário para identificar claramente os tipos que mudaram para a cana-de-açúcar. O software SPRING permite cruzar imagens obtidas em diferentes datas para alternar vistas da mesma área, facilitando a interpretação visual, resultando numa melhor extração de informação correta registrada em imagens coloridas multiespectrais de satélite.

FIGURA 3.1 - Tipos de uso e ocupação de terra

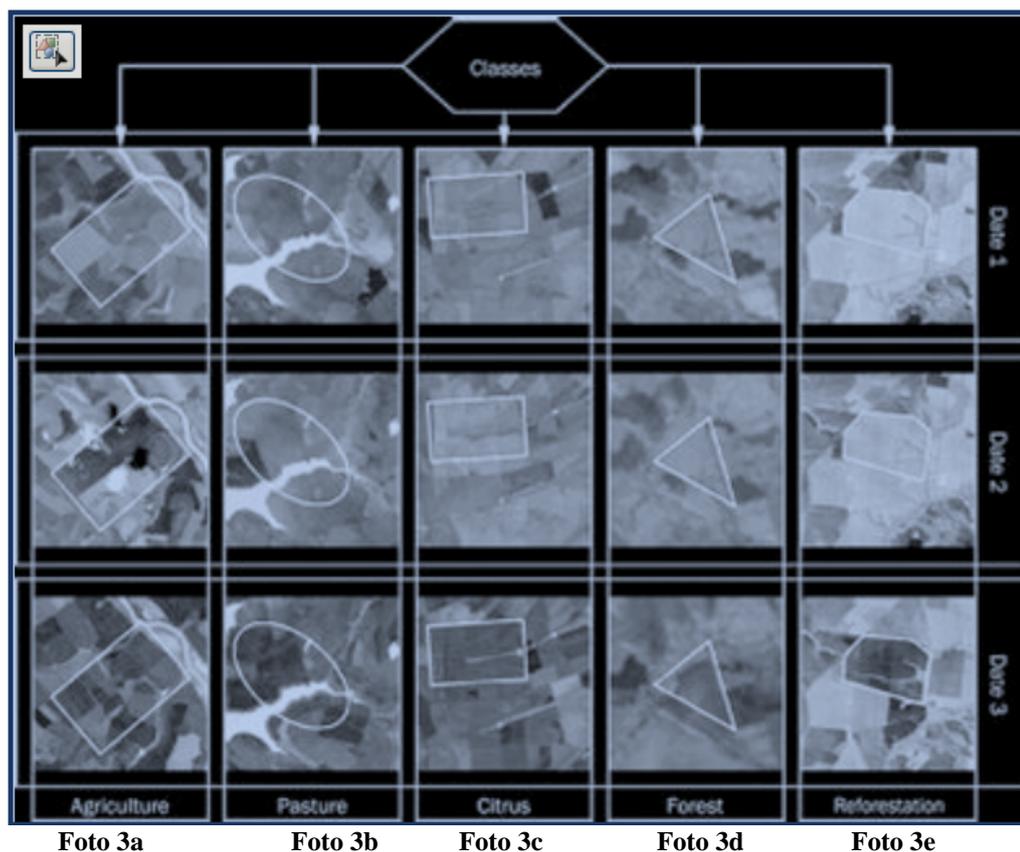


Foto 3a **Foto 3b** **Foto 3c** **Foto 3d** **Foto 3e**
 (Fonte: INPE (Landsat, março 2003 (data 1); maio 2003 (data 2) e abril 2008 (data 3). Adaptada pelo Autor)

O objetivo do método aplicado por Nassar et al. (op. cit.) é o de analisar os dados secundários sobre o uso de terras da cana-de-açúcar e outras terras cultiváveis com a finalidade de verificar como a substituição entre esses usos se comportaram nos últimos anos, em diferentes áreas do Brasil inteiro.

Em sabendo como a expansão da cana-de-açúcar ocorreu e como outros usos de terra ocorreram, é um primeiro passo para poder tecer comentários sobre o LUC (direct land use change) e ILUC (indirect land use change) causado pela produção do etanol.

A análise aqui desenvolvida tem por base o modelo “Shift-share”, adaptado para o propósito deste estudo. O modelo “Shift-share” olha para o *mix* das atividades e verifica se elas estão sendo mudadas de um lado para outro ou, ainda, para longe da área sendo estudada (OLIVEIRA et al., 2008).

O modelo “Shift-share” decompõe a área de crescimento de uma atividade agrícola em uma região, em um dado período de tempo, em duas vertentes: (1) efeito crescimento, que é a parte da mudança atribuída à taxa de crescimento da agricultura

como um todo e (2) o efeito *mix* agrícola (efeito substituição), que se refere à mudança em cada distribuição de plantio da área total cultivada.

A soma dos dois efeitos representa a mudança efetiva na área total da cana-de-açúcar dentro de uma certa região e em um determinado período de tempo.

Os autores desse estudo consideraram 2002 como o ano base, quando as últimas expansões da cana-de-açúcar se iniciaram e, 2006, como o ano dos últimos dados fornecidos pelo PAM- IBGE.

Tomando por base uma área expandida de cana-de-açúcar, colhida em um determinado ano, assumindo-se que foi plantada entre 12 e 18 meses antes, é necessário que se observe o uso da terra um ano antes disso.

As três categorias de uso da terra observados foram: (a) cana-de-açúcar; (b) outros cultivos (plantações anuais ou permanentes, excluindo cana-de-açúcar e (c) pastagens. As terras de pastagens foram estimadas utilizando-se a taxa de criação de gado devido ao fato dos dados sobre área de pastagem estarem disponíveis somente no Censo do IBGE de 1996 a 2006, enquanto dados a respeito dos rebanhos de gado estão disponíveis o ano todo.

Dessa forma, a taxa de criação de gado para 1996 e 2006 foi calculada e uma média anual de crescimento no período foi considerado.

As áreas de pastagens para os anos analisados, de 2001 a 2005, foram obtidas dividindo o rebanho pela taxa de criação de gado.

A área total cultivável é obtida pela soma dessas três categorias e deveria representar a dinâmica agrícola em geral. Os dados utilizados para a análise são a diferença entre o período final e o ano base, de modo que números positivos significam que houve um aumento no período, enquanto números negativos significam que a área foi reduzida.

3.4 Estudos de casos através de relatórios de licenciamento ambiental

Este método se refere a um estudo empírico, que tem por objetivo juntar dados do campo em usinas de açúcar e etanol em seis estados onde os cultivos estão sob forte expansão ou espera estar em futuro breve: São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Tocantins.

Informações sobre impacto ambiental apresentadas em arquivos de licenças ambientais de organismos governamentais, podem ser fontes úteis de dados a respeito de muitos impactos ambientais, sociais e econômicos causados por qualquer tipo de negócio.

Licenciamento ambiental é um instrumento importante presente nas políticas ambientais brasileiras e todas as usinas de açúcar e etanol devem ter essa licença para poder operar.

Agências de governo, responsáveis pela emissão de licenças ambientais, órgãos federais no caso, definem qual tipo de estudo será necessário e o que o empreendedor deve apresentar.

O tipo mais complexo de estudo exigido será o “Estudo de Impacto Ambiental” – (EIA). Este estudo a ser feito pelo empresário, contém todas as características do negócio, um diagnóstico das áreas e seu entorno (aqui é incluída a informação sobre o uso da terra) e os impactos que causarão (incluída a eliminação de vegetal natural). Mesmo nos estudos menos complexos, este tipo de informação deve ser apresentado.

Por intermédio dos estudos ambientais utilizados para obtenção da licença e através do banco de dados das agências de governo, pode-se conseguir informação exata da localização das usinas e a viabilidade econômica da área do entorno onde a cana-de-açúcar será cultivada.

Em conhecendo o uso atual da terra nessas áreas, no momento do estudo, pode-se saber o uso da terra antes mesmo das plantações de cana-de-açúcar, bem como o tipo original de paisagem natural quando o projeto estiver concluído.

O sistema de licenciamento ambiental brasileiro é composto de três fases diferentes, cada uma delas implicando uma licença diferente. O estudo ambiental exigido pela agência de governo apropriada tem de ser submetido e aprovado para obter a Licença Prévia (LP). A LP certifica a viabilidade ambiental do projeto com relação à

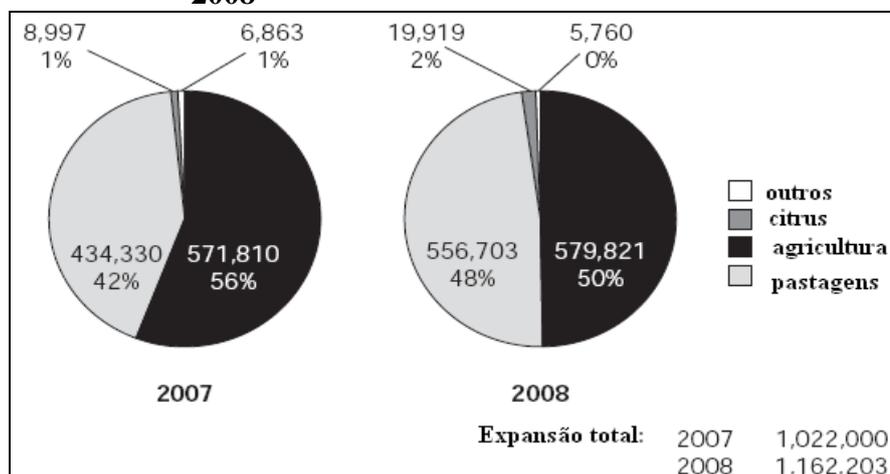
localização específica e isso significa que o empreendedor pode pedir a Licença de Instalação (LI). Somente com a LI é possível, legalmente, dar início à construção da usina, entretanto, para dar início às operações e produção, é necessária a Licença de Operação (LO).

Geralmente, a análise da LO toma muito tempo em virtude da necessidade da Agência de governo efetuar análises aprofundadas tais como o EIA (estudo de impacto ambiental), enquanto para emitir as duas outras licenças, os períodos de aprovação são normalmente maiores.

3.5 A dinâmica de trocas de terras no processo da expansão da cana-de-açúcar

Em ambos os anos, 2007 e 2008, os tipos Pastagens e Agricultura, juntos, foram responsáveis por 98,1% do total da área deslocada pela expansão da cana-de-açúcar (2.184 mil hectares). O tipo Pastagens foi responsável por 45,4% (0,991 milhão de hectares) e o tipo Agricultura foi responsável por 52,7% (1.152 mil hectares) da área deslocada para a cana-de-açúcar.

Gráfico 3.2 -Áreas em hectares e porcentagens dos tipos de uso de terra deslocados para a expansão da cana-de-açúcar nos estados de maior produção de açúcar na Região Centro- Sul, em 2007 e 2008



(Fonte: Nassar et al., 2008. Adaptado pelo Autor)

Cerca de 1,3% da expansão da cana-de-açúcar substituiu o tipo Citrus (28.916 ha) e 0,58% (12.823 ha) dos tipos Reflorestamento e Floresta juntos. Este Gráfico 3.2 mostra que o tipo Agricultura foi mais deslocado que Pastagens para a expansão da cana-de-açúcar, entretanto, o tipo Pastagens aumentou de 42,5% para 47,9% a sua

contribuição relativa, enquanto o tipo Agricultura reduziu a sua contribuição relativa de 55,9% para 49,9% de 2007 a 2008.

A equipe de Nassar (op. cit.) conclui que as imagens de satélite obtidas sistematicamente pelos satélites Landsat e CBERS possibilitaram identificação precisa dos tipos de uso de terra definidos no trabalho, os quais foram deslocados para a mais recente e relevante expansão da cana-de-açúcar no Brasil.

A interpretação visual das imagens de satélite na tela do computador é trabalho árduo, porém, permite classificação exata das áreas de interesse que produzem classificação temática confiável através de procedimentos objetivos e mensuráveis, atestam os técnicos envolvidos nos estudos.

Muitas das usinas existentes estão solicitando licenças para expandir sua capacidade de processamento da cana e alguns projetos de novas usinas estão na situação de análise de licença.

Coelho et al. (2007), citados por Nassar (op. cit.), afirma que alguns estados analisam o impacto desta recente expansão da cana-de-açúcar sobre outros tipos de cultivos no estado, resultando especialmente em redução de pastagens, citrus e plantações de milho.

Camargo et al. (2008), também citados por Nassar (op. cit.), declara que o arrendamento de terras tem aumentado em média 12,6%, de 2001 a 2006, no estado de São Paulo, contribuindo para diminuir a expansão da cana-de-açúcar, o que pode provocar a expansão da cana-de-açúcar em outros estados.

Foram verificados dois fatos significativos com relação às mudanças de uso da terra causados pela cana-de-açúcar. No primeiro, muitos dos projetos que estavam considerando o uso de pastagens para o cultivo da cana-de-açúcar, levaram em conta a necessidade de um ou dois anos cultivando outros tipos de plantação, como a soja por exemplo, antes de plantar a cana-de-açúcar, para, assim, poder melhorar a qualidade do solo da terra de pastagens com baixa produtividade (relativo à estrutura e/ou fertilidade da terra).

Este fato abordado pode explicar, pelo menos parcialmente, a relativa grande proporção da expansão da cana-de-açúcar sobre o tipo Agricultura detetado pelas análises de imagens de satélites.

O outro fato significativo é o uso comum de rotação de plantio durante o processo de renovação da cana-de-açúcar. Após certo número de colheitas, geralmente cinco ou seis, a rentabilidade da cana-de-açúcar é reduzida e, portanto, o campo de plantação de cana-de-açúcar deveria ser renovado. Este procedimento é usual dentro do processo de plantio de cana-de-açúcar chamado de “18 meses”. Neste caso, uma plantação anual de alimento, como a soja, pode ser cultivada durante a estação de verão.

Portanto, isso significa que cerca de 15 a 20% da área plantada com cana-de-açúcar pode ser cultivada com plantação anual qualquer objetivando melhorar a qualidade do solo, prevenir erosão e contribuir para a produção de alimentos.

Apesar desta prática não ser utilizada em todas as plantações de cana-de-açúcar, ela está sendo disseminada rapidamente e, provavelmente, será usada na maior parte do País.

3.6 Implicações das mudanças de uso da terra

Estimativas desenvolvidas pela equipe de Nassar (op. cit.) indicam que a área de cana-de-açúcar colhida no Brasil vai chegar a 11,7 milhões de hectares em 2018, partindo da base de 7,8 milhões de hectares em 2008.

A área alocada para outras plantações (soja, milho, algodão, arroz e feijão) deve crescer de 37,8 milhões de hectares para 43,8 milhões de hectares até o ano 2018. A área de Pastagens vai mover-se na direção oposta, sendo reduzida de 165 para 162 milhões de hectares.

A Tabela 3.2, mostrada a seguir resume o crescimento esperado na Região Centro-Sul. Os resultados mostram que a expansão de grãos e cana-de-açúcar são totalmente compensados pela redução de área de pastagens. Estimativas também confirmam que a produção bovina está melhorando em termos de produtividade, dado que o rebanho está crescendo apesar da redução da área de pastagens.

TABELA 3.2 - Centro-Sul: alocação esperada de terra para cana-de-açúcar, grãos e pastagens (1.000 ha.)

	2008	2018	Crescimento líquido
Cana-de-açúcar (ha)	6,359	9,654	3,295
Grãos (ha)	26,332	29,529	3,198
Pastagens (ha)	92,328	86,215	-6,113
Total (ha)	125,018	125,398	380
Rebanho (cabeças)	119,399	125,501	6,102

(Fonte: Nassar et al., 2008. Adaptado pelo Autor)

Análise detalhada para a Região Centro-Sul, sobre a expansão da cana-de-açúcar, plantações em geral e pastagens, foi desenvolvida objetivando a padronização das regiões produtoras focando as mudanças de uso da terra no passado.

O Gráfico 3.3 mostra os resultados obtidos em São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, embora o foco deste estudo seja o Estado de São Paulo. A expansão da cana-de-açúcar segue as tendências em termos de mudanças de uso da terra, similares àquelas observadas no passado.

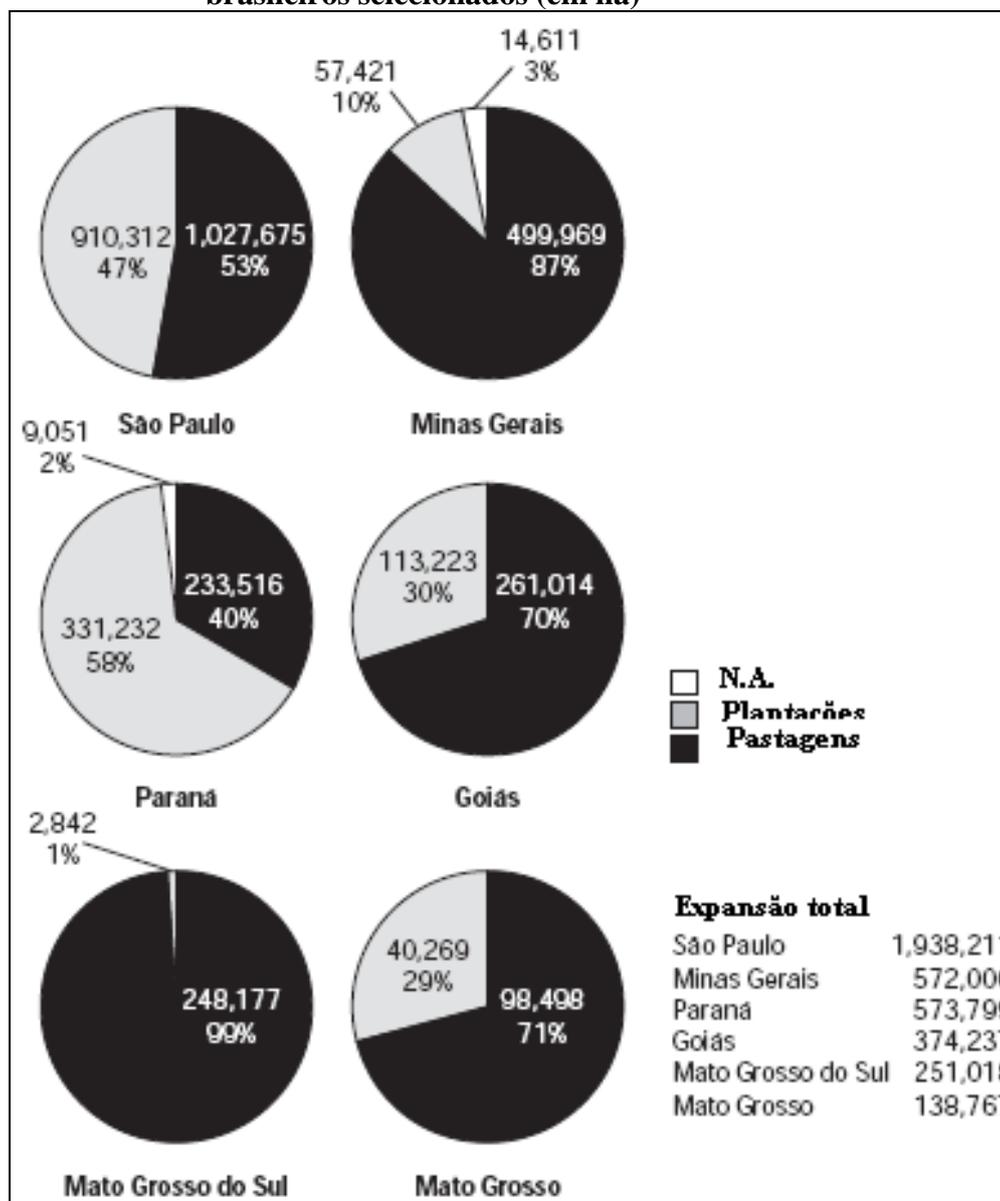
Não fosse pelo interesse econômico e financeiro de investidores, usineiros, fazendeiros e oportunistas, dificilmente seria observada tamanha movimentação de aquisições de terras e transformações de pastagens em plantações de cana-de-açúcar.

Prova disso são os 400 anos anteriores onde o açúcar era um verdadeiro ouro procurado pelos europeus e não havia tanto fomento e procura por terras para o cultivo da cana-de-açúcar.

Com a expansão do mercado do açúcar, do etanol e da bioeletricidade como um todo, é impossível estabelecer algum critério de medida onde os investimentos e procura por terras para cultivo da cana vão acalmar.

Em não havendo algum mecanismo de regulação para a produção e comercialização da cana-de-açúcar, pode-se calcular infindáveis dificuldades jurídicas em função em invasões de terras, desobediência aos princípios legais do direito de propriedade, entre outras situações.

Gráfico 3.3 - Projeção de deslocamento de plantações e pastagens devido à expansão da cana-de-açúcar, de 2008 a 2018, em estados brasileiros selecionados (em ha)



Nota: NA significa não alocada para área produtiva anterior
(Fonte: Nassar et al., 2008. Adaptado pelo Autor)

A variação absoluta mostra que a expansão será maior em São Paulo, com 1,9 milhões de hectares de expansão. Entretanto, a variação relativa mostra que Minas Gerais (98 por cento de crescimento em comparação a 2008), Paraná (98 por cento de expansão), Goiás (118 por cento de expansão) e Mato Grosso do Sul (105 por cento) são estados onde a cana-de-açúcar vai apresentar a expansão mais dinâmica.

Mesmo em estados onde o rebanho bovino tende a ser diminuído, como em São Paulo e Paraná, a redução de área de pastagens não compromete a produção de carne e

leite, em princípio. Nos estados do Centro-Oeste, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, as áreas de pastagens estão sendo reduzidas e o rebanho de gado projetado está aumentando, mostrando fortes ganhos de produtividade.

Vale salientar que áreas de pastagens devem aumentar na Região da Bioma Amazônia e pantanais matogrossense em função do Decreto 6.169 de 17 de setembro de 2009, que estabelece o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar. Entretanto, esta expansão acontece independentemente de outras regiões, tendo em vista que o rebanho bovino está aumentando na Região Centro-Sul, que é a região da expansão da cana-de-açúcar.

A análise dos principais aspectos ambientais relacionados ao setor sucroalcooleiro no Brasil feita por Szmrecsányi et al (2008) ressalta que “alguns desses impactos só adquirem caráter negativo em função de características do desenvolvimento histórico do setor no País, principalmente com relação ao fato de tratar-se de uma monocultura extensiva e concentradora (em termos fundiários, econômicos, sociais e políticos), disseminada em larga escala e sem obedecer a qualquer zoneamento ecológico”

Szmrecsányi et al (op. cit.) afirmam, ainda discorrendo a respeito dos aspectos ambientais, que aspectos como a erosão e a compactação do solo, contaminação por uso de agrotóxicos e fertilizantes, degradação da paisagem, redução da biodiversidade, entre outros, tornam-se preocupantes no caso canavieiro, mais em função daquelas características da forma de expansão e da distribuição espacial do setor, do que propriamente por serem aspectos intrínsecos ou específicos dessa cultura.

Szmrecsányi et al (op. cit.) conclui o pensamento dizendo que esses são impactos que podem também ser identificados em outras monoculturas praticadas em larga escala, como a soja ou o reflorestamento por eucaliptos.

3.7 Estoques de carbono

Um dos principais efeitos causados pelas mudanças de uso da terra é a variação da quantidade de estoques de carbono sob os diferentes subsistemas, nomeadamente no solo e na biomassa acima do chão na área. Analisando os efeitos ambientais causados pelos diferentes regimes de uso da terra, a contabilidade dos carbonos teria que ser levada em conta. É preciso saber quanto carbono deveria ser colocado ou liberado no ar sob os diferentes tipos de uso da terra comparado aos dados anteriores de uso.

Pode-se dizer que um fator limitante para desenvolver uma análise profunda dessa contabilidade é a falta de monitoramento de longo prazo para acessar precisamente essa dinâmica ao longo do tempo. Os estoques e fluxos de carbono para grandes plantações como a soja, milho, algodão e cana-de-açúcar têm sido estudados de modo extensivo, porém, de maneira geral, utilizando diferentes metodologias. Há também outros fatores que afetam os resultados como gerenciamento e produtividade da plantação, propriedades físicas e químicas do solo, clima e história de uso da terra, por exemplo.

Em países de grande extensão territorial como o Brasil, há muitas condições climáticas e tipos de solos bastante diferentes. As diferentes características de cada região influenciarão a armazenagem do carbono potencial.

Um solo argiloso, por exemplo, tem a capacidade de armazenar mais matéria orgânica e, conseqüentemente mais carbono, do que um solo arenoso, em função das suas propriedades físicas. Em climas quentes e úmidos, a taxa de deposição e decomposição de matéria orgânica é maior que em climas secos e frios, facilitando o acúmulo de carbono no solo.

A distribuição espacial das plantações edafoclimáticas (características de solo e interações climáticas) depende de sua lucratividade. Essas interações influenciam o conteúdo de carbono no solo e nas biomassas, que também são afetadas pelas práticas de gerenciamento do solo, tais como lavoura mínima, que pode significativamente aumentar o conteúdo de carbono no solo, por exemplo.

A história de uso da terra é também relevante no processo de acesso e explicação a respeito dos atuais níveis de carbono, quando mudanças de uso da terra efetivamente

ocorrem. Os estoques de carbono relativos ao solo levam muitos anos para alcançar um novo equilíbrio de carbono.

Se o carbono é medido em um sistema novamente cultivado, o carbono presente no solo está realmente refletindo o conteúdo de carbono de uma vegetação existente anterior e não uma consequência de uso da terra atual. A Tabela 3.3 apresenta os estoques de carbono no solo para algumas plantações brasileiras específicas e na vegetação nativa, para efeito elucidativo. Outras informações relativas ao estoque de carbono deixaram de ser mencionadas aqui neste trabalho em virtude da sua vasta complexidade.

Tabela 3.3 - Estoque de carbono em solo de plantios específicos, em vegetação nativa

Biomassa	Estoques de carbono no solo (Mg/ha)
Campo Limpo - savana de gramíneas (a)	72
Floresta sub-tropical (b)	72
Floresta tropical (c)	71
Pastagem natural (d)	56
Soja (e)	53
Cerradão - savana lenhosa (a)	53
Pastagem com manejo (f)	52
Cerrado - savana típica (a)	46
Cana-de-açúcar sem queimada (g)	44
Pastagem degradada (h)	41
Milho (h)	40
Algodão (i)	38
Cana-de-açúcar queimada	35

(Fontes: (a) Lardy et al. (2001); (b) Cerri et al. (1986); (c) Trumbore et al. (1993); (d) Jantalia et al.(2005)/ (e) Campos (2006); (f) Rangel e Silva et al. (2007); (g) Estimativas de Galdos (2007); (h) d'Andrea et al. (2004); (i) Neves et al. (2005), conforme Marcedo e Seabra, 2008. Adaptado pelo Autor).

De acordo com a CONAB – Companhia Nacional do Abastecimento, filiada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a área de cana de açúcar expandiu 653.722 hectares, no período 2007/2008, em nível nacional, ocupando áreas anteriormente cobertas de pastagens (67%), soja (16,9%), milho (4,9%) e 2,4% dessas novas áreas expandidas em vegetação nativa do cerrado (savana com gramíneas).

Esse avanço das áreas de plantações de cana-de-açúcar tende a ganhar proporções gigantescas no médio prazo, já que produzir etanol não é só do interesse nacional, mas também de muitas multinacionais, como já descrito aqui neste trabalho.

Aliado a esse fator, o ganho com a venda dos estoques de carbono no mercado financeiro tem atraído mais e mais investidores, oportunistas e especuladores do setor sucroenergético.

Esses elementos são objeto de constantes discussões tanto por aqueles que subestimam a produção de cana-de-açúcar quanto por aqueles que superestimam o cultivo da cana-de-açúcar, principalmente no que tange à disponibilidade e preços dos alimentos.

Especificamente no Estado de São Paulo, no que diz respeito às áreas de zoneamento de Reserva Legal e de APP's (Áreas de Preservação Permanente), essas considerações não fazem parte das discussões.

3.8 A água e a vinhaça

Por possuir a maior disponibilidade de água no globo terrestre, com 14 por cento da superfície de águas e o equivalente de fluxo anual no subsolo aquífero, o uso de irrigação de plantações no Brasil é mínimo (~3.3 Mha., comparado aos 227 Mha no mundo). Praticamente toda a produção de cana-de-açúcar no estado de São Paulo é desenvolvida sem irrigação (DONZELLI, 2005), apud Macedo e Seabra, (2008).

Os níveis de captação e liberação de água para uso industrial têm sido reduzidos substancialmente nos últimos anos, de cerca de 5 m³/ton de cana-de-açúcar colhida em 1990 e 1997 para 1.83 m³/ton de cana-de-açúcar em 2004, tendo o estado de São Paulo como exemplo.

Pesquisas recentes podem induzir as usinas de cana-de-açúcar a se converterem de consumidores de água para exportadores industriais de água, conforme atesta a empresa Dedini, um dos maiores fabricantes de usinas de cana-de-açúcar e fornecedor de equipamentos para a produção de etanol, desenvolveu uma nova tecnologia que permite o processo de transformar a cana-de-açúcar em etanol ser muito mais eficiente e no final desse processo, as usinas estarão em condições de vender cerca de 300 litros de água por tonelada de cana-de-açúcar. Vale verificar a fundamentação dessa informação.

A vinhaça (ou vinhoto) é um subproduto dos processos de fermentação e destilação do álcool, e sua disponibilidade é proporcional à escala de sua produção. Dependendo dos processos utilizados, cada litro de álcool dá origem a dez ou mais litros

de vinhaça, sendo a proporção de 1:12 o valor médio mais aceito, conforme Szmrecsányi et al (2008, p. 118).

Ainda segundo Szmrecsányi et al (op. cit.), a vinhaça constitui um dos grandes problemas ambientais, quando lançada nos meios hídricos, pois apresenta alta demanda bioquímica de oxigênio, possuindo ação redutora extremamente alta e requerendo elevada taxa de oxigênio para estabilizar-se. Resiste tenazmente aos métodos usuais de tratamentos de resíduos, é muito volumosa, apresenta características ácidas e corrosivas, o que dificulta o seu armazenamento e transporte sem prévio tratamento.

A vinhaça é de alta nocividade aos animais aquáticos, como sapos, peixes e crustáceos; ela destrói peixes larvófagos, causando desequilíbrio; mata a microflora, a microfauna e as plantas aquáticas submersas e flutuantes; apresenta ainda problemas de insalubridade como mau-cheiro, devido à formação de gases decorrentes da decomposição anaeróbica, que podem apresentar características de toxicidade; confere à água gosto, turbidez e cor; agrava o problema da malária por aumento da quantidade de pernilongos e favorece o aparecimento de endemias, como a amebíase e esquistossomose, quando lançada nas águas de rios e lagos (CRUZ, 1991, p. 6), conforme Szmrecsányi et al (op. cit.).

No Brasil, até o final da década de 1970, os efluentes eram usualmente lançados diretamente nos cursos d'água. No caso específico da vinhaça, essa prática era recorrente, explicam Szmrecsányi et al (op. cit.), até que, em 1978, foi publicada a Portaria Minter nº 323, de 29/11/1978, e em 1980, a Portaria Minter nº 158, de 03/11/1980, que passaram a proibir o lançamento direto ou indireto desse resíduo em mananciais.

Na visão de FERREIRA e MONTEIRO, (1987), de modo geral, a vinhaça contém elevado nível de matéria orgânica e potássio e é relativamente pobre em nitrogênio, cálcio, fósforo e magnésio (FERREIRA e MONTEIRO, 1987). Entre as vantagens do uso da vinhaça inclui a elevação de capacidade de troca entre pH e cátiun, melhoria da estrutura do solo, aumento de retenção da água e desenvolvimento da micro flora e micro fauna do solo.

Essa explicação de Szmrecsányi et al (op. cit.) acima vem a confirmar cabalmente o núcleo duro deste trabalho concernente à necessidade de haver

mecanismos de regulação no uso e na comercialização do bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar, na medida em que, deixando à livre vontade dos agentes econômicos, o interesse financeiro tem a prerrogativa e liderança na ordem das escolhas e isso requer legislação e fiscalização para evitar catástrofes incalculáveis.

3.9 Solo e fertilizantes

A sustentabilidade do cultivo aumenta com a proteção contra a erosão do solo, perdas pela umidade e compactação e com a fertilização correta. No Brasil, há solos que vêm produzindo cana-de-açúcar por mais de 200 anos, com rentabilidades sempre crescentes e elevação do estoque de carbono pelo conteúdo do solo, entretanto, vários autores fazem duras críticas aos resultados atroz da monocultura da cana-de-açúcar ao solo pelo uso exarcebado de agrotóxicos e fertilizantes.

Luiz et al. (2004), conforme Szmrecsányi et al. (2008), estudando o impacto potencial das atividades agrícolas nas águas subterrâneas na Região Metropolitana de Campinas, SP, composta por 18 municípios, constaram que a cultura de cana-de-açúcar respondeu isoladamente por 36,5% do consumo presumido de adubos NPK na região. Isso era reforçado pelo fato de o município com maior consumo de NPK (13,1% de toda a região) ser o de Santa Bárbara do Oeste, que tinha 94% de sua área cultivada ocupada por cana-de-açúcar.

3.10 Gerenciamento de doenças, insetos e ervas daninhas

De acordo com Arrigoni e Almeida (2005) e Ricci Junior (2005), apud Macedo e Seabra (op. cit.), as estratégias para controles de doenças devem envolver o desenvolvimento de variedades resistentes a doenças, dentro de grandes programas de melhoria genética. Através deste lema foi possível manter sob controle algumas doenças significativas como SCMVC (sugarcane mosaic virus, 1920), cuja tradução livre é vírus mosaico da cana-de-açúcar, 1920, a ferrugem da cana-de-açúcar, o *Ustilago scitaminea*, a ferrugem *Puccinia melanocephala* (da década de 1980), e o SCYLV (vírus da folha amarela da cana-de-açúcar, da década de 1990), através da substituição por variedades suscetíveis.

O método de monitoramento de pestes do solo em áreas de reforma permitiu uma redução do problema em 70% através do controle químico (conforme dados do CTC), cujo impacto foi a redução de custos e riscos para os trabalhadores e meio-ambiente.

A cana-de-açúcar, como cultura permanente de ciclo anual e de propagação vegetativa, forma um cultivo plantado dentro de certa variedade que é reformada somente após 4 a 5 anos de utilização comercial. Essas características definem que, usar variedades geneticamente resistentes a doenças nas grandes plantações, é a única opção de controle de doenças economicamente viável.

O consumo de inseticidas em plantações de cana-de-açúcar é inferior ao válido para citrus, milho, café e soja; além do reduzido uso de inseticida, o de fungicidas é virtualmente nulo, conforme a revista *Agrianual* (2008). Entre as principais pestes da cana-de-açúcar, que são biologicamente controláveis, encontram-se o besouro da cana-de-açúcar, o *Migdolus fryanus*, sendo essa a mais representativa, e a cigarrinha, *Mahanarva fimbriolata*. Szmrecsányi et al (op. cit. p. 111) afirmam que em 2002, a cultura da cana-de-açúcar respondeu por 11,5% das vendas de agrotóxicos no Brasil, atrás apenas da soja.

O besouro da cana está sujeito ao maior programa de controle biológico do país. Formigas, besouros e cupins são controlados quimicamente. Tem sido possível reduzir substancialmente o uso de pesticidas através da aplicação seletiva.

O controle ou gerenciamento de ervas daninhas se alinha a métodos específicos ou combinação de métodos mecânicos, culturais, químicos e biológicos, modelando um processo extremamente dinâmico que é constantemente revisado. No Brasil, usa-se mais herbicidas na cana-de-açúcar do que nas plantações de café e milho e menos nos citrus e o mesmo volume nas plantações de soja, de acordo com a publicação *Agrianual* (2008).

A respeito dos temas relativos ao uso de agroquímicos, o uso da água e gerenciamento de solo, as usinas associadas da UNICA – União da Indústria da Cana-de-Açúcar estão desenvolvendo um conjunto de metas objetivando a melhoria agrícola sustentável nos próximos anos, como mostrado na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Sustentabilidade agrícola da cana-de-açúcar

Menos agroquímicos	Baixa perda de solo	Mínimo uso de água
<p>Baixo uso de pesticidas. Não há uso de fungicidas. Controle biológico para mitigar pestes. Aumento de programas de avanço genético que auxiliam a identificação de variedades de cana mais resistentes. Uso de vinhaça e torta de filtro como fertilizantes orgânicos</p>	<p>Os cultivos brasileiros de cana têm relativos baixos níveis de perda de solo, graças à natureza semi-perene da cana que é replantada a cada 6 anos. A tendência é que as atuais perdas sejam reduzidas nos próximos anos pelo uso do bagaço e resíduos da cana, dos quais alguma quantidade é deixada nos canaviais para servir de matéria orgânica após a colheita mecanizada.</p>	<p>Os canaviais brasileiros praticamente não requerem irrigação já que a chuva é abundante e regular, particularmente na principal região produtiva do Centro-Sul. Ferti-irrigação: através da aplicação da vinhaça (um resíduo da produção de açúcar e etanol à base de água. O uso de água durante o processo industrial foi reduzido significativamente de 5 metros cúbicos para 1 metro cúbico por tonelada.</p>

(Fonte: Unica, 2008, apud Macedo e Seabra, 2008. Adaptado pelo Autor)

Não obstante, LUIZ et al, (2004, p. 26), apud Smrecsányi et al (op. cit), afirmam que, embora a cultura da cana-de-açúcar apresente a menor carga por hectare entre as cinco principais culturas consumidoras de agrotóxicos na região, pela ordem tomate, batata, citros, milho e cana, ela é a terceira em carga total e a que apresenta maior risco de contaminação de águas subterrâneas por lixiviação de herbicidas, em particular devido ao uso do tebuthiuron, um ingrediente ativo considerado de alto risco e que é usado exclusivamente na lavoura canavieira, além de outros com médio potencial de lixiviação como o diuron, a ametrina e o clomazone. Em vista disso, os dois únicos municípios que aparecem com alto risco no mapa de risco associado ao potencial de lixiviação dos agrotóxicos mais utilizados são justamente aqueles onde predomina o cultivo da cana: Santa Bárbara do Oeste e Cosmópolis.

3.11 Incentivos à certificação e *compliance* do etanol

A discussão sobre produção sustentável de biocombustíveis tem enriquecido a literatura científica nos últimos tempos. Nesse sentido, Macedo e Seabra (op. cit.) sugerem que os seguintes trabalhos sejam conhecidos e analisados: Hill et al. (2006); Van Dam et al. (2006); Goldemberg et al. (2008); Smeets et al. (2008) e Macedo et al. (2008). O autor deste trabalho recomenda que seja conhecida a obra de grande dimensão científica de Szmrecsányi et al (2008) sob o título Dimensões, riscos e desafios da atual expansão canavieira publicado pela Embrapa.

Diversas iniciativas relacionadas à certificação, rastreabilidade e definição de critérios e indicadores para produção sustentável dos biocombustíveis, principalmente em função dos diferentes tipos de suporte às políticas, estão sendo desenvolvidas na Europa e nos Estados Unidos da América.

Em maio de 2003, por exemplo, a Comissão Europeia lança seu próprio *Biofuels Directive 2003/30/EC*, no qual estabelece bases legais para misturar biocombustíveis com os combustíveis fósseis. Os países membros da União Europeia são solicitados a substituir, de modo urgente, 2% dos combustíveis fósseis pelos biocombustíveis em 2005 e 5.75% por volta do ano 2010.

Do ano 2003 ao ano 2005 o grupo de 25 países membros se comprometeram a conquistar a participação de 0,6% a 1,4% do mercado de biocombustíveis, entretanto, eles ainda não alcançaram a primeira meta. A Diretiva 2003/96/EC estabelece incentivos tributários para encorajar o uso de energia renovável.

O governo da Alemanha (GE), Holanda (NI) e Reino Unido (UK) estão apoiando estudos de diferentes taxações, enquanto uma outra iniciativa está sendo considerada a partir da Suíça, o Roundtable on Sustainable Biofuels (RTB), ou seja, uma mesa redonda sobre sustentabilidade dos biocombustíveis, tratando-se, portanto, de uma iniciativa de múltiplos participantes, amparada pela Ecole Polytechnique Federale de Lausanne.

Os principais temas ambientais propostos por essas diferentes iniciativas estão relacionadas à redução do dióxido de carbono, em comparação com os combustíveis fósseis, concorrência entre outros usos da terra, especialmente a dedicada a alimentos;

impactos sobre a biodiversidade e sobre o meio-ambiente, conforme estudo elaborado por Van Dam et al (2006), apud Macedo e Seabra (2008).

Considerando o balanço de emissões e carbono, levando em conta as atuais práticas agrícolas e industriais para o etanol brasileiro a partir da cana-de-açúcar, ele está de acordo com os objetivos de redução de emissões superiores aos 79% em relação aos atuais campos marrons e de novos campos verdes quando não substituindo grandes áreas de vegetação nativa.

Com relação à concorrência com os alimentos, não há evidências diretas que a cana-de-açúcar esteja substituindo a cadeia alimentar básica brasileira, conforme Nassar et al. (op. cit.), entretanto, é mister que os mecanismos de regulação aqui propostos sejam devidamente arquitetados para evitar eventual colapso nos abastecimentos de alimentos.

Nos Estados Unidos, a Agência de Proteção Ambiental (EPA) sob o Ato de Segurança e Independência Energética de 2007, é responsável pela revisões e implementação de regulações sobre o uso de biocombustíveis misturados à gasolina. O seu programa de combustíveis renováveis aumentará o volume de combustível renovável de mistura à gasolina de 9 bilhões de galões em 2008 para 36 bilhões de galões por volta de 2022.

Ao mesmo tempo, o EPA está realizando vários estudos sobre os impactos diretos e indiretos da expansão da produção de biocombustíveis e suas respectivas reduções potenciais de emissões de gases e crédito de carbono.

Enquanto as preocupações anteriormente indicadas são bastante bem justificadas, algumas críticas sobre os biocombustíveis e seus impactos são motivados pelo protecionismo e interessados das cadeias de produção do agronegócio em subsídios agrícolas, especialmente por países em desenvolvimento da União Européia. Neste contexto, alguns esquemas de certificação sugeridos podem tornar-se barreiras não-tarifárias em vez de simplesmente esquemas sociais ou ambientais.

Com o propósito de reduzir o jogo de tais interesses, anteriormente citados, e estabelecer esforços para obter o melhor potencial dos combustíveis, juntamente com

seus perigos e limitações, é necessária a tributação tecnológica e científica comparando os diferentes tipos de combustível.

Um dos mais recentes relatórios da OCDE relativo a biocombustíveis ilustra como receios e medos podem ser perpetuados sem o devido embasamento científico. Sugestivamente intitulado “Biocombustíveis: a cura é pior que a doença?”, o relatório declara: “Mesmo sem levar em consideração as emissões de carbono através da mudança de uso da terra, entre as atuais tecnologias, somente o etanol brasileiro, a partir da cana-de-açúcar, o etanol produzido como subproduto da produção de celulosa (como na Suécia e Suíça) e a fabricação de biodiesel a partir de gorduras animais e óleo de cozinha usado podem reduzir substancialmente o dióxido de carbono comparado à gasolina e diesel mineral. As demais tecnologias de combustível representam reduções de emissão de dióxido de carbono inferior a 40% quando comparadas com suas alternativas procedentes de combustível fóssil”.

Esse relatório também reconhece que, enquanto barreiras comerciais persistirem no mercado internacional, será difícil ao mundo obter vantagens das qualidades ambientais do uso de alguns biocombustíveis, principalmente na forma de etanol da cana-de-açúcar e assim por diante, de vez que os mercados internacionais não estão ainda totalmente adaptados para biocombustíveis.

Concernente à certificação da produção de etanol no Brasil, indaga-se: que organismo brasileiro único ou central teria competência técnicas, administrativas, logísticas, legais para estabelecer diretrizes e poder de polícia para a fiscalização da regulação da produção?

3.12 Sustentabilidade da expansão da cana-de-açúcar

Vários são os fatores que implicam a sustentabilidade da expansão da cana-de-açúcar como vistos até aqui, entretanto, vale parafrasear algumas informações fornecidas por Walter et al (2008), pesquisadores da Universidade de Campinas – UNICAMP, os quais realizaram estudo independente financiado pela Embaixada do Reino Unido em Brasília – DF e pelo UK’s Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), e publicaram o relatório independente sob o título “A Sustainability Analysis of the Brazilian Ethanol”, em novembro de 2008, no qual destacam a produção atual do etanol e correspondente perspectiva, os princípios e

critérios da sustentabilidade, incluindo a certificação de biocombustíveis, a emissão de gases de efeito estufa, os impactos diretos e indiretos das mudanças de uso da terra em função da produção do etanol, os aspectos sócio-econômicos e ambientais e a suas conclusões levam a algumas considerações que são expostas a seguir.

“A definição de princípios e critérios de sustentabilidade relativos à produção de biocombustíveis é uma clara tendência de que decisões a nível de Estado, na Europa, no curto prazo, serão tomadas a respeito. A certificação da produção dos biocombustíveis seria a consequência natural de tais políticas” (WALTER et al, 2008)

Pressupondo a consecução efetiva desse plano e estabelecendo a questão técnica, administrativa e legal para o lado brasileiro, pergunta-se: que Ministério ou entidade governamental acolheria ou eventualmente debateria com os representantes da União Européia essas decisões aventadas?

Essas decisões da União Européia, caso se concretizem, seriam registradas e monitoradas por qual organismo brasileiro, se várias são as áreas de Governo envolvidas, como o Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério das Minas e Energia, Ministério das Relações Exteriores, Ministério do Desenvolvimento Agrário, Ministério do Trabalho, Ministério da Justiça, entre outros?

“Na agenda internacional é óbvio que o tema mais importante relativo à sustentabilidade dos biocombustíveis é a emissão de gases de efeito estufa e sua habilidade em reduzir as emissões originadas pelos combustíveis fósseis como a gasolina e o diesel” (WALTER et al, 2008).

O regramento nacional a respeito de controles sobre emissão de gases de efeito estufa é relativamente viável, quando se trata da produção de veículos tecnicamente aptos a aceitar o etanol como combustível E100, ou biodiesel B100, não obstante, no processo da produção e distribuição do etanol e do biodiesel é temerário afirmar categoricamente que a fiscalização é facilmente observável e mensurável. O número de veículos com idade superior a 10 anos equipados com motor à gasolina e diesel é bastante significativo, com baixa tendência de desaparecimento rápido, dadas as condições sócio-econômicas de milhões de usuários brasileiros.

A fiscalização nas usinas, nos transportes e nos postos de venda no varejo, realizada por pessoas despreparadas profissional e educacionalmente, levam à corrupção e à banalização da ordem e, possivelmente, da regulação implementada.

“Impactos diretos e indiretos sobre a mudança de uso da terra são, também, assuntos preocupantes. (WALTER et al., 2008)

De fato, esses pontos são muito importantes sob vários ângulos de análise. Como visto no ponto 3.3 deste trabalho, as imagens de satélite podem apresentar excelentes indicações de mudanças. Observar as mudanças de uso da terra pelo INPE é perfeitamente viável, entretanto, manter o monitoramento administrativo, de fiscalização e de policiamento é problemático, na medida que o contingente da Polícia Florestal e outros agentes de policiamento, percebem soldo relativamente baixo, portanto, sujeitos às investidas de corruptores. Além disso, fiscais do INCRA e da Polícia Florestal não têm preparo educacional e técnico para fazer frente às questões técnicas, administrativas e legais do campo.

Walter e equipe têm visão crítica e objetiva a respeito do problema da sustentabilidade da expansão do cultivo da cana-de-açúcar com o propósito de incrementar a produção do etanol brasileiro e comercialização no território nacional e no estrangeiro e suas externalidades, como ser visto abaixo.

“A prioridade é parcialmente devido ao potencial impacto da mudança de uso da terra nas emissões de GEE, entretanto, outros aspectos devem ser levados em conta como a perda da biodiversidade e interrupção nos fornecimentos de alimentos” (WALTER et al, 2008).

Efetivamente, Walter et al (op. cit.) tem muita razão chamando atenção para outros aspectos como aqueles detectados por estudiosos como FERRACINI et al. (2006), TOFOLI, (2004), PESSOA et al, (1997), GOMES et al. (2001), todos citados Szmrecsányi et al (op. cit.), que têm ligação direta com altos riscos de contaminação de lençóis subsuperficiais, de microbacias, lixiviação de herbicida aumentado devido ao uso de vinhaça, entre outros.

É importante registrar aqui que os editores Peter Zurbier e Jos van de Vooren da Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Holanda, têm incentivado e promovido publicações de pesquisadores brasileiros a respeito da sustentabilidade ambiental do etanol a partir da cana-de-açúcar, o que tem representado uma grande

contribuição à ciência e à humanidade toda, além de prestigiar o conhecimento acumulado pela comunidade acadêmica brasileira acerca da cana-de-açúcar nesses últimos quarenta anos, a partir do Proálcool.

Vale remarcar que outros autores como Tamás Szmrecsányi, Pedro Ramos, Luiz Octávio Ramos Filho e Alceu de Arruda Veiga Filho deveriam, igualmente, ter trabalhos publicados pela Wageningen Academic Publishers, de vez que são analistas críticos que trazem à tona questões de debate importantes para a humanidade e não apenas para o setor sucroalcooleiro.

4. EXPLORAÇÃO TECNOLÓGICA E COMERCIAL DO BAGAÇO E DOS RESÍDUOS VEGETAIS DA CANA-DE-AÇÚCAR

4.1 Elementos fundamentais

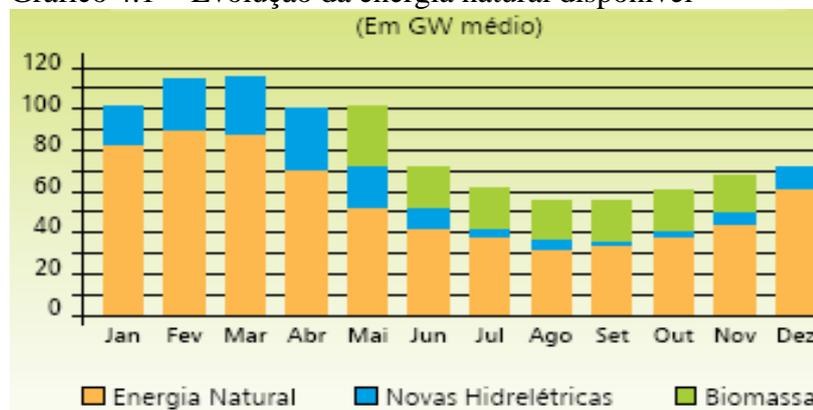
A queima da biomassa da cana-de-açúcar, ou simplesmente o bagaço, além da palha, objetivando a geração de energia elétrica é a alternativa ideal para complemento à

energia de origem hídrica. Essa bioeletricidade apresenta variadas vantagens, além de ser limpa e renovável. Ela é em grande parte gerada próxima dos maiores centros de demanda por energia elétrica. Entretanto, igualmente e até estratégico, é o fato de ser complementar à hidrologia em termos sazonais nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, onde o potencial de eletricidade da biomassa cana-de-açúcar é concentrado entre os meses de abril e novembro, exatamente no período mais seco do ano.

Para se ter uma idéia da importância da bioenergia, projeções do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), órgão responsável pela coordenação e controle de operações da geração e transmissão de energia elétrica, indicam que cada 1.000 megawatts médios (MWmed) de bioeletricidade inseridos na matriz elétrica entre maio e novembro representam economia de quase 4% da capacidade dos reservatórios das regiões Sudeste e Centro-Oeste.

A seguir o Gráfico 4.1 mostra a importância da inserção da bioeletricidade a partir do bagaço e dos resíduos vegetais da cana-de-açúcar na matriz elétrica brasileira ao longo do ano.

Gráfico 4.1 - Evolução da energia natural disponível



A distribuição sazonal da Energia Natural Afluente (ENA) de novas hidrelétricas reproduz o padrão atual da região Norte
 Fonte: ONS, 2008

O bagaço passou a ser aproveitado na produção de energia em um processo conhecido como co-geração. Trata-se da geração simultânea de energia mecânica e térmica, a partir de um mesmo combustível. A energia mecânica pode ser transformada em eletricidade por meio de geradores. A energia térmica pode ser utilizada como fonte de calor em um processo industrial, conforme Macedo e de Sousa (op. cit.).

Desde a década de 1980 os sistemas de co-geração têm sido utilizados no setor sucroalcooleiro, embora no início o objetivo fosse tão apenas de gerar energia para as próprias unidades de produção de etanol e açúcar.

Recentemente, com a entrada de tecnologias novas e mais eficientes, foi possível produzir eletricidade para comercialização, ou exportação. Esse excedente de energia elétrica vendável vem ao encontro com um dos pontos mais altos da agenda econômico-energético-ambiental do mundo. A maioria dos países enfrenta o desafio de expandir a oferta de energia elétrica e, simultaneamente, minimizar os impactos ambientais. Nessa equação, levam grande vantagem as fontes renováveis de energia.

O Brasil tem uma folgada vantagem comparativa. Na matriz de energia brasileira, a participação de fontes renováveis (45,8%) é mais de três vezes superior à média mundial (12,9%). O que é necessário agora é manter e aprofundar essa vantagem, atestam Macedo e de Sousa (op. cit.).

O principal resíduo vegetal da cana é a palha, constituída por pontas e folhas, que representa de 25% a 30% da energia total. Essa participação energética dos componentes da cana-de-açúcar pode ser visualizada, separadamente, na Figura 4.2 a seguir. Atualmente, no Brasil, são empregados três métodos de limpeza dos colmos: picagem com ventilação, manual e queima a céu aberto (BRAUNBECK; CORTEZ, 2005).

Ainda conforme aqueles autores, depois de cortada, a cana inteira é levada para a usina onde é lavada e esmagada. No processo de esmagamento, a fibra é separada do caldo. A fibra esmagada (bagaço) é embebida em água e enviada diretamente para as caldeiras fornecendo, por meio das estações de co-geração, eletricidade, trabalho mecânico e energia térmica, necessários para todo o processo de produção do açúcar e o álcool. O teor energético do bagaço é aproximadamente 30% a 40% da energia total da planta.

Depois de ser extraído, o caldo deve ser limpo antes de passar pelo processo de cristalização. Na limpeza do caldo, as impurezas são floculadas, decantadas e separadas com o uso de um filtro rotativo a vácuo. Esse equipamento produz um material sólido e quente chamado torta de filtro, que geralmente retorna para os campos como fertilizante, principalmente como fonte de potássio.

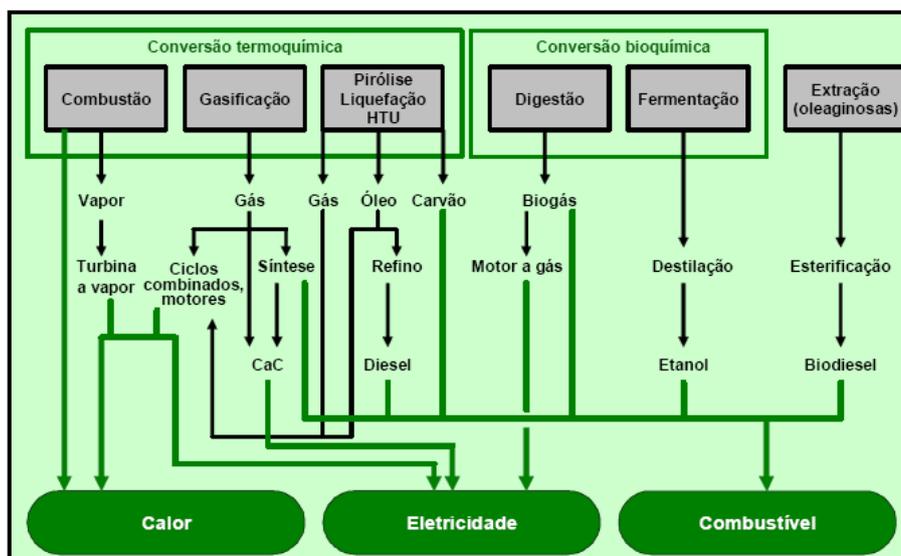
O uso do bagaço e resíduos vegetais da cana, como biomassa essencial para geração de energia, cresce em importância como uma das maneiras de mitigação do problema de aplicação de combustíveis fósseis, em especial no setor de transportes, e desacelerar as emissões de gases de efeito estufa (GEE), como mencionado anteriormente neste trabalho.

Como mostrado na Figura. 4.1, há diferentes rotas para converter a energia da biomassa em fluxos de energia final desejados, quer na forma de calor, combustível ou energia elétrica. De acordo com Seabra (2008), as possibilidades de conversão incluem as tecnologias de combustão (com opções bem difundidas), de gasificação (hoje em estágio avançado de demonstração), de bio-processamento, e, recentemente, de pirólise rápida, em estágio inicial de desenvolvimento. O bio-processamento de açúcar (e amido) e o processamento de oleaginosas também são tecnologias amplamente difundidas para a produção de combustíveis, além de outros químicos e materiais, como no caso da cana-de-açúcar no Brasil, do milho nos EUA e de oleaginosas na Europa, por exemplo.

Na análise de Seabra (op. cit.), dentre as opções futuras rotas para geração de energia, duas têm recebido destaque: a hidrólise de lignocelulósicas, visando ao etanol, ou a sua gasificação, para a geração de energia elétrica em ciclos combinados, ou para síntese de combustíveis líquidos. Conforme vêm indicando diversos estudos no mundo, o maior obstáculo previsível para a implantação dessas tecnologias novas nos próximos dez anos deve ser a disponibilidade de tecnologia em si, e passará a ser a disponibilidade e custo da biomassa adequada.

Neste caso, a situação do Brasil é de liderança, uma vez que a palha da cana, o bagaço excedente e florestas plantadas já têm custos entre 0,8 e 1,2 US\$/GJ, ao passo que a maioria das biomassas consideradas no hemisfério norte apresenta custo em torno de 3 US\$/GJ. Para o caso das biomassas brasileiras (especialmente a cana-de-açúcar), a atenção se volta novamente para as tecnologias, agora com a preocupação de se identificar (prospectivamente) aquelas que poderiam levar aos melhores resultados.

FIGURA 4.1 - Principais opções de conversão da biomassa



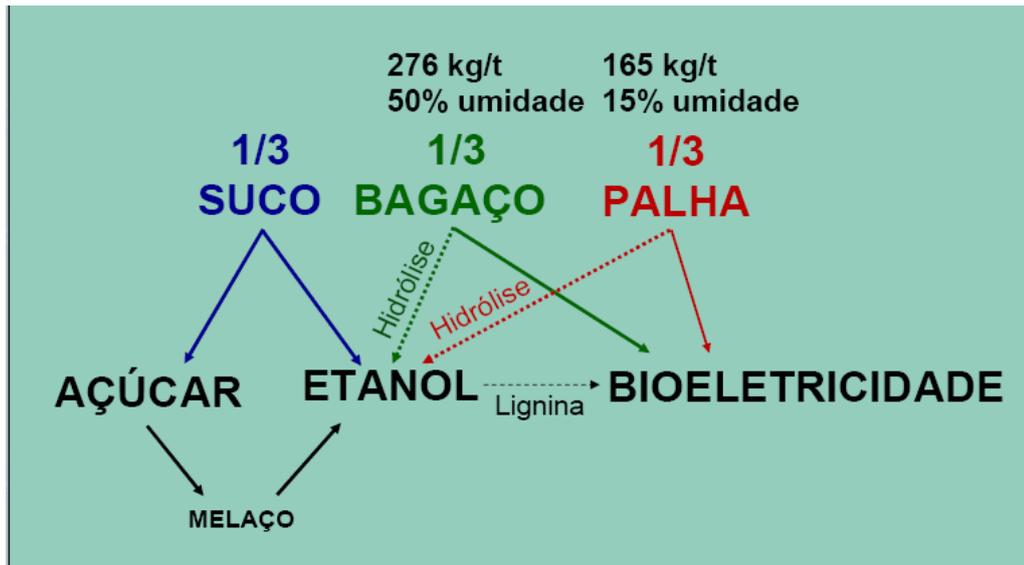
Fonte: Adaptado de TURKENBURG et al. (2000).

Para melhor entendimento e exposição das idéias a respeito do bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar, o tema está sendo dividido em dois núcleos significativos, ou seja, um núcleo de caráter principalmente técnico e outro principalmente comercial, não obstante, os temas, em diversas ocasiões, se aglutinam e se cruzam e isto pode enriquecer o trabalho.

A Figura 4.2 apresenta um esquema produtivo da cana-de-açúcar, onde, sucintamente, compreende-se que, o total energético da cana é dividido em três terços, ou seja, de aproximadamente um terço do caldo (sacarose) da cana-de-açúcar, após a moagem, obtém-se o açúcar; de um segundo terço obtém-se o bagaço, e, de um último terço, formado por folhas e pontas da cana-de-açúcar, pode-se produzir a energia elétrica hoje e etanol no futuro. A respeito do processo de hidrólises, alguns comentários são apresentados a seguir.

Para o uso pleno da palha ainda não há evidências concretas por todas as usinas. Já há experimentos nesse sentido e, devido ao elevado poder calorífico das pontas e falhas da cana, estima-se que em breve haverá estatísticas definindo resultados concretos. Conforme o Prof. Dr. Zilmar de Souza, Assessor de Bioeletricidade da UNICA, a usina de açúcar e álcool EQUIPAV monta ainda no campo os fardos de palha e os transporta até a usina para a devida armazenagem e posterior queima para geração de energia elétrica.

FIGURA 4.2 - Geração energética da cana-de-açúcar



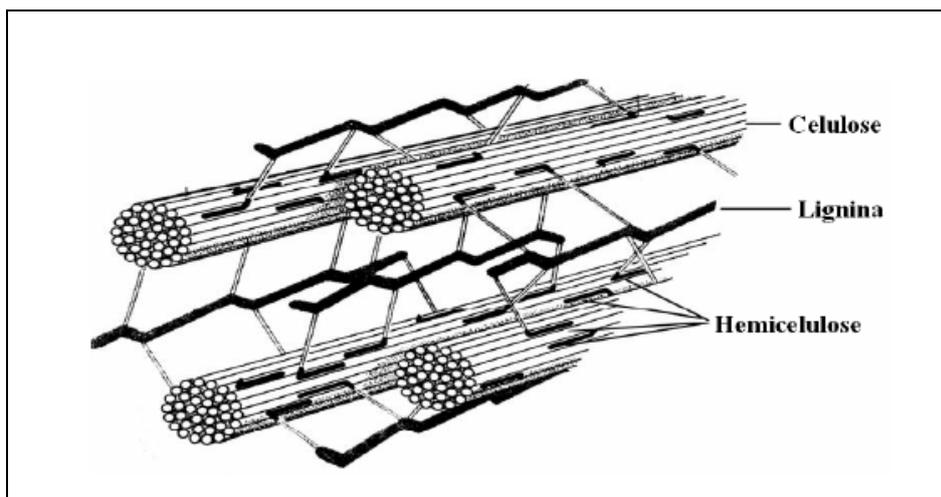
(Fonte: UNICA, CTC, 2008)

Conforme Sun e Cheng (2002), a hidrólise enzimática da celulose consiste de três passos: a adsorção das celulases sobre a superfície da celulose, a biodegradação da celulose em açúcares fermentáveis e dessorção da celulase.

Conforme o dicionário Houaiss, a lignina é um polímero orgânico complexo que une as fibras celulósicas, aumentando a rigidez da parede celular vegetal, constituindo, juntamente com a celulose, a maior parte da madeira das árvores e arbustos. Complementando, segundo Hamelinck, van Hooijdonk, e Faaij (2004), a biomassa lignocelulósica é composta de polímeros carboidratados (celulose e hemicelulose), lignina (vide Figura 4.3 a seguir) e uma pequena parte de material remanescente (extratos, ácidos, sais e minerais).

A celulose e a hemicelulose, que compõem dois terços da massa seca, são polissacarídeos que podem ser hidrolisados em açúcares e eventualmente podem ser fermentados em etanol. A lignina não pode ser utilizada para a produção de etanol, concluem Hamelinck et al (op. cit.). Alguns detalhes complementares a respeito são apresentados a seguir.

Figura 4.3 – Arranjo típico da parede celular vegetal



Fonte: Murphy e McCarthy, 2005, apud Seabra, 2008

Esses estudos de Hamelinck et al (op. cit) são bastante próximos daqueles apresentados por Seabra (2008), cujos comentários são discutidos mais adiante neste trabalho.

Vale citar, ainda, que do etanol são produzidos os alcoquímicos, responsáveis pela fabricação de produtos bioplásticos, que vêm ganhando espaço cada vez maior no mercado em geral.

4.2 Bagaço e resíduos vegetais na produção do etanol e na co-geração de energia elétrica: aspectos técnicos

Os principais resíduos derivados do processo produtivo da cana-de-açúcar são: as folhas e pontas, chamadas de palhas, o bagaço, a torta de filtro, as cinzas, a vinhaça e a levedura. A palha se trata de um resíduo vegetal da colheita da cana crua.

Embora a palha e o bagaço sejam obtidos em momentos diferentes da produção e do processamento da cana-de-açúcar, na realidade eles são, de alguma forma, semelhantes por causa de sua composição (BRAUNBECK e CORTEZ, 2005).

Conforme Braunbeck e Cortez (op. cit.), do ponto de vista energético, as características mais importantes de um combustível são sua composição, seu poder calorífico e outras propriedades relacionadas à tecnologia de conversão adotada.

As palhas e bagaço podem ser uma excelente fonte de alimentação para os animais e uma fonte de energia. Podem ser alternativamente usados para a produção de

papel e papelão, furfural, fertilizantes e até mesmo para a produção de etanol, por meio de um estágio prévio de hidrólise (BRAUNBECK; CORTEZ, 2005). Maiores detalhes a respeito são expostos mais adiante neste trabalho.

Conforme Macedo, Leal e Silva (2004), levando em conta a rota de corte e limpeza mecanizados de cana picada, seguida de enleiramento, enfardamento e transporte da palha, adotam o índice de 140 kg de palha, com 15% de umidade, por tonelada de cana moída. Observe-se aqui a importância energética da palha, que levanta o interesse de aproveitamento dela como combustível, já que seu poder calorífico é aproximadamente 70% superior ao poder calorífico do bagaço, conforme observa Leme (2005). A UNICA adota o índice de 165 kg por tonelada de cana, a 15% de umidade, conforme Figura 4.2 e corroborado telefonicamente pelo Centro Tecnológico Canavieiro – CTC.

A palha, na qualidade de resíduo vegetal originado na colheita da cana, o bagaço, a torta de filtro, a levedura e a vinhaça são os principais resíduos resultantes do seu processamento industrial. Enquanto a levedura é comercializada para aplicação principalmente industrial como base de ração animal, a torta de filtro é aplicada no próprio canavial como fertilizante e a vinhaça é aplicada na fertirrigação, o que produz rentabilidade financeira e econômica ao usineiro. A vinhaça como resíduo da cana tem aplicação especial na usina São Martinho, em Pradópolis – SP, pois o gás produzido por intermédio do processo de biodigestão da vinhaça para a produção de biogás, que é usado como combustível auxiliar nas caldeiras da usina e na secagem de leveduras.

Considerando um rendimento médio de 75 t/ha de cana para o Brasil, é provável que o rendimento correspondente de cana crua seja de 105 t/ha, conforme Braunbeck e Cortez (op.cit.).

Cerca de 30 t/ha da biomassa é formada por resíduos de cana com um teor de umidade médio de aproximadamente 50%. O bagaço, também com um teor de umidade de aproximadamente 50%, representa outras 30 t/ha. Uma vez que a área plantada no Brasil é de quase 5,5 milhões de ha, a quantidade total de resíduos da cana seria de cerca de 165 milhões de toneladas (base seca). É impossível recuperar todos esses resíduos. Numa estimativa conservadora de que apenas 50% das plantações apropriadas para os sistemas de colheita mecanizada (que faria com que a recuperação dos resíduos fosse possível) e que somente 50% dos resíduos dessas plantações sejam recuperáveis por problemas com o cultivo e pelas perdas nos vários estágios do processo, cerca de 40 milhões de toneladas

poderiam ser utilizadas para a geração de energia e outras finalidades (BRAUNBECK e CORTEZ, p 231, 2005).

Os resíduos da cana, palha e bagaço combinados têm um valor calorífico bruto de aproximadamente 17 GJ/t de matéria seca. Portanto, o teor energético dos resíduos recuperáveis seria aproximadamente 680 PJ, ou cerca de 57 mil GWh de eletricidade, supondo que a eficiência global da tecnologia de conversão seja de 30% (BAUEN et al., 1998).

Seabra (2008) analisou o aproveitamento do bagaço e palha da cana considerando quatro tecnologias: geração de energia elétrica através da co-geração com ciclos a vapor (opção atualmente comercial); produção de etanol através da hidrólise (opções para curto, médio e longo prazo); geração de energia elétrica a partir da gaseificação da biomassa integrada a ciclos combinados (BIG/GT-CC) (opções para médio-longo prazo); e a produção de combustíveis de síntese a partir da gasificação da biomassa (opções para médio-longo prazo).

Acompanhando a linha de pesquisa de Seabra (op. cit.) e separando os temas pelas diferentes tecnologias analisadas, tem-se, primeiramente a geração de energia elétrica através da co-geração com ciclo a vapor.

4.3 A produção do etanol através da hidrólise

A produção mundial de etanol no ano de 2006 foi de cerca de 51 bilhões de litros, sendo liderada pelos Estados Unidos (EUA) e Brasil, responsáveis, juntos, por aproximadamente 70% do total. Enquanto a produção brasileira de etanol, com base na cana-de-açúcar, foi de 17,0 bilhões de litros, a dos EUA, baseada no milho, foi de 18.4 milhões (RFA, 2008).

A Agência Internacional de Energia (AIE) projeta uma produção mundial de etanol superior a 120 bilhões de litros, incluindo os objetivos de produção da União Européia e dos EUA, não obstante, pergunta-se se esse crescimento de volumes é sustentável na medida em que o etanol de milho nos EUA tem custos ainda elevados e, além disso, acalorados debates sobre a possível competição entre combustíveis e alimentos tem sido intermitentemente publicados pela mídia.

Em decorrência disso, a produção do etanol a partir do uso de materiais lignocelulósicos aparece como uma alternativa importante, na medida em que esta prevê a utilização do bagaço e resíduos da cana-de-açúcar, além de outros tipos de biomassa.

O etanol vem sendo produzido comercialmente pela hidrólise e fermentação de materiais lignocelulósicos desde o final do século XIX, mas o alcance de custos necessários para entrar no mercado de combustíveis é uma proposta relativamente nova (últimos vinte anos). Os principais programas de pesquisa e desenvolvimento veem sendo conduzidos nos EUA e Europa, mas seu sucesso poderia transformar esse combustível em uma *commodity* capaz de ser produzida em quase todas as regiões do mundo (MACEDO, 2005a), apud SEABRA (op. cit.).

No caso do Brasil, o caminho mais viável economicamente é o uso do bagaço e resíduos da cana-de-açúcar, além de outras biomassas, para a produção de mais etanol, especialmente nas usinas de açúcar e álcool. Conforme Seabra (op. cit.), apesar do baixo custo dessa biomassa, que já representa uma vantagem quando comparada às opções dos países do hemisfério norte, o desenvolvimento ainda insatisfatório e a grande necessidade de capital ainda impõe uma grande barreira para a implantação da tecnologia.

Há atualmente farta literatura sobre as diferentes opções de tecnologias a respeito, pelo que se espera que evoluções significativas surjam no futuro, especialmente com o desenvolvimento de processos integrados, pois pouco se sabe sobre o desempenho destes em uma usina de açúcar álcool.

A biomassa lignocelulósica é composta por celulose, hemicelulose e lignina. A celulose e a hemicelulose podem ser hidrolisados em açúcares e fermentados para a produção de etanol (SUN e CHENG, 2002). A lignina é um polímero complexo de grupos metoxi e fenilpropânicos que mantêm as células unidas (DUFF e MURRAY, 1996). A lignina pode ser quimicamente processada para produzir aditivos de combustíveis, ou degradada por microorganismos, produzindo fenóis, vanilina e outros componentes.

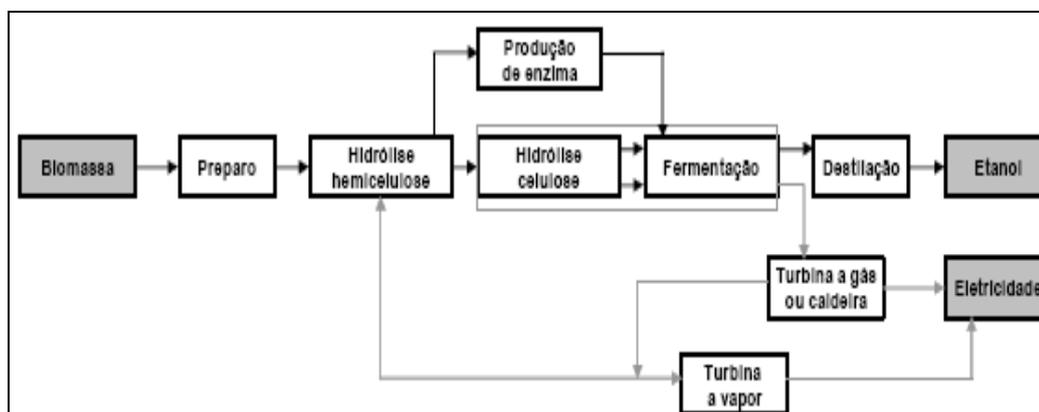
A celulose (40-60% da matéria seca) é um polímero linear do dímero glicose-glicose; sua hidrólise gera glicose, um açúcar de seis carbonos. A hemicelulose (20-40% da matéria seca) é, em geral, formada por uma cadeia de xilose, com ramificações da

manose, arabinose, galactose, ácido glicurônico, entre outros (GRAY et al, 2006). A estrutura da lignina (10-25% da matéria) não está relacionada a moléculas simples de açúcar, não sendo adequada para a produção de etanol.

As tecnologias para a obtenção de etanol a partir de materiais lignocelulósicos envolvem a hidrólise de polissacarídeos da biomassa em açúcares fermentáveis e na sua posterior fermentação para a produção do etanol. Trata-se de tecnologias complexas e multifásicas, baseadas no uso de rotas ácidas e enzimáticas para a formação dos açúcares e remoção da lignina.

A Figura 4.4 mostra uma configuração genérica do processo.

Figura 4.4 – Esquema do processo de produção de etanol a partir de biomassa



Fonte: Hamelinck et al, 2004 – apud Seabra, 2008

A primeira etapa do processo de conversão consiste no pré-tratamento mecânico da matéria-prima, seguida da remoção da hemicelulose e/ou lignina. Uma vez exposta a superfície da celulose, esta é hidrolisada e os açúcares são fermentados. Existem diferentes opções tecnológicas em diversos estágios de desenvolvimento.

A etapa do pré-tratamento se faz necessária por alterar a estrutura molecular da biomassa celulósica e tornar as cadeias de carbono mais suscetíveis aos processos posteriores. O objetivo é romper a proteção de lignina e quebrar a estrutura cristalina da celulose. Esta etapa tem sido vista como a de maior custo dentro do processo de conversão da biomassa a etanol, com valores de até US\$ 0,30/galão de etanol produzido (MOSIER et al., 2005).

Após a adequação do tamanho da partícula, por um tratamento físico, químico ou biológico, a lignina e parte da (ou toda) hemicelulose são solubilizadas, adicionando-se água ou vapor para hidrolisar os polímeros livres da hemicelulose. Os principais açúcares produzidos são xilose, manose, arabinose e galactose, e uma pequena porção da celulose pode ser convertida em glicose. O produto é filtrado e prensado: os sólidos (celulose + lignina) seguem para a hidrólise da celulose e os líquidos contendo açúcares podem ir para a fermentação (HAMELINCK et al., 2005).

Os pré-tratamentos têm efeitos diferentes sobre os componentes majoritários da biomassa: os tratamentos ácidos, por exemplo, hidrolisam a hemicelulose e deixam a celulose e a lignina intactas nos resíduos sólidos, enquanto os alcalinos tendem a ter mais efeito sobre a lignina. A química do pré-tratamento também afeta a composição da fração não-açúcar do hidrolisado. Os pré-tratamentos ácidos podem resultar em altas concentrações de ferulato e acetato no hidrolisado. Estes compostos estarão presentes no fluxo de açúcares e podem apresentar efeitos negativos sobre os microorganismos da fermentação (GRAY et al., 2006).

Cada tipo de biomassa requer um método particular de pré-tratamento para minimizar a degradação do substrato e maximizar o rendimento de açúcar. Um pré-tratamento efetivo é caracterizado por diversos critérios: evita a necessidade de redução do tamanho das partículas da biomassa, preservação a fração das pentoses, limita a formação de produtos na degradação que inibem o crescimento dos microorganismos de fermentação, minimiza a demanda de energia e limita os custos.

Essas propriedades, somadas ao baixo custo dos catalisadores e à geração de co-produtos da lignina de alto valor, formam uma base de comparação para as várias opções de pré-tratamento (MOSIER et al., 2005).

O debate sobre as diferentes opções tecnológicas é denso na literatura (OGIER et al. (1999); REITH et al. (2002); SUN e CHENG (2002); MOSIER et al. (2005); HAMELINCK et al. (2005). A seguir são apresentadas algumas dessas opções tecnológicas:

Processos físicos

- **Explosão de vapor:** é o processo mais utilizado para o tratamento da biomassa lignocelulósica (SUN e CHENG, 2002). Neste processo, a biomassa triturada é tratada com vapor (saturado, 160-260°C, 10-1 minutos) seguido de uma rápida descompressão. LASER et al. (2002) testaram o pré-tratamento do bagaço com vapor e a maior recuperação de xilose (48%) foi obtida a 220°C, 2 minutos e pH 4,2.
- **Termo-hidrólise:** (LHW – Liquid Hot Water): neste processo se utiliza a água quente à alta pressão para hidrolisar a hemicelulose. A recuperação de xilose é alta (88-98%), e não há a necessidade da adição de ácido ou catalisadores químicos, o que torna o processo economicamente interessante e ambientalmente atrativo (HAMELINCK et al. 2005); não obstante, vale registrar que este pré-tratamento ainda se encontra em fase de testes. LASER et al. (2002) avaliaram a recuperação de xilose do bagaço tratado com LHW e o melhor resultado (91% de recuperação) foi obtido a 220°C, com 2 minutos de residência, 1% de sólidos e pH 3,8. SASAKI et al (2003) também realizaram um pré-tratamento hidro-térmico do bagaço e verificaram que a hemicelulose e a lignina foram praticamente extraídas na fração água-solúvel a 200-230°C, enquanto a fração celulósica foi hidrolisada em temperaturas mais elevadas (230-280°C).

Processos químicos

- **Hidrólise ácida:** ocorre através do uso de ácidos sulfúrico, clorídrico, ou nítrico, concentrados ou diluídos. Apesar de serem potentes agentes de hidrólise da celulose, estes ácidos concentrados são tóxicos, corrosivos, perigosos e requerem reatores resistentes. Além disso, o ácido deve ser recuperado após a hidrólise para tornar o processo economicamente viável (VON SIVERS e ZACCHI, 1995). Para o tratamento do bagaço, AGUILAR et al. (2002) utilizaram ácido sulfúrico, conseguindo hidrolisar aproximadamente 90% da hemicelulose a 122°C, com 2% de ácido, em 24 minutos. RODRIGUES-CHONG et al. (2004) utilizaram ácido nítrico para o tratamento do bagaço, a uma condição ótima a 122°C, 6% de ácido e 9,3 minutos, obtendo 18,6 g/L de xilose, 2,04 g/L de arabinose e 2,87 g/L de glicose. De acordo com as

comparações realizadas pelos autores, o ácido nítrico se mostrou um catalisador mais eficiente do que os ácidos sulfúrico e clorídrico para a hidrólise do bagaço.

➤ **Hidrólise alcalina:** ocorre através do uso de bases como hidróxidos de sódio ou cálcio. Toda a lignina e parte da hemicelulose são removidas, e a reatividade da celulose para a hidrólise posterior é aumentada. Os custos dos reatores são menores do que para as tecnologias baseadas em ácidos, mas o uso desses produtos (maior custo) em altas concentrações gera preocupações ambientais e pode apresentar custos proibitivos de reciclo, tratamento de efluentes e manejo de resíduos. Os métodos baseados em álcalis são geralmente mais eficazes na solubilização de uma fração da lignina, enquanto deixam para trás muito da hemicelulose na forma polimérica insolúvel (HAMELINCK et al., 2005). Um problema sério é o tempo de processo, que é medido em dias ou horas, ao invés de minutos ou segundos (MOSIER et al., 2005). PLAYNE (1984) tratou o bagaço com hidróxido de cálcio em condições ambientais por até 192 horas, melhorando a digestibilidade da enzima à celulose de 20% do pré-tratamento para 72% após o tratamento. Temperaturas mais altas e tempo de reação mais curto também mostraram pré-tratar a biomassa com eficácia. CHANG et al. (1998) obtiveram resultados de digestibilidade similares tratando o bagaço com hidróxido de cálcio a 120°C por 1 hora.

➤ **Organosolv:** neste processo, uma mistura de solvente orgânico (metanol, etanol, acetona, por exemplo) com um catalisador ácido (H_2SO_4/HCl) é usada para quebrar as ligações internas da lignina e da hemicelulose. À elevadas temperaturas (acima de 185°C), a adição de catalisadores se mostrou desnecessária para uma delignificação satisfatória, mas um alto rendimento de xilose pode ser obtido com a adição de ácido. Os solventes devem ser retirados do sistema, para evitar o efeito inibitório sobre o crescimento de microorganismos, hidrólise enzimática e fermentação posterior e recirculado para a redução dos custos (SUN e CHENG, (2002). PASQUINI et al. (2005b) investigaram a delignificação do bagaço utilizando uma combinação de misturas água-etanol com CO_2 a altas pressões. O melhor resultado (88,4% de delignificação) foi obtida a 16MPa e 190°C, com mistura água-etanol 11. Em outro estudo, PASQUINI et al. (2005a) avaliaram a delignificação com a utilização de CO_2 a altas pressões com a utilização de misturas água/1-butanol.

Neste caso, obteve-se 94,5% de delignificação a 7 MPa, 190°C, 105 minutos e 60% de 1-butanol na mistura.

Processos biológicos: nesses processos são utilizados fungos para solubilizar a lignina. Abreviando as colocações de Hamelinck et al. (2005), as grandes vantagens deste pré-tratamento são o baixo uso de energia e as brandas condições do ambiente, mas a baixa taxa de hidrólise é fatal para a sua implementação. Em algumas ocasiões, tratamentos biológicos são utilizados em combinação com tratamentos químicos.

Processos combinados:

- **Explosão de vapor catalisada:** a adição de H₂SO₄ (ou SO₂) ou CO₂ na explosão de vapor pode aumentar a eficiência da hidrólise enzimática, diminuir a produção de compostos inibidores e promover uma remoção mais completa da hemicelulose (SUN e CHENG, 2002). É possível recuperar cerca de 70% da xilose como monômero (HAMELINCK et al. 2005). As condições ótimas deste pré-tratamento para o bagaço da cana foram reportadas como: 220°C, 30 segundos de residência, 50% de sólidos e 1% de H₂SO₄, a produção de açúcar foi de 65,1 g/100 g de bagaço inicial após o pré-tratamento com vapor (SUN e CHENG, 2002). Em outro estudo, utilizando SO₂ como catalisador, com um tratamento a 205°C (10 minutos), atingiu-se uma recuperação de xilose de 52,5%, permitindo um rendimento de 248 L/t (MS) com um processo SSF das hexoses (ZACCHI, 2007). Recuperações maiores de xilose foram obtidas a 180°C (5 minutos), mas o rendimento de etanol foi menor que para a condição anterior.
- **AFEX (Ammonia Fiber Explosion):** o conceito deste processo é similar à explosão de vapor: o material lignocelulósico é exposto à amônia líquida a alta temperatura e pressão por um certo período de tempo e, então, uma rápida descompressão é feita. Um processo típico envolve uma dosagem de amônia de 1-2 kg/kg de biomassa seca, com temperatura de 90°C e tempo de residência de 30 minutos. Apesar de ser um processo que melhora a hidrólise da (hemi)celulose de grama, seu efeito é ruim em biomassas com altos teores de lignina (madeira mole e dura). Para o bagaço, foi reportada uma hidrólise superior a 90% da hemicelulose e da celulose após o pré-tratamento com AFEX (SUN e CHENG, 2002). Para reduzir o alto custo da tecnologia e não

comprometer o ambiente, a amônia deve ser recirculada após o tratamento. O desempenho econômico do processo também é afetado pelas perdas do rendimento de açúcares e pela formação de inibidores causados pela sua degradação. Valores moderados de temperatura (<90°C) e pH (<12,0) minimizam a degradação, enquanto aumentam os rendimentos (MOSIER et al. 2005). Uma vantagem deste pré-tratamento é a não exigência por partículas pequenas de biomassa (SUN e CHENG, 2002).

- **Explosão de CO₂**: processo similar à explosão de vapor. Os rendimentos de glicose na hidrólise enzimática posterior são baixos (75%) comparados com as explosões de vapor e amônia. Entretanto, de forma geral, a explosão de CO₂ tem custos melhores que a explosão de amônia e não causa a formação de inibidores como no caso da explosão com vapor (HAMELINCK et al. 2005).

Como visto anteriormente, essas são algumas das tecnologias desenvolvidas objetivando a conversão do bagaço e resíduos em etanol através dos diferentes processos apresentados. A hidrólise da celulose e a fermentação são etapas complementares e importantes no processo de conversão do bagaço e resíduos da cana em etanol, não obstante, deixaram de ser aqui explorados para seguir adiante com a integração dos processos, dando fechamento ao tema em si.

4.4 Integração dos processos

Quando a hidrólise enzimática é aplicada, diferentes níveis de integração de processo são possíveis, todos, porém precedidos de uma etapa de pré-tratamento (HAMELINCK et., 2005; GALBE e ZACCHI, 2002). Os primeiros processos enzimáticos envolviam simplesmente a substituição da etapa de hidrólise ácida da celulose por uma etapa enzimática (processo SHF – Separate Hydrolysis Fermentation).

A grande vantagem desta configuração é a possibilidade de se conduzir cada etapa do processo na sua condição ótima, ou seja, hidrólise enzimática a 45-50°C e fermentação a 30°C. Mas a grande desvantagem é o fato de os açúcares liberados inibirem a enzima durante a hidrólise (GALBE e ZACCHI, 2002).

Em um processo SSF (Simultaneous Saccharification and Fermentation), os açúcares produzidos na hidrólise são simultaneamente fermentados a etanol, reduzindo enormemente a inibição dos produtos à hidrólise. Nessa configuração existe um

contraponto entre o custo de produção da celulase e o custo da hidrólise/fermentação. Tempos de reação menores para a hidrólise envolvem maiores custos de celulase e menores custos de hidrólise/fermentação do que tempos de reação maiores. O ótimo é restringido pelo custo da celulase está em torno de 3-4 dias (HAMENLICK et al., 2005).

Uma evolução do processo SSF é a inclusão da co-fermentação de substratos com múltiplos açúcares, permitindo o consumo de pentoses e hexoses no mesmo reator. No momento, esta configuração (SSCF – Simultaneous Saccharification and CoFermentation) está sendo testada em escala piloto, e deve ser o foco de desenvolvimento para o médio prazo (HAMELINCK et al., 2005).

O final da evolução da tecnologia parece ser o estabelecimento do BioProcesso Consolidado (CBP – Consolidated BioProcessing) (HAMELINCK et al., 2005), no qual as quatro transformações biológicas envolvidas na produção do etanol (produção de enzimas, sacarificação, fermentação das hexoses e fermentação das pentoses) ocorrem em uma única etapa. Nesse caso, microrganismos termofílicos produziram anaerobicamente complexos enzimáticos (celulossomos) com melhor atividade celulolítica que as típicas enzimas de fungos e fermentariam todos os açúcares liberados no mesmo reator (WYMAN, 2007).

Um fenômeno que impacta sobre a *performance* desta configuração é a sinergia entre enzima-microrganismo, que possibilitaria o aumento da efetividade da celulase na presença do complexo celulose-enzima-microrganismo em comparação com os complexos celulose-enzima (LYND et al., 2005b).

Os fundamentos e os tópicos mais relevantes relacionados a essa tecnologia foram amplamente discutidos por LYND et al. (2005a) e uma perspectiva atualizada focando os últimos desenvolvimentos é apresentada por LYND et al. (2005b). Ainda não existem microrganismos (ou combinações) capazes de produzir enzimas e etanol com os rendimentos requeridos, mas evoluções têm ocorrido (DEN HAAN et al., 2006).

LYND et al. (2005b) estimam, considerando tecnologias maduras, que o custo de conversão a etanol pode ser reduzido de 18,90 ¢US\$/gal (configuração SSCF, produzindo celulase) para 4,23 ¢US\$/gal através do uso da tecnologia CBP.

Apesar dessas expectativas, ainda não existe consenso sobre qual seria o melhor caminho para redução dos custos de produção do etanol de hidrólise. Enquanto alguns pesquisadores acreditam que a chave para isto esteja na redução do número de etapas do processo, outros sugerem que o melhor seria buscar otimização dos reatores separadamente, por conta da diferença de condições ótimas de cada etapa e também por permitir um melhor controle de processo (HAMELINCK et al., 2005)

4.5 Novas tecnologias na geração de energia elétrica

A co-geração de energia vem prestando um grande serviço ao país, na medida em que ela, por si só, traz grandes economias de energia elétrica nas indústrias, em especial nas usinas de açúcar e álcool, onde se utiliza o bagaço como o insumo principal do processo, em vez da eletricidade fornecida pelas concessionárias ANEEL. Os resíduos, representados pelas folhas e pontas, ou palhas, se encontram ainda em fase de experimentos, entretanto, os testes já mostraram excelentes resultados, como descritos a seguir.

De acordo com estudos da Comissão Especial de Bioenergia do Estado de São Paulo, representada por Goldemberg, Nigro e Coelho (2008), para estimar o máximo potencial realizável do setor sucroalcooleiro, admite-se o aproveitamento integral de bagaço e palha com as melhores tecnologias aplicáveis e subtrai-se tanto a energia excedente gerada atualmente, como a já vendida nos Leilões de Energia Nova, promovidos pela ANEEL.

Para tanto, foram realizadas simulações supondo queima em caldeira tanto de bagaço, como de uma mistura de 20% de palha e 80% de bagaço, admitindo-se: produtividade total da palha (base seca) de 14% da cana produzida; palha disponível de 40% do total de palha, sendo utilizáveis 95% (5% para estoque); conteúdo de bagaço (base seca) de 25% da massa da cana limpa, sendo utilizáveis 95% do total de bagaço (5% para estoque); fator de capacidade de 50% e período de operação efetiva de 180 dias.

Com base nessas hipóteses, foi simulado aproveitamento com duas diferentes tecnologias, a saber: turbina de extração-condensação operando com vapor a 65 bar e a 92 bar. A Tabela 4.1 apresenta os resultados das simulações e os parâmetros utilizados.

Tabela 4.1- Parâmetros utilizados e resultados da simulação com queima de bagaço e palha

Parâmetro	Unidade	Bagaço		Bagaço e palha	
Pressão do vapor	Bar	65	92	65	92
Temperatura do vapor	°C	510	520	510	520
Demanda de vapor processo	kWh/tcana	342 – 402	342 – 402	342 - 402	342 - 402
Consumo eletricidade (processo eletrificado)	kWh/tcana	32	32	32	32
Eficiência nominal Turbina Vapor	%	85	85	85	87
Eficiência nominal das caldeiras	%	88	88	88	88
Geração específica de excedentes	kWh/tcana	60 – 70	70 – 80	125 – 130	132 – 145

1 bar = 100 kPa = 0,1 MPa

Fonte: Mello, apud Goldemberg, Nigro e Coelho (2008)

Ainda de acordo com Goldemberg, Nigro e Coelho (op. cit.), o excedente comercializado até o início de 2008 era estimado em 875 MW_{médio} que, somados aos 218 MW_{médio} comercializados nos três leilões de energia nova e no leilão de fontes alternativas no Estado de São Paulo, permitia estimar que o mínimo de excedente a ser oferecido pelo setor até 2011 seria de 1093 MW_{médio}, devendo-se ressaltar que a maioria dessa energia vendida é proveniente de investimentos em tecnologia e otimização de processos, e não de usinas novas, como pode ser visto na Tabela a seguir.

Tabela 4.2 - Bioeletricidade considerando a venda nos leilões de energia e o comercializado até 2007

Ano	Total a ser comercializado (MW _{méd})	Montante comercializado nos leilões de energia (MW _{méd})	Leilão em São Paulo
2007	875	-	-
2008	891	16	1º Leilão de Energia Nova
2009	980	89	1º Leilão + 2º Leilão
2010	1.054	74	Leilão de Fontes Alternativas
2011	1.093	39	3º Leilão de Energia Nova

Fonte: Mello, apud Goldemberg, Nigro e Coelho, 2008

Em função do crescimento dos mercados interno e externo de açúcar e etanol, o setor sucroenergético experimenta desenvolvimento acelerado. Na safra 2006/2007, nas unidades produtivas do Estado de São Paulo, foram processadas 264 milhões de toneladas de cana, conforme a UNICA, e, na safra 2007/2008, cerca de 296 milhões.

Ainda segundo a UNICA (2008), considerando a safra 2006/2007, as hipóteses anteriormente apresentadas e somente a utilização de bagaço como combustível, têm-se as seguintes possibilidades:

- se todas as usinas do Estado de São Paulo investissem em tecnologia para turbinas de extração-condensação, operando com vapor a 65 bar e 510°C, o Estado teria como incrementar os 875 MW_{médio} atualmente comercializados em aproximadamente 1.125 MW_{médio}, atingindo um total de aproximadamente 2.000 MW_{médio} de excedentes.
- se for considerado um investimento na mesma tecnologia, aumentando a pressão do vapor para 92 bar e a temperatura para 520°C, o incremento poderia ser de cerca de 1.425 MW_{médio} atingindo o valor total de 2.300 MW_{médio} para exportação.

Ainda considerando a safra 2006/2007 e as hipóteses anteriormente descritas, com queima de palha juntamente com o bagaço (20% palha e 80% bagaço), obtém-se:

- se todas as usinas do Estado de São Paulo fizessem investimentos em tecnologia para turbinas de extração-condensação operando com vapor a 65 bar e 510°C, o Estado teria como incrementar os 875 MW_{médio} atualmente comercializados para aproximadamente 3.700 MW_{médio} de excedentes.
- se for considerado um investimento na mesma tecnologia, aumentando a pressão do vapor para 92 bar e a temperatura para 520°C, o incremento poderia ser de cerca de 3.225 MW_{médio} atingindo o valor total de 4.100 MW_{médio} para exportação.

Conforme previsões da UNICA, na safra 2012/2013 serão processadas cerca de 387 milhões de toneladas de cana no Estado de São Paulo. Tendo por base as hipóteses descritas anteriormente para o cálculo de excedentes gerados e a utilização apenas do

bagaço de cana como combustível, será alcançar um potencial de geração de excedentes de energia elétrica de aproximadamente 2.900 MW_{médio}, quando considerada a turbina de extração-condensação operando com vapor a 65 bar e 510°C. Se for considerado vapor a 92 bar e 520°C, o Estado poderia atingir em 2013 cerca de 3.300 MW_{médio} de excedente.

Utilizando-se as estimativas para a safra 2012/2013 e as premissas anteriormente descritas, agora considerando a queima de palha juntamente com bagaço (20% palha e 80% bagaço), será possível atingir uma geração de excedente de energia elétrica de aproximadamente 5.500 MW_{médio}, quando considerada a turbina de extração-condensação operando com vapor a 65 bar e 510°C. Se for considerado vapor a 92 bar e 520°C, o Estado poderá atingir, na safra 2012/2013, cerca de 6.000 MW_{médio} de excedente.

Nas Tabelas 4.3 e 4.4 são apresentados os valores de energia excedente total para as safras 2006/2007 e 2012/2013, para as possibilidades anteriormente descritas.

Tabela 4.3 - Potencial de geração de excedentes para o Estado nas safras 2006/2007 e 2012/2013 utilizando apenas bagaço como combustível

Safra	Cana ¹ (t cana processada/ safra)	Cana utilizada ² (t cana/safra)	Potencial 65 bar (MW _{méd}) ³		Potencial 92 bar (MW _{méd}) ³	
			60 kWh/tc	70 kWh/tc	71 kWh/tc	80 kWh/tc
2006/2007	264.000.000	250.800.000	1.700	2.000	2.020	2.300
2012/2013	387.000.000	367.650.000	2.500	2.900	2.980	3.300

Fonte: Mello, apud Goldemberg, Nigro e Coelho, 2008

Notas: ¹ Safra 2006/2007 e 2012/2013 – dados da UNICA

² Cana utilizada= 95% da totalidade da cana processada

³ Fator de capacidade + 0,5

É importante observar que, com uma mesma tonelada de cana utilizada, portanto, independentemente da qualidade do bagaço, em função da tecnologia aplicada,

pode-se acrescentar consideravelmente a resultante de $MW_{\text{méd.}}$, o que leva à conclusão de que, no futuro, admitindo-se inovação significativa das tecnologias de caldeiras, será possível produzir muito mais energia elétrica com menor volume de bagaço.

Tabela 4.4 – Potencial de geração de excedentes para o Estado nas safras 2006/2007 e 2012/2013 utilizando bagaço e palha como combustível

Safr	Cana ¹ (t cana processada/ safr)	Cana utilizada ² (t cana/safr)	Potencial 65 bar ($MW_{\text{méd.}}$) ³		Potencial 92 bar ($MW_{\text{méd.}}$) ³	
			125 kWh/tc	132 kWh/tc	135 kWh/tc	145 kWh/tc
2006/2007	264.000.000	250.800.000	3.500	3.700	3.800	4.100
2012/2013	387.000.000	367.650.000	5.200	5.500	5.600	6.000

Fonte: Mello, apud Goldemberg, Nigro e Coelho, 2008

Notas: ¹ Safr 2006/2007 e 2012/2013 – dados da UNICA

² Cana utilizada= 95% da totalidade da cana processada

³ Fator de capacidade + 0,5

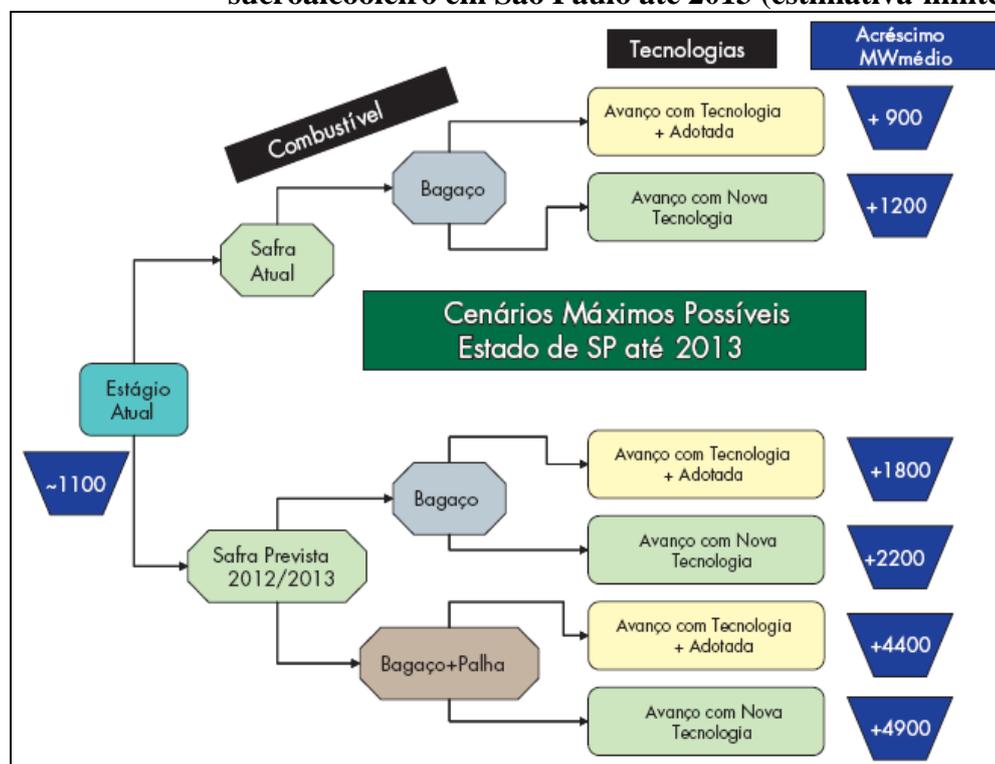
Aqui cabe considerar, também, que a participação dos resíduos vegetais (palha), com apenas 20% do total (80% bagaço e 20% de palha), na geração de energia elétrica excedente, implicou dobrar praticamente os resultados obtidos com o bagaço apenas, o que leva à conclusão que o poder calorífico inferior das folhas é bastante interessante para exploração comercial futura.

Observa-se, também, que não foi apresentada nenhuma especificação técnica com relação ao tipo do resíduo vegetal (palha), o que implica dizer que, esse material pode ser utilizado para a queima e geração de energia elétrica, independentemente da sua variedade ou qualidade. O Prof. Dr. Zilmar de Souza, Assessor de Bioeletricidade da UNICA, diz que variedade (tipo) da cana-de-açúcar pode resultar em bagaço mais ou menos produtivo em função da qualidade das fibras, embora os volumes, comparativamente, não devam diferenciar-se de forma marcante.

A Figura 4.5 ilustra algumas das possíveis rotas de avanço da co-geração no setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo, considerando como estágio atual a energia comercializada no Estado mais a já comprometida nos leilões do Ministério das Minas e Energia – MME.

Obviamente, nem todas as variáveis do processo estão sendo mostradas nesta figura e algumas rotas necessitariam de investimentos imediatos para cumprir os prazos estipulados.

Figura 4.5 - Rotas e avanços no potencial da co-geração no setor sucroalcooleiro em São Paulo até 2013 (estimativa-limite)



Fonte: Mello, apud Goldemberg, Nigro e Coelho, 2008

A análise até aqui feita mostra somente os potenciais limites com base no volume total de insumo. Seria interessante e necessária uma averiguação baseada na realidade física de cada usina de modo a estabelecer que fração dos potenciais limites seria factível a cada ano. A Tabela 4.5 apresenta uma visão resumida do parque atual de usinas, capacidade de moagem e potência instalada, conforme o Termo de Referência VIII da Comissão Especial da Bionergia do governo do Estado de São Paulo.

Tabela 4.5 - Resumo do parque atual de usinas de São Paulo

Classificação	Número de usinas	Moagem (Mt/safra)	Potência instalada (MW)
Usinas com cogeração original	100	170	547
Usinas sem cogeração	15	5	-
Usinas com retrofit	35	89	1.146
Totais	150	264	1.693

Fonte: Mello, apud Goldemberg, Nigro e Coelho, 2008

Usinas com retrofit, neste caso, têm o significado específico das empresas que efetuaram repotenciamento de seus equipamentos antigos para outros mais modernos, dotados de maior capacidade de pressão atmosférica e de temperatura, aumentando, assim, a sua potência instalada.

4.6 Co-geração e geração de energia elétrica fazendo uso do bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar: aspectos comerciais

As usinas que operam com caldeiras de baixa pressão geram excedentes de bagaço, pois, mesmo depois do atendimento da demanda interna de energia, há uma fração excedente que representa entre 8 e 15% do total de bagaço produzido (MACEDO; LEAL; SILVA, 2004), fração esta que é frequentemente negociada entre as usinas. A Usina Equipav, para um citar um exemplo, comprou bagaço de outra na safra passada para alimentar as caldeiras durante a entressafra, conforme informação obtida pelos técnicos (DANTAS FILHO, 2009, p. 51). Conforme o Prof. Dr. Zilmar de Souza, da UNICA, essa mesma empresa está agora queimando a palha, prioritariamente, e armazenando o bagaço para a entressafra, que pode ser estocada por até um ano, sem problemas críticos. Idealmente, o bagaço deveria ser armazenado coberto. Diz ele ainda que, em se mesclando periodicamente o bagaço mais antigo com o mais novo é possível manter a qualidade relativamente uniforme do bagaço por pelo menos um ano.

O perfil do setor sucroalcooleiro paulista é bastante variado, com usinas de pequeno, médio e grande portes, com capacidades de processamento de cana bastante distintas. No Brasil, a quase totalidade das usinas em atividade opera com equipamentos de baixa eficiência energética e com caldeiras de baixa temperatura e baixa pressão (21 bar, 300°C) (COELHO, 1999)

A CONAB (2008) estima, para a safra 2008/2009, que a área de colheita manual seja de 69% e de colheita mecanizada 31%. As perspectivas de aumento da disponibilidade de palha e pontas residuais da colheita mecanizada e a constatada geração de excedentes de bagaço sinalizam para maior intensidade na produção de energia elétrica a partir da co-geração.

Nesse contexto, o potencial de geração de excedentes de energia no Estado de São Paulo é enorme, desde que haja substituição ou “repotenciamento/retrofit” dos equipamentos antigos de baixa pressão. Tanto a substituição quanto o retrofit pressupõe

a implantação de equipamentos de concepção moderna de média e alta pressão, conforme sugerido nos trabalhos de Goldemberg et al, 2008.

Para Souza (2003), a diversificação e a estabilidade das receitas no setor sucroalcooleiro são estratégias fundamentais para auferir receitas não-operacionais por meio da atividade de geração de energia elétrica.

Em estudo sobre o potencial energético da cana-de-açúcar, Ripolli (2004) contabiliza o número de pessoa que poderia ser atendido por ano pela energia elétrica produzida pelo setor sucroalcooleiro na Região Centro-Sul do Brasil. Ao todo seriam 9,85 milhões, a partir da palha da cana como fonte primária e 5,55 milhões a partir do bagaço da cana-de-açúcar, o que representa uma significativa quantidade de energia elétrica passível de comercialização.

Ripolli (op. cit.) releva as mudanças ocorridas no panorama legal envolvendo produção e comercialização de energia elétrica, devido à criação de vários órgãos destinados a regulamentar o setor, como a Agência Nacional de energia Elétrica (ANEEL), em 1996, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (OSN), em 1998, o Mercado Atacadista de Energia (MAE), em 1998 e a Câmara de Gestão da Crise Energética, em 2001.

Souza (op. cit.) analisa as possibilidades do setor sucroalcooleiro diante da expansão do parque gerador de energia elétrica, como nova fonte de negócios, pois a maioria das usinas e destilarias, implantada há mais de 20 anos para atendimento ao Proálcool, tem sua vida útil a caminho do fim. Recomenda ele, como opção, manter a tecnologia atual e operar em longo prazo com eficiência ou, instalar sistemas mais eficientes e expandir para um novo ramo de negócio: a venda de eletricidade.

A questão da análise e seleção de projetos, ou, numa perspectiva mais ampla, da escolha entre alternativas de investimentos disponíveis para um investidor, é sem dúvida uma das questões cruciais da teoria econômica aplicada. Isso porque o crescimento de uma empresa e até sua capacidade de se manter competitiva e sobreviver depende de um fluxo constante de idéias de novos produtos, de novas maneiras de fazer melhor os produtos existentes e de modos de produzir a um custo mais baixo. Conseqüentemente, uma empresa bem administrada despenderá grandes esforços para desenvolver boas propostas de orçamento de capital (DANTAS FILHO, 2009).

Um dos modelos de análise econômico-financeiro mais importante e utilizada para avaliar ações de investimentos em termos financeiros é o Modelo de Desconto de Fluxo de Caixa (DFC), que representa a análise, a valor presente, dos fluxos de caixa futuros líquidos gerados.

Nesse modelo, várias técnicas podem ser utilizadas, tais como: o Valor Presente Líquido (VPL), que mede a riqueza gerada por um determinado ativo a valores atuais; a Taxa Interna de Retorno (TIR), que representa a rentabilidade do projeto; e o Período de Payback Descontado (PPD), que representa o prazo de recuperação do capital investido, considerando explicitamente o valor do dinheiro no tempo.

Outras técnicas também são importantes, pois complementam as ferramentas do modelo DFC, como é o caso da Análise do Ponto de Equilíbrio (PE), que representa o ponto mínimo de operação de um negócio, empresa ou projeto (DANTAS FILHO, 2009).

Para Gitman (2003), quando as empresas querem avaliar os fluxos de caixa relevantes ou incrementais de um ativo, analisam esses fluxos para discutir se o ativo é aceitável ou para hierarquizá-los. Para isso, podem-se utilizar várias técnicas, entre as quais se destaca o Valor Presente Líquido (VPL).

Essa técnica considera explicitamente o valor do dinheiro no tempo, ou seja, desconta o fluxo de caixa a uma taxa mínima de atratividade específica (custo de oportunidade ajustado ao risco do ativo). O VPL é, então, encontrado ao se subtrair o investimento inicial (FCO) de um ativo do somatório do valor presente de seus fluxos de caixas futuros (FCt), descontados a uma taxa mínima de atratividade (i).

Segundo Macedo (2002), o VPL pode ser visto como um ganho proporcionado pelo ativo, pois representa o quanto os fluxos de caixa futuros estão acima do investimento inicial. Tudo isso a valor presente, segundo um custo de oportunidade ajustado ao risco. Desse jeito, pode-se dizer que um ativo deve ser aceito, numa abordagem aceitar-rejeitar, se $VPL > 0$, pois o mesmo acrescenta riqueza ao investidor. Ele deve ser rejeitado se $VPL < 0$, pois este consome riqueza. Já numa abordagem hierárquica, deve ser escolhido o ativo de maior VPL, pois quanto maior for o VPL maior será a riqueza gerada por este.

De acordo com Gitman (2003), a TIR é possivelmente a técnica mais usada para a avaliação de alternativas de investimento. O critério de decisão, quando a TIR é usada para aceitar-rejeitar é, segundo autor, o seguinte: se a TIR for maior que o custo de oportunidade ajustado ao risco, aceita-se o projeto, porém, se for menor, o mesmo deve ser rejeitado.

Esses elementos de indicadores financeiros são a base que respalda a argumentação de que existem razões para a expansão da geração de eletricidade pelo setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo, e, portanto, investidores tradicionais e novos empreendedores estarão interessados no negócio da geração de energia elétrica, desde já, dada as suas vantagens financeiras e econômicas no médio e longo prazo, o que será demonstrado por intermédio de estudo de casos bastante recentes junto a usinas de açúcar e álcool do oeste paulista, elaborados por Dantas Filho, 2009.

4.7 Estudos de casos comparativos para suporte à análise econômico-financeira

Foram levantados dados de quatro usinas de açúcar e álcool do oeste paulista, das cidades de Santa Isabel, Cerradinho, Catanduva e de Santa Cândida. Três das quatro usinas dispõem de excedentes de energia elétrica para comercialização e uma para consumo próprio apenas. Conforme Dantas Filho (2009), essas usinas são praticamente da mesma ordem de grandeza, considerando a capacidade de processo de cana. Algumas de suas características são descritas na Tabela 4.6 a seguir.

Tabela 4.6 – Características das usinas pesquisadas

Característica do processo	Santa Isabel	Cerradinho	Catanduva	Santa Cândida
Processamento de Cana-de-açúcar	2,5 milhões Safra 2008	2,4 milhões safra 2008	4 milhões safra 2008	3 milhões Safra 2008
Safra	Maio Novembro	Abril Novembro	Março Novembro	Março Novembro
Geração de eletricidade	40 MW	75 MW	12 MW	29 MW
Auto-consumo	18 MW	25 MW	10 MW	8 MW
Exportação	22 MW	50 MW	2 MW	21 MW
Agente comprador	Eletrabras (PROINFA)	Eletropaulo Eletrabras Duratex	Não vende	CPFL

Fonte: Dantas Filho, 2009

As unidades foram selecionadas conforme critérios pré-estabelecidos, ou seja, realizar o processo de co-geração de energia elétrica, ser auto-suficiente em energia, vender o excedente para a rede, estar na mesma região e apresentar características de processo semelhantes, o que permite avaliar com melhor clareza as opções de investimentos e as tendências dos custos de implantação e operação.

4.7.1 - 1º Estudo de caso – Usina Cerradinho

Os investimentos em tecnologia, a busca pelos ganhos em escala, a redução de custos, a qualidade assegurada e percebida, fazem com que sua expansão seja constante. Em 2002, inaugurou sua primeira unidade co-geração de energia elétrica a partir da queima do bagaço de cana, com capacidade instalada de 25 MW, sendo a pioneira junto ao BNDES no primeiro plano aprovado e financiado pelo banco.

No mesmo ano, iniciou a produção de levedura seca, subproduto da produção do etanol, utilizada como base para ração animal, e já possui créditos de carbono comercializados conforme o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e o Protocolo de Kyoto.

O grupo de Cerradinho inaugurou sua segunda planta com 75 MW de capacidade instalada em 2006 e já iniciou a construção de sua terceira unidade no Estado de Goiás, a iniciar operações em 2010.

O processo de co-geração de excedente foi implantado em 2002 e até 2005 a Usina Cerradinho gerou 41 MW/safra, sendo 16 para consumo próprio e 25 MW para exportação.

A partir de 2006 a usina passou a gerar 50 MW, sendo 14 MW para auto-consumo e 36 MW para comercialização, e em 2008, gerou aproximadamente 378.000 MWh, sendo 122.000 MWh para auto-consumo e 255.000 MWh para exportação.

Os agentes compradores são: Eletropaulo e Eletrobras (PROINFA) para a unidade Catanduva e a Empresa Duratex. São utilizados como combustível na caldeira o bagaço e uma proporção de 3% a 5% de cavaco de madeira.

Para fins de análise, Dantas Filho (op. cit.) fez comparativos entre as duas estações de geração de energia elétrica de Cerradinho, demonstrando a capacidade de geração de energia elétrica por unidades em MWh, como mostra a Tabela 4.7 a seguir.

Os valores encontrados foram convertidos da potência gerada em MW, usando como base o período de safra de 7 meses multiplicado pelos 30 dias do mês e pelas 24 horas do dia, o que equivale a 5.040 horas de fornecimento de energia.

Tabela 4.7 - Capacidade de geração de energia da Usina Cerradinho em MWh

Unidade	MWh Gerado	MWh Consumido	MWh Excedente	Valor da Venda em R\$/MWh
Catanduva	252.000	70.560	181.440	147,00
Potirendaba	126.000	55.440	70.560	165,00
Total	378.000	126.000	252.000	

Fonte: Dantas Filho, 2009

A geração de excedente de eletricidade possibilitou à usina desenvolver um projeto MDL, de co-geração por bagaço, com período de contrato de 2002 a 2009. Segundo o gerente administrativo/financeiro da usina, a maior motivação para esses investimentos foi a busca de oportunidade de rentabilidade para a co-geração usando a oportunidade do MDL, além de agregar e vincular valores à imagem da empresa, certificada pela *Sddeutschland Bau und Betrieb GmbH (TUV)* para validação de seu projeto de crédito de carbono.

Foram utilizados como fonte de financiamento das etapas do projeto recursos do BNDES, Rabobank e Banco Santander. De 2002 a 2006 a empresa negociou 63.221 toneladas de CO₂.

Dantas Filho (op. cit.) ainda reporta que, em janeiro de 2007, a Usina de Cerradinho foi uma das primeiras no setor sucroalcooleiro do Brasil a receber o recurso financeiro proveniente da venda dos créditos de carbono.

Em 2008, as negociações foram finalizadas no último mês de março com a geração total de energia firmada em 129.454 MWh, que corresponde à redução equivalente a 35.221 toneladas de CO₂, ou seja, a usina emitiu 35.221 créditos de carbono (CER). O valor da venda desses créditos não foi revelado.

Apenas a título de busca de uma referência, em janeiro de 2009, cada tonelada de tonelada de crédito de carbono era vendida a 25 Euros.

Para melhor compreensão a respeito dos investimentos versus rentabilidade da Usina Cerradinho, Dantas Filho (op. cit.) fez levantamento do seu parque industrial, como mostrado na Tabela a seguir.

Tabela 4.8 - Parque industrial da Usina Cerradinho

Qde	Descrição
2	Caldeiras de 65 bar com 480°C
1	Caldeira de 45 bar com 400°
2	Geradores de 17.500, 25.000 KVA
2	Transformador de 30 MVA
2	Sistema de transporte de bagaço
2	Tratamento da Água

1 bar = 100 kPa

Fonte: Dantas Filho, 2009

Para a implantação do sistema de co-geração, a usina Cerradinho investiu aproximadamente R\$ 56.000.000,00 (cinquenta e seis milhões de reais) para instalação da unidade de Catanduva e R\$ 47.000.000,00 (quarenta e sete milhões de reais) para implantação da unidade Potirendaba, totalizando em R\$ 103.000.000,00 (cento e três milhões de reais) para a geração de 75 MW de potência instalada, o que equivale a 378.000 MWh de energia gerada. Dessa forma o investimento para implantação das unidades geradas de energia elétrica é equivalente a R\$ 1.373.300,00 (hum milhão, trezentos e setenta e três mil e trezentos reais) por MWh gerado, calculou Dantas Filho, 2009.

Para o desenvolvimento das atividades de geração por meio da utilizado do bagaço a Usina Cerradinho como custo de operação e manutenção o valor de R\$ 25,00 (vinte e cinco reais) por MWh de energia gerada, para a unidade de Catanduva e de R\$ 20,00 (vinte reais) por MWh de energia gerada para a unidade de Potirendaba.

A venda do excedente é feita através de contratos. O excedente gerado pela unidade Catanduva é comercializado com a empresa Eletropaulo e Eletrobras pelo período de vinte anos ao preço de R\$ 147,00 (cento e quarenta e sete reais) por MWh; e o excedente pela unidade Potirendaba é vendido para a empresa Duratex pelo período de 10 anos no valor de R\$ 165,00 (cento e sessenta e cinco reais) por MWh.

4.7.2 - 2º Estudo de caso – Usina Santa Isabel

O grupo dispõe de duas unidades sucroalcooleiras, sendo uma unidade de Mendonça e outra em Novo Horizonte. A partir de 2007 a unidade Novo Horizonte iniciou a implantação de sistema de co-geração de energia elétrica, com potência de 40 MW, com o objetivo de venda de excedente de 25 MW ao sistema interligado Sul/Sudeste para o ano de 2009.

O ano de 2006 marca a entrada em operação da unidade II no município de Mendonça, a qual procurou uma cultura de alta eficiência nos processos, pelo uso de tecnologias avançadas, de última geração, utilizando novos conceitos de gestão. Foi uma das primeiras a ser montada com 100% dos acionamentos elétricos e assim disponibilizando toda a produção de vapor para a geração de energia.

No processo de co-geração somente o bagaço é utilizado nas caldeiras e a unidade opera somente na safra (maio a novembro), reporta Dantas Filho (op. cit.). A Tabela 4.9 mostra a capacidade instalada da Usina Santa Isabel em suas duas unidades.

Tabela 4.9 – Capacidade instalada de geração nas unidades da Usina Santa Isabel

Unidade	MW Gerado	MW Consumido	MW Excedente	Valor da Venda em MWh	Empresa Compradora Excedente
Novo Horizonte	40	15	25	R\$ 150,00	Pool de Empresas
Mendonça	39	17	22	R\$ 120,00	Eletrobrás

Fonte: Dantas Filho, 2009

Tendo em vista que o regime de operação da usina vigora no período da safra, gera-se energia apenas entre os meses de abril a novembro inclusive. Assim, a capacidade instalada é equivalente a 5.760 horas de operação, ficando a unidade Mendonça da seguinte forma: 5.760 horas x 39 MW de potência instalada equivalente a 224.850 MWh de energia gerada ao ano (safra), sendo 97.920 MWh para consumo próprio e 126.720 MWh de energia excedente para venda.

Esses valores correspondem aos percentuais de 44% e 56% para consumo próprio e excedente para venda, respectivamente, como narrado por Dantas Filho (op. cit.).

A Tabela 4.10 a seguir, apresenta a estrutura do parque industrial da Usina Santa Isabel.

Tabela 4.10 – Parque industrial da Usina Santa Isabel

Qde	Descrição
2	Caldeiras de 65 bar com 480°C
1	Caldeira de 45 bar com 400°
2	Geradores de 17.500, 25.000 KVA
2	Transformador de 30 MVA
2	Sistema de transporte de bagaço
2	Tratamento da Água

Fonte: Dantas Filho, 2009

Para a implantação do sistema de co-geração, a Santa Isabel investiu aproximadamente R\$ 3.000.000,00 (três milhões de reais) por MW gerado, sendo a metade desse valor para cada unidade (Mendonça e Novo Horizonte). Assim, a unidade Mendonça, com capacidade de 39 MW, tem o valor de investimento efetuado de R\$ 58.500.000,00 (cinquenta e oito milhões e quinhentos mil reais).

Para o desenvolvimento das atividades de geração de energia elétrica através do uso do bagaço da cana-de-açúcar, a Usina Santa Isabel apurou como custo de operação e manutenção o valor de R\$ 35,00 por MWh, custo que representa a produção de açúcar, álcool e energia elétrica. Dados históricos da usina mostram que aproximadamente 30% desse custo são atribuídos à atividade de geração de energia elétrica, o que equivale a R\$ 10,50 por MWh gerado.

A venda do excedente de energia gerada é feita através de contratos. O excedente da unidade Mendonça é comercializado com a Eletrobrás pelo período de 15 anos e atualmente o valor contratual é de R\$ 120,00 (cento e vinte reais) por MWh; e o excedente da unidade Novo Horizonte é comercializado com um pool de empresas pelo período de 10 anos e atualmente o valor é de R\$ 150,00 (cento e cinquenta reais) por MWh.

4.7.3 - 3º Estudo de caso – Usina Santa Cândida

A Usina Santa Cândida passou a integrar o sistema de co-geração de energia elétrica em 2002 e já na safra 2003/2004 iniciou suas operações de co-geração usando o bagaço como insumo, com capacidade instalada de 29 MW. O consumo próprio médio é de 8MW, restando o excedente de 21 MW, dos quais 15 MW são vendidos em contrato a CPFL. Ainda sobram 6 MW, utilizados como reserva para garantia contratual.

Deste modo, a Usina Santa Cândida, que só opera durante os 8 meses de safra por ano, tem sua capacidade distribuída da seguinte forma: (24hs/dia x 30 dias/mês x 8 meses = 5.760 horas/safra de operação). Assim, a capacidade para a geração de energia que é de 167.040 MWh, cujo resultado da operação de 5.760 horas x 29 MW, sendo 46.080 MWh para consumo próprio, 86.400 MWh de excedente para venda e 34.560 de garantia contratual. Esses valores correspondem a um percentual de 29% e 71% para consumo próprio e excedente para venda, respectivamente.

A Tabela 4.11 a seguir, descreve o parque industrial da Usina Santa Cândida.

Tabela 4.11 – Descrição do parque industrial da Usina Santa Cândida

Qde	Descrição
2	Caldeiras de 21 bar com 300 °C
1	Caldeira de 42 bar com 400 °C
3	Geradores de 18.750, 15.000 e 2.000 kVA
1	Transformador de 25 MVA
1	Sistema de transporte de bagaço
1	Tratamento da Água

Fonte: Dantas Filho, 2009

Para a implantação do sistema de co-geração, a Santa Cândida investiu aproximadamente R\$ 1.190.000,00 (hum milhão cento e noventa mil reais) por MW. Assim, a capacidade instalada é de 21 MW, o que monta o investimento a R\$ 25.000.000,00 (vinte e cinco milhões de reais). Para o desenvolvimento das atividades de geração de energia elétrica apurou-se como custo de operação e manutenção o valor de R\$ 12,00 por MWh.

A venda do excedente é feita através de contrato com a empresa pelo período de vinte anos; atualmente o valor contratual é de R\$ 132,63 (cento e trinta e dois reais e

sessenta e três centavos) por MWh para o ano de 2008, com cláusula de reajuste pelo IGPM, até 2012.

4.7.4 - 4º Estudo de caso – Usina Catanduva

A Usina Catanduva é formada por um conglomerado de quatro usinas, sendo uma em Itapira, outra em Catanduva, outra em José Bonifácio e a última em Monções. A título informativo e importante para o corrente estudo, a seguir é apresentada a Tabela 4.12 mostrando o volume total de cana processada, em diferentes safras, e o volume de bagaço gerado, em toneladas.

Tabela 4.12 – Cana processada e bagaço gerado/safra

Safras	Cana processada	Bagaço Gerado
	Catanduva (t)	(t)
04/05	3.584.729,67	932.030
05/06	3.671.481,23	954.585
06/07	3.912.799,21	1.017.328
07/08	4.005.475,71	1.041.424
08/09	4.039.739,22	1.048.840

Fonte: Dantas Filho, 2009

A capacidade instalada da usina para geração de energia por bagaço é de 12 MW. O consumo médio para seu funcionamento é de 10 MW, levando em consideração que só opera em período de safra, ou seja, 8 meses por ano, de modo que isso equivale a $(24\text{hs}/\text{dia} \times 30 \text{ dias}/\text{mês} \times 8 \text{ meses}) = 5.760 \text{ horas}/\text{safra}$.

Efetuada os cálculos em termos de total MWh para consumo e excedente, chega-se ao resultado de 83% para consumo e 17% para venda, respectivamente.

A Tabela 4.13 a seguir, demonstra a estrutura do parque industrial da Usina Catanduva.

Tabela 4.13 - Descrição do parque industrial da Usina Catanduva

Qde	Descrição
5	Caldeiras de 21 bar
3	Geradores de 3250, 5000 e 6250 KVA
1	Transformador
1	Tratamento da Água

Fonte: Dantas Filho, 2009

Segundo declaração de Diretor da Usina Catanduva, “vários países estão buscando elaborar um plano energético ambientalmente correto, até mesmo para atender o protocolo de Kyoto. Também buscando diminuir a dependência do petróleo, um produto finito.

Agrega aquele Diretor: “Com todas essas questões em relação ao possível mercado do álcool, as usinas e os institutos de estudos estão analisando a questão e a viabilidade econômica do álcool de segunda geração, ou seja, a produção do álcool a partir da palha e do bagaço da cana. Com isso, não terá matéria-prima para a geração de energia elétrica”.

O Diretor daquela usina comenta ainda que “na safra de 2007/2008, aproximadamente 500.000 toneladas de bagaço excedente foram vendidas para a Citrovita, do grupo Votorantim, por aproximadamente R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais)”.

Para a implantação do sistema de co-geração, a Usina Catanduva investiu aproximadamente R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais) por MW gerado. Assim, a capacidade instalada da usina é de 12 MW, o que monta o investimento em R\$ 12.000.000,00 (doze milhões de reais). Para o desenvolvimento de suas atividades foi apurado o custo de operação e manutenção de R\$ 357,00 por MWh.

Esse custo representa a produção de açúcar, álcool e geração de energia elétrica. Dados históricos da usina mostram que aproximadamente 10% desse custo são atribuídos à atividade de geração de energia elétrica, o que equivale a R\$ 35,70 por MWh gerado.

A usina não gera excedente para vendas, entretanto, para efeito de análise de dados foi considerado o valor médio de venda no valor de R\$ 120,00 por MWh que será considerado neste estudo como custo evitado pelo autoconsumo de energia elétrica.

4.8 Análise econômico-financeira baseada nos estudos de casos apresentados

Os dados apresentados nos estudos de caso são subsídios suficientes e necessários para algumas considerações a respeito do mercado da co-geração de energia elétrica e, portanto, faltando apenas uma análise econômico-financeira para dar sustentação às eventuais conclusões a respeito desse mercado que hoje tem importância para o usineiro de nível similar como para o açúcar e o etanol.

Para dar início ao estudo, é apresentada a seguir uma Tabela com os volumes de investimentos para a implantação do sistema de co-geração, feitos por cada uma das usinas aqui consideradas.

Tabela 4.14 - Investimentos para implantação

Usina	Investimento (R\$)	R\$ por MW Instalado
Usina Cerradinho	103.000.000,00	1.373.300,00
Santa Isabel	58.000.000,00	1.500.000,00
Usina Santa Cândida	25.000.000,00	1.190.000,00
Usina Catanduva	12.000.000,00	1.000.000,00

Fonte: Dantas Filho, 2009

É evidente a variação dos investimentos em cada uma das usinas analisadas, na medida em que as tecnologias aplicadas são distintas e refletem no R\$ por MW instalado. O pesquisador Dantas Filho (op. cit.) levantou os Fluxos de Caixa Livres projetados para as quatro usinas, não obstante, deixaram de ser aqui inseridas para reduzir a extensão de informações, importando mesmo os dados robustos que induzem a conclusões importantes para este trabalho.

Nos cálculos efetuados, assumiu-se o índice Geral de Preços do Mercado, estimado em 9,81% ao ano na tarifa de energia comercializada, como estabelecido em contrato com as empresas compradoras de energia excedente. Considerou-se o mesmo índice para atualização anual do item Operação e Manutenção (O&M), ao longo da vida útil do projeto.

Para efeito de desconto do Fluxo de Caixa projetado, Dantas Filho (op. cit.) estima uma taxa de desconto de 12%, sugerida pelos administradores das usinas. No cômputo dessa taxa considerou-se a taxa SELIC divulgada pelo Banco Central do Brasil, acrescida de um prêmio de risco em torno de 3% ao ano como garantia de cobertura do risco adicional, chegando-se, assim, ao custo médio ponderado de capital (WACC) do projeto, no pressuposto de que esta taxa sirva de balizadora do custo de oportunidade dos investidores.

A energia produzida para consumo próprio não é comercializada e, portanto, não gera receita. Por outro lado, ela substitui a energia que seria comprada de terceiros. Desta forma, o custo evitado representa receita no fluxo de caixa adicional. Este custo é apresentado na Tabela 4.15 a seguir.

Tabela 4.15 - Custo anual evitado nas usinas analisadas

Usina	Preço energia ¹⁷ (R\$/MWh)	MWh – Consumo ¹⁸	Custo evitado R\$
Cerradinho	147,00	70.560	10.372.320,00
Santa Isabel	120,00	97.920	11.750.400,00
Santa Cândida	132,63	46.080	6.111.590,40
Catanduva	120,00	57.600	6.912.000,00

¹⁷ Com base no contrato de excedente

¹⁸ O valor em MWh é o resultado de (30 dias no mês x 24h dia x 8 meses da safra por ano x 17 MW de consumo

Fonte: Dantas Filho, 2009

Os empreendimentos de autoprodução trazem despesas administrativas e custos de operação e manutenção (O&M) que devem ser considerados na avaliação dos projetos. Estes gastos são contabilizados como parcela equivalente entre 5% e 10% da receita obtida com a venda da energia excedente.

Nos estudos de casos, levando em conta as quatro usinas analisadas, foram levantados os custos com O&M de cada uma delas, que podem ser vistos pela Tabela 4.16 a seguir.

Tabela 4.16 - Custos com O&M das usinas analisadas

Usina	Qde. de MWh gerado	Custo O&M R\$/MWh ¹⁹	Custo total com O&M (R\$)
Cerradinho	378.000	25,00	9.450.000,00
Santa Isabel	224.640	10,50	2.358.720,00
Santa Cândida	120.960	12,00	1.451.520,00
Catanduva	69.120	35,70	2.467.584,00

¹⁹ Valores fornecidos pelas usinas estudadas
Fonte: Dantas Filho, 2009

Ainda que a Usina Catanduva produza energia apenas para consumo próprio, o investimento é viável. A Tabela 4.17 sumariza os resultados dos investimentos nas quatro usinas.

Tabela 4.17 - Cálculo da TIR, VPL e do Payback por usina

Usina	Capacidade (MWh)	Investimento (Milhões/R\$)	TIR (%)	VPL (Milhões/R\$)	Payback (ano)
Cerradinho	252.000	56,0	35,5	113,0	5
Santa Isabel	224.640	58,5	24,6	50,0	8
Santa Cândida	167.040	25,0	36,9	54,5	5
Catanduva	69.120	12,0	36,0	24,9	5

Fonte: Dantas Filho, 2009

Apesar da variação de 12% em relação à capacidade instalada das usinas Cerradinho e Santa Isabel, essa variação se inverte a favor da segunda em 0,89% nos investimentos, ou seja, a Cerradinhos investiu menos e sua capacidade instalada é maior. Com relação à disponibilização de excedentes de energia, a Cerradinho tem 43% a mais de energia excedente para venda do que a Usina Santa Isabel e também obteve um preço de venda de excedente 22,5% superior, mostram os cálculos de Dantas Filho (op. cit.).

A Tabela 4.18 a seguir mostra o cálculo para obtenção da receita auferida com a venda de energia elétrica excedente pela co-geração com o uso do bagaço da cana.

Tabela 4.18 - Cálculo da receita auferida com a venda de excedente

Usina	Excedentes (MWh)	Preço de venda ²⁰ (R\$/MWh)	Receita Auferida (R\$)
Cerradinho	181.400	147,00	26.671.680,00
Santa Isabel	126.720	120,00	15.206.400,00
Santa Cândida	86.400	132,63	11.459.232,00
Catanduva	57.600	120,00	6.912.000,00

²⁰ Preços praticados em contratos de venda de excedente de energia. Os valores contratuais originam-se na venda por leilão. A variação encontrada nos preços praticados se deve ao fato de que na época do referido leilão da venda de excedente da Usina Cerradinho, existia uma demanda de energia na região, o que elevou o preço de venda no leilão.

Fonte: Dantas Filho, 2009

As quatro usinas analisadas apresentaram viabilidade econômico-financeira para implantação do projeto, pois os VPLs são positivos e as taxas internas de retorno calculadas são superiores ao custo mínimo de atratividade do capital, assumido em 15%.

O consumo próprio de energia, ainda que não gere receita direta pelo fato de não ser vendida, pode, como visto, agregar valor ao processo produtivo como custo evitado. Fica claro que o auto-consumo de energia gera custo evitado pela não-compra de energia para abastecer a usina, o que torna o resultado da operação mais positivo no tocante ao fluxo de caixa.

Uma perspectiva interessante da análise das quatro usinas em questão é o posicionamento em relação aos custos para a geração de energia elétrica a partir do bagaço de cana, tais como: a) custo de implantação da usina,

b) custo de operação e manutenção,

c) custo evitado pelo consumo próprio das usinas geradoras e

d) “recuperação de custos”.

A Tabela 4.19 sintetiza a composição dos custos por MWh.

Tabela 4.19 - Custo de implantação das usinas por MWh

Usinas	Investimento (R\$)	Energia Gerada MWh	Custos R\$/MWh
Santa Isabel	118.500.000,00	455.040	260,42
Cerradinho	103.000.000,00	378.000	272,49
Catanduva	12.000.000,00	69.120	173,61
Santa Cândida	25.000.000,00	167.040	149,66

Fonte: Dantas Filho, 2009

As usinas Santa Isabel e Cerradinho têm capacidade de geração de aproximadamente 400.000 MWh, e os custos de implantação em R\$/MWh giram em torno de R\$ 260,00. Nas usinas Catanduva e Santa Cândida, cuja capacidade é de aproximadamente 100.000 MWh, os custos de implantação em R\$/MWh são de mais ou menos R\$ 160,00.

Foi observado que à medida que se sofisticava a tecnologia na geração de energia elétrica, maiores são os valores de investimentos, porém, na contrapartida, o aumento da capacidade de geração de energia contribui muito para a melhoria dos resultados financeiros do negócio. Os custos de operação e manutenção devem, também, ser considerados para verificação dos resultados do negócio. Normalmente, esses custos são contabilizados como uma parcela de 5% a 10% da receitas obtida com a venda da energia excedente. A Tabela 4.20 apresenta uma sumarização dos custos de operação e manutenção das usinas.

Tabela 4.20 - Custos com O&M das usinas

Usina	Qde. MWh gerado	Custo O&M R\$/MWh	Custo O&M Total(R\$)
Santa Isabel	455.040	10,50	4.777.920,00
Cerradinho	378.000	25,00	9.450.000,00
Catanduva	69.120	35,70	2.467.584,00
Santa Cândida	167.040	12,00	2.004.480,00
Custo Médio	1.069.200	17,49	18.699.984,00

Fonte: Dantas Filho, 2009

Conforme exposto na Tabela 4.20, o custo médio entre as quatro usinas analisadas, obtido através da divisão do custo total de O&M pela quantidade, é de R\$ 17,49. Vale observar neste ponto que quanto maior a capacidade de geração de energia,

mais otimizado será o custo de O&M, obtendo-se assim resultados mais atrativos para os investidores.

O consumo de energia para uso próprio não tem a pretensão de gerar recebível financeiro, não obstante, tende a substituir a energia que seria comprada de terceiros. Deste modo, o custo evitado representa receita nos resultados. O custo evitado foi calculado com base no preço contratual da energia excedente vendida para a rede multiplicado pela quantidade de MWh de consumo próprio, conforme a Tabela 4.21 a seguir.

Tabela 4.21 - Custo evitado por usina

Usina	Preço de energia para compra (R\$) ²¹	Consumo ²² MWh	Custo evitado R\$
Santa Isabel	120,00	97.920	11.750.400,00
Cerradinho	147,00	252.000	37.044.000,00
Catanduva	120,00	57.600	6.912.000,00
Santa Cândida	132,63	46.080	6.111.590,40

Fonte: Dantas Filho, 2009

O custo pode ser considerado como entrada de caixa para a análise de viabilidade econômico-financeira, melhorando os resultados alcançados. O custo evitado deve ser considerado na elaboração do balanço gerencial para que influencie as decisões dos gestores e investidores.

4.9 Co-geração e geração de energia elétrica do futuro

Embora existam diferentes rotas tecnológicas para a utilização da biomassa como matéria-prima para a co-geração de energia elétrica, é importante registrar aqui que esforços científicos vêm sendo feitos por diversos órgãos do governo brasileiro e estrangeiros, além de organizações brasileiras e internacionais, no sentido de testar caminhos mais eficientes e eficazes para o desenvolvimento tecnológico, econômico e social. Para isso, são apresentadas a seguir algumas palavras que resumem a elaboração e desenvolvimento de um projeto conduzido pelo Ministério de Ciência e Tecnologia, em conjunto com outros setores da sociedade brasileira e internacional, que trata da co-

geração de energia elétrica, a partir do bagaço da cana-de-açúcar, realizada no período de 1997 e 2005, utilizando um sistema de alta-tecnologia de turbina a gás integrado à biomassa junto às usinas de açúcar e álcool, chamado tecnicamente e comercialmente de BIG-GT.

Tendo em vista o fato desse projeto não se encontrar efetivamente concluído, abordam-se aqui as premissas do projeto, com o propósito de trazer à tona os esforços nacionais, em conjunto com o estrangeiro, de avançar tecnologicamente na co-geração de energia elétrica a partir do bagaço da cana e seus resíduos (pontas e palhas).

Os pesquisadores Hassuani, Leal e Macedo desenvolveram e organizaram material de revisão teórica do trabalho, cujo título em inglês é “Biomass Power Generation: sugar cane bagasse and trash”, subdividido em vários tópicos de autorias variadas, que se relacionam às operações de campo, de laboratório e de usinas, cuja primeira edição da obra no Brasil ocorreu em 2005.

O referido projeto foi financiado por duas organizações: a Global Environment Facility – GEF (www.gefweb.org) e a Coopersucar, que fez parceria com a Comissão Europeia e a “Swedish National Energy Administration”. O projeto, desenvolvido sob o foco de “Climate Change”, foi implementado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD, tendo o Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil como órgão coordenador.

O desenvolvimento do projeto foi realizado pelo CTC, Centro de Tecnologia da Copersucar, em 2004 pertencente a uma cooperativa de 32 usinas de açúcar, que evoluiu posteriormente para Centro de Tecnologia Canavieira (www.ctc.com.br), hoje um centro de pesquisas com mais de uma centena de associados (incluindo usineiros e associações de plantadores de cana-de-açúcar). O desenvolvimento do sistema de gasificação, por sua vez, foi elaborado pela Termiska Processer AB – TPS (www.tps.se), empresa sueca interessada em desenvolver projetos de co-geração de energia elétrica a partir da biomassa em conjunto com instituições brasileiras.

4.10 Logística: transportes e distribuição do bagaço e resíduos da cana

Com base na exequibilidade do negócio da co-geração e geração de energia elétrica fazendo uso do bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar, como visto no

ponto anterior a este, e, também lastreado em afirmações tácitas por entrevistados durante a pesquisa para a consecução deste trabalho, assim como sustentado em outros estudos através de teses de doutoramento e dissertações de mestrado, é possível prever-se um mercado ativo e crescente de compra e venda de bagaço e resíduos em futuro não longínquo.

Embora o preço do bagaço, sem palhas, no mercado esteja sendo transacionado, no ano de 2009, ao preço variável entre R\$ 2,00 e R\$ 12,00 (US\$ 1,10 e US\$ 6,70) a tonelada bruta, (em 2005 os autores Braunbeck e Cortez (op. cit.) indicaram uma variação entre US\$ 5,00 e US\$ 12,00 a tonelada) o crescente número de usinas novas que já faz integração entre a produção de açúcar, etanol e co-geração é surpreendente. Muitos dos entrevistados acreditam que entre 2015/2017 todas as usinas de açúcar e álcool do Estado de São Paulo terão sistemas de co-geração e a maioria entrará no mercado da geração de energia elétrica para exportação. Vale mencionar que diversas indústrias, fora do setor sucroalcooleiro, têm buscado fabricantes de caldeiras como a CBC, entre outros, fazendo prospecções para a implantação de sistemas de co-geração a partir do bagaço, principalmente.

O amparo legal estabelecido pelo PROINFA promove e fomenta a co-geração e geração de energia elétrica, em especial nas usinas de açúcar e álcool, pois a anexação de sistemas de caldeiras às instalações presentes, além de representar ganhos financeiros adicionais, não apresenta nenhuma dificuldade para as empresas de engenharia especializadas no ramo.

A literatura atual sobre a logística, mais propriamente sobre transporte e distribuição de bagaço é praticamente inexistente, principalmente pelo fato de se tratar de uma operação relativamente nova e caracterizada como eventual, não somente no Brasil, mas no mundo todo. Não obstante, algumas idéias ou sugestões podem ser colocadas aqui para ser examinadas e eventualmente testadas por usinas operadoras ou integradas ao comércio de bagaço a outras indústrias fora do setor sucroenergético que fazem uso do bagaço para co-geração de energia elétrica.

Partindo da premissa que o bagaço e seus resíduos poderão vir a ser no futuro novas commodities, haverá grande procura por esses materiais, em princípio para alimentar as caldeiras de co e geração de energia elétrica, e o seu transporte e distribuição constituem-se em verdadeiro sistema tentativa e erro, mesmo estabelecendo

um excelente (Plan, Do, Check, Action) – PDCA, na medida em que tudo é novidade para todos.

A movimentação do bagaço (e em breve da palha) internamente na usina, do depósito até as caldeiras, pode ser realizado de várias maneiras, seja através de correias transportadoras ou por trator, por exemplo. Uma outra possibilidade, em um primeiro instante custosa mas eficiente e eficaz, é estabelecer um tipo de “bagaçoduto”, incorporando a folha no conjunto, instalado desde pontos estratégicos de captação no campo e na usina, até o ponto central de distribuição desses insumos para queima.

Hoje o transporte do bagaço de uma usina para outra ou da usina para uma planta industrial como a Citrovita, do grupo Votorantim, por exemplo, é feito via rodoviária, sem cientificidade alguma. Segundo informações durante as entrevistas efetuadas, não existe um modelo que possa orientar o mercado a respeito. Coloca-se o bagaço em um caminhão qualquer, dotado de “gaiola” ou caçamba basculante, sem maior detalhamento, e é transportado até o destino final sem nenhuma preocupação.

O metro cúbico de bagaço (com 50% de umidade), bastante triturado após o processo da moagem, que é a forma atualmente entregue quando comercializado, está longe de significar uma tonelada cúbica em volume. Supondo que o preço da tonelada de bagaço seja em torno de R\$ 10,00, o custo de uma viagem pode ser mais oneroso que o valor do bem sendo transportado, em função da distância.

Essa é uma situação logística associada ao preço atual daqueles insumos, portanto, dotada de poucos elementos para uma avaliação bem fundamentada e confiável.

Para a indústria, sucroalcooleira ou não, que necessite o bagaço para a geração de energia elétrica, vale a pena, hoje, deslocar-se até a usina de açúcar e álcool e arcar com todas as despesas do transporte, já que o preço da tonelada do bagaço é bastante atrativo. À medida que o número de usinas de açúcar e álcool, que participa do grupo de co-geradores e geradores de energia elétrica, se expande, maior a demanda, portanto, maior a tendência de elevação de preços e menor a oferta de bagaço e palha para comercialização.

Sabidamente, o transporte, geralmente, tem uma importância significativa na composição de custos de qualquer organização e, por isso, no estudo da economia dos

custos de transação, a especificidade locacional é fundamental como forma de reduzir custos de logística, entre outros. Assim, quanto mais próximo estiver a usina fornecedora de bagaço, à montante ou à jusante, menor será o custo total da logística, mesmo levando em conta a somatória: preço do bagaço + custos logísticos.

Uma variável, de difícil controle e ainda em estudo, é o armazenamento do bagaço e palhas por longo período de tempo (mais que 3/4 meses). A maioria absoluta das usinas do Estado de São Paulo opera apenas durante oito meses que correspondem ao período da safra. A incógnita para os geradores de energia elétrica é o que fazer ou o que usar como insumo para produzir energia elétrica durante a entressafra. De acordo com o Prof. Dr. Zilmar de Souza, da UNICA, a usina EQUIPAV está, em fase experimental, queimando a palha que é enfardada no campo e trazida por tratores até a usina, como primeira escolha, deixando o bagaço para ser queimado no futuro, de modo que na entressafra continue gerando energia elétrica para si mesma e exportando o excedente.

Nesse contexto, o desenvolvimento de silos ou armazéns especializados na guarda e armazenagem de bagaço e resíduos para utilização durante o período da entressafra deverá ser o grande desafio nos próximos anos para os estudiosos da logística.

A situação pode ainda tornar-se mais crítica se, no médio ou longo prazo, como previsto neste estudo, em função do desenvolvimento de tecnologias robustas, como a hidrólise enzimática, para a produção do etanol a partir do bagaço e palhas, e transformar-se em objeto de interesse econômico maior que outra atividade qualquer como a produção do açúcar ou a geração de energia elétrica.

É importante salientar que através dos processos físicos, químicos e biológicos muitos outros produtos poderão surgir a partir do bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar, na medida em que não haverá período de entressafra no caso, o que desviaria a atenção de muitos investidores do foco importante que é a co e geração de energia elétrica a partir do bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar. A experiência da Usina São Martinho no uso de vinhaça para a geração de energia elétrica é um caminho que pode ser estudado e replicado por outras usinas do setor sucroalcooleiro.

4.11 A pluralidade de aplicação da cana-de-açúcar e do seu bagaço

Embora o destino natural do bagaço seja a produção de energia, outros usos possíveis foram amplamente investigados (Paturau, 1982), apud Braunbeck e Cortez (2005). No Brasil, o bagaço é usado como ingrediente na ração de animais e no controle das ervas daninhas. Devido ao seu alto teor de fibra, o bagaço da cana-de-açúcar poderá complementar a ração animal se as fibras forem pré-digeridas. Isso pode ser realizado em um reator onde as células da celulose são fragmentadas e hidrolisadas. O bagaço hidrolisado em seguida é compactado, fazendo os péletes, que são facilmente manuseados e comidos pelos animais, entre outras aplicações.

Essa prática foi muito bem recebida pelos pecuaristas, especialmente durante os meses secos de inverno, quando o capim natural é escasso. Algumas fazendas pequenas nas áreas vizinhas às usinas de açúcar e álcool estão usando o bagaço, ainda em pequena escala, para controlar as ervas daninhas.

Segundo Braunbeck e Cortez (op. cit.), não existem experiências com a peletização e briquetagem da palha de cana-de-açúcar. Embora não seja praticada comercialmente, alguns experimentos com a peletização já foram realizados (Bezzon, 1994 e Cortez e Silva, 1997).

Em contato pessoal com o Sr. Isaac Ruben Teitelbaum, da firma Bripell, de Ipaussu, interior do Estado de São Paulo, ele diz estar exportando péletes para a Europa, inicialmente Espanha, e a única dificuldade encontrada até agora é estabelecer contrato de longo prazo para o fornecimento de bagaço da cana-de-açúcar com usineiros. As exportações de péletes, que são feitos à Europa, e dentro em breve para os Estados Unidos, também, têm como insumo básico o bagaço de cana-de-açúcar de usinas do Nordeste brasileiro, partindo para o exterior principalmente através do Porto de Recife.

O Sr. Teitelbaum diz que procurou empresas para financiar seus projetos de desenvolvimento de máquinas para produção de péletes e de exportações no Brasil e não teve acolhida de ninguém. Empresários espanhóis financiarão as operações da Bripell que montam a contratos de mais de um bilhão de Euros ao longo dos próximos 20 anos.

A utilização do bagaço da cana-de-açúcar tem se ampliado consideravelmente além do que se conhece hoje como matéria-prima para queima nas caldeiras das usinas para co-geração e geração de energia elétrica. Igualmente, os resíduos vegetais da cana-

de-açúcar estão entrando em cena agora, podendo ainda ser considerados novos atores no cenário da produtividade no sucroalcooleiro. Os resíduos vegetais (folhas e pontas) da cana-de-açúcar ainda apresentam algumas dificuldades para a sua coleta no campo, já que a experiência antiga era a queimada, e isso já está por ser findado dentro de poucos anos, entretanto, face à sua importância na cadeia produtiva sucroalcooleira, é possível prever que métodos inovadores surjam em breve.

Há uma gama considerável de produtos ou subprodutos construídos ou fabricados a partir do bagaço da cana, em primeiro lugar e, de forma secundária, a partir das folhas e pontas da cana-de-açúcar. A indústria de construção tem feito ensaios na fabricação de painéis internos de parede com o bagaço, a indústria de papel e papelão tem usado fartamente o bagaço como insumo de seus produtos.

A diversificação da linha de produtos das usinas é uma tendência atual no setor canavieiro e grande grupos, como exemplo Grupo Zillo, São Martinho e Santo Antonio, têm implementado instalações anexas às usinas para o uso alternativo dos açúcares da cana-de-açúcar, conforme Seabra (op. cit.).

Como pode ser observado no Quadro 4.1 a seguir, há uma lista considerável de possibilidades de aplicações do bagaço segundo cada área indicada.

Existe um grande potencial para o briquete a partir do bagaço, como um substituto direto da lenha no curto prazo, de vez que os ambientalistas, principalmente, exercem forte pressão sobre aquelas empresas que exploram o segmento da madeira sem o necessário reflorestamento. Os fatores limitantes aparentemente estão associados com a falta de empreendimentos para disseminar a “cultura do bagaço” (BRAUNBECK e CORTEZ, 2005).

O uso do bagaço como combustível fora das usinas de açúcar e álcool tem sido mais intenso na indústria de suco de laranja, onde foram instaladas caldeiras de bagaço semelhantes às empregadas nas usinas. Existem também casos isolados de uso de bagaço como combustível na indústria de óleo vegetal.

O quadro 4.1 tem por objetivo apenas destacar e ilustrar a pluralidade de especificidades da cana-de-açúcar e do bagaço, no âmbito da biotecnologia, da química-farmacêutica, da fármaco-veterinária, da biologia e dos alimentos. Certamente com o tempo esse quadro de aplicações será amplificado, na medida em que os estudos sobre a

cana-de-açúcar estão ganhando espaço no mundo da ciência, muito influenciada pelas vantagens econômicas do produto.

Quadro 4.1 – Pluralidade de aplicações da cana-de-açúcar e seu bagaço

Família	Matéria-prima	Produtos
<u>Biotecnológicos</u> : materiais produzidos a partir das funções biológicas de organismos vivos	Açúcares	<ul style="list-style-type: none"> - Ácido cítrico - Aminoácidos: lisina - Defensivos agrícolas: regulador de crescimento ou fitoreguladores (ácido indolacético, ácido jasmônico), praguicida (biofungicida, controlador biológico, inseticida biológico, praguicida biológico) - Fixador de nitrogênio - Inóculo para silagem
<u>Químicos</u> : produtos resultantes de reações químicas efetuadas com ou sem a presença de um elemento catalisador	Açúcares Bagaço Vinhaça	<ul style="list-style-type: none"> - Insumos industriais (dextrana técnica, glutamato de cálcio, manitol, sorbitol e tensoativos biodegradáveis) - Furfural (licor de xilose, furfural, álcool furfúrico, compostos furano-epóxi, preservante de madeira, resinas de fundição) - Insumos para a indústria de papel e celulose (meio para corrugar, pastas quimtermomecânicas, meios filtrantes) - Vinhaça concentrada
<u>Fármacos-veterinários</u> : substâncias químicas, biológicas, biotecnológicas ou de preparação manufatureira, diretamente ministrada ou misturada aos alimentos, destinadas a prevenir e tratar as enfermidades dos animais.	Açúcares Bagaço	<ul style="list-style-type: none"> - Preparado antidiarréico - Complexo ferro-dextrana - Probiótico
<u>Alimentos</u>	Açúcares Bagaço Vinhaça	<ul style="list-style-type: none"> - Derivados de leveduras, frutose e glicose - Frutooligosacarídeos - Xaropes invertidos por via enzimática - Cogumelos comestíveis do gênero <i>Pleurotus ostreatus</i>
<u>Biológicos</u>	Bagaço	<ul style="list-style-type: none"> - Composto fertilizante
<u>Estruturais</u> : materiais cujas propriedades os tomam utilizáveis em estruturas, máquinas ou produtos consumíveis	Bagaço	<ul style="list-style-type: none"> - Aglomerados de bagaço/cimento - Aglomerados MDF
<p>^a Adaptado de IEL/SEBRAE (2005) apud NOGUEIRA et al. (2008).</p>		

4.12 Um pequeno ensaio sobre concorrência tecnológica

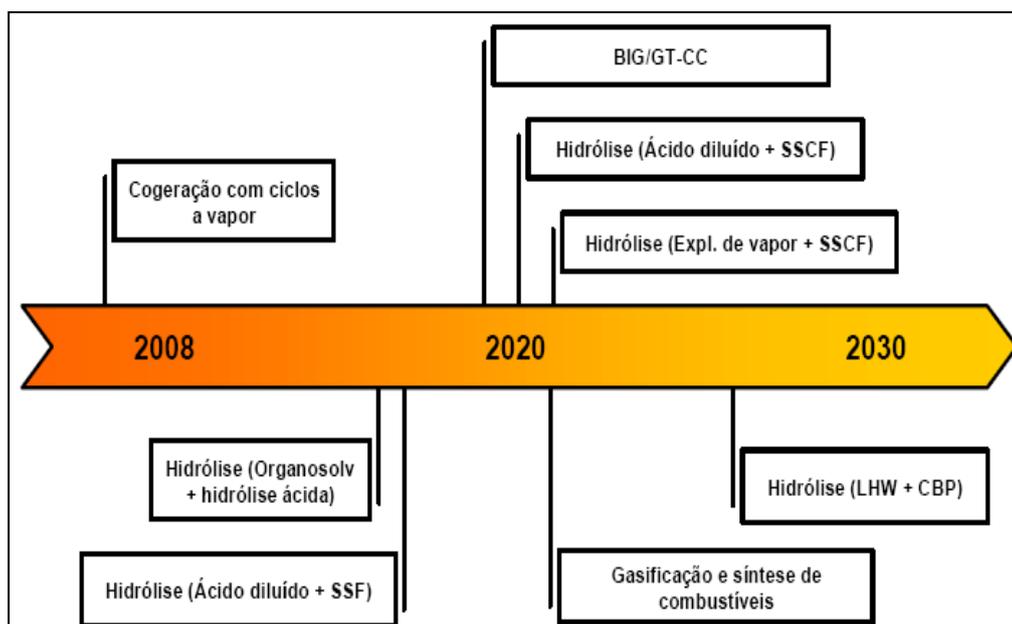
Ao longo deste trabalho estão sendo apresentadas opções tecnológicas presentes e futuras a partir do bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar, visualizados por intermédio de dados indicados sob os diferentes tópicos:

- Geração de energia elétrica através da co-geração e
- Produção de etanol através da hidrólise.

A tecnologia BIG/GT foi apenas citada anteriormente na medida em que esta se encontra em fase de estudos; deixou-se de analisar aqui a produção de combustíveis de síntese a partir da gasificação da biomassa.

A figura abaixo, elaborada e idealizada por Seabra (op. cit.), mostra uma perspectiva do desenvolvimento tecnológico em um horizonte de 22 anos, a partir dos diferentes estudos em curso e futuros nas áreas de aproveitamento do bagaço e seus resíduos vegetais.

Figura 4.6 - Evolução esperada de tecnologias comerciais maduras



Fonte: Seabra, 2008

Algumas tecnologias-chave como a conversão de lignocelulósicos em açúcar (WERPY et al., 2005), ilustram bem o potencial da hidrólise que, quando tornar-se comercial e competitiva, todos os processos bioquímicos a partir do açúcar para a produção de plásticos, ácidos orgânicos, solventes, entre outros, não ficarão mais restritos à indústria de açúcar convencional (SEABRA, 2008).

Vale mencionar que MACEDO e MACEDO (2005), elaboraram um estudo levando em conta dezenas de produtos derivados da sacarose que poderiam ser fabricados de maneira competitiva a partir da cana, tendo como vantagem o baixo custo do açúcar e da disponibilidade significativa de energia através do bagaço.

A geração de energia elétrica através da co-geração com ciclos a vapor, fazendo uso do bagaço e dos resíduos vegetais, como já visto, participa ativamente da matriz energética brasileira de eletricidade. Desta forma, a produção de etanol via hidrólise, no futuro, se mostra um concorrente da geração de energia elétrica, em termos de opção de investimentos.

A produção de etanol a partir da hidrólise se encontra, hoje, em fase distante daquela que poderia ser chamada de uma tecnologia madura, e diferentes momentos de melhoria ainda deverão constatar ao longo do tempo na procura por processos de pré-tratamento, hidrólise e fermentação mais competentes com necessidades de investimento menos significativas.

Seabra (op. cit.) julga que, no curto prazo, é esperado que os processos de hidrólise ácida com pré-tratamento organosolv e hidrólise enzimática com pré-tratamento com ácido diluído sejam opções comerciais, as quais permitiriam, respectivamente, rendimentos de cerca de 20 e 32 L de etanol de hidrólise por tonelada de cana.

No médio prazo, a hidrólise e fermentação SSCF (Simultaneous Saccharification CoFermentation) deverão estar desenvolvidas e, combinadas com os diferentes pré-tratamentos com ácido diluído e explosão de vapor, deverão possibilitar rendimentos em cerca de 37 L de etanol de hidrólise por tonelada de cana, propõe Seabra (op.cit.).

Por fim, no longo prazo, espera-se que o bioprocessamento consolidado (CBP) esteja disponível, o qual permitirá o alcance de rendimentos de quase 40 L de etanol de hidrólise por tonelada de cana-de-açúcar. Essas projeções, agrega Seabra (op. cit.), levam em consideração a recuperação de 40% dos resíduos vegetais para uso complementar ao bagaço. Com relação à evolução dos custos dos diferentes processos, nos diferentes horizontes, é bastante similar e importante. Conclui Seabra (op. cit.) que, mesmo para as configurações esperadas a curto prazo, os valores já seriam compatíveis

com os atuais níveis de custo do etanol de cana-de-açúcar, graças ao baixo custo da biomassa e à grande geração de energia elétrica excedente.

Tomando os valores e cifras levantados nos estudos de campo junto às quatro usinas de açúcar e álcool de Cerradinho, Santa Isabel, Santa Cândida e Catanduva, e as projeções de LYND et al. (2005), entre outros, interpretadas por Seabra (op. cit.), é possível traçar uma tabela de opções tecnológicas para eventual investimento, ou seja, sobre a geração de energia elétrica ou sobre a produção de etanol a partir da hidrólise. Embora o cenário seja incerto, especialmente no que tange ao desenvolvimento de tecnologias para a produção de etanol a partir da hidrólise, esse comparativo tem por objetivo mostrar que, em algum momento da história, será possível escolher investimento entre a produção de etanol por hidrólise ou a geração de energia elétrica fazendo uso, no caso, da biomassa da cana-de-açúcar.

É importante mencionar que nesta análise a tecnologia para geração de energia se baseia no que está disponível hoje no mercado, portanto, exclui a utilização de tecnologia mais sofisticada, como a BIG-GT, mencionada anteriormente, que deverá ser comercializada no futuro, assim como o sistema da gasificação de biomassa.

No caso da geração de energia elétrica, foram levados em conta os custos por MWh de cada usina para a implantação do sistema de co-geração, o tempo médio dos contratos de exportação de energia, a capacidade instalada, os rendimentos por MWh em diferentes horizontes. Lamentavelmente, devido à falta de algumas informações adicionais a respeito da produção de etanol por hidrólise, por se encontrar ainda em fase de estudos, fica inviabilizada a possibilidade de analisar o momento de intersecção entre as curvas da geração de energia elétrica pela queima do bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar e a produção de etanol pela hidrólise.

Tabela 4.22 – Opções tecnológicas: geração de energia elétrica versus etanol por hidrólise

Alternativa	Rendimento (L/tc)	Custo (R\$/m ³)	Custo (R\$/MWh)	Payback (anos)
Conversão bioquímica				
Organosolv + hidrólise ácida	20	680,00		
Ácido diluído + SSF	32	480,00		
Ácido diluído + SSCF	37	390,00		
Exp de vapor + CBP	37	300,00		
LHW + CBP	40	270,00		
Conversão termoquímica				
Etanol	25,6	455,00		
Geração de energia elétrica				
Usina Santa Cândida - 21bar - 29MW	R\$ 132,63 por MWh/20anos		149,66	5
Usina Santa Isabel - 65 bar - 39 MW	R\$ 120,00 por MWh/15anos			
	R\$ 150,00 por MWh/10anos		260,42	8
Usina de Cerradinho - 65bar - 75MW	R\$ 147,00 por MWh/20anos			
	R\$ 105,00 por MWh/10 anos		272,49	5
Usina Catanduva - 21bar - 12MW	Não vende energia excedente		173,61	5

Fonte: Dados das conversões bioquímica e termoquímicas por Seabra, 2008
 Dados relativos à geração de energia elétrica por Dantas Filho, 2009

Os custos R\$/MWh se referem aos da implantação da co-geração na usina e o *Payback* corresponde ao número de anos que levará para obter retorno financeiro sobre o investimento. A informação relativa à conversão termoquímica do etanol é atual e efetiva, embora em valores financeiros aproximados. LHW significa “Liquid Hot Water”.

Conforme Braunbeck e Cortez (op. cit.), cerca de 30 t/ha da biomassa é formada por resíduos de cana com um teor de umidade médio de cerca de 50%. O bagaço, também com um teor de umidade de aproximadamente 50%, representa outras 30 t/ha. Uma vez que a área plantada no Brasil é de cerca de 8 milhões de hectares, a quantidade total de resíduos da cana seria, grosso modo, de cerca de 240 milhões de toneladas (base seca). Efetuando as proporções válidas para o Estado de São Paulo, o total de bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar, seria de aproximadamente 144 milhões de toneladas (base seca).

Levando-se em conta que o valor médio por MWh cobrado pelas usinas analisadas no fornecimento de energia elétrica aos concessionários do MME e outras empresas, independentemente do volume produzido, é de R\$ 129,90, portanto, conclui-

se que o etanol via hidrólise está ainda bem distante do ponto de intersecção entre aqueles dois produtos, sendo a preferência do investidor, neste momento, pela geração de energia elétrica.

Deste modo, essa diferença de aproximadamente R\$ 77,00 por metro cúbico de etanol, em relação ao MW contratado, leva à conclusão que ainda há um hiato de tempo considerável para melhoria de processo e redução de custos, que o Prof. Dr. Goldemberg prevê pelo menos de 10 anos, conforme informação do Prof. Dr. Zilmar de Souza, da UNICA.

Não está sendo considerada nesta análise a grande vantagem ambiental da produção de etanol via hidrólise sobre a queima de bagaço e palhas na medida em que aquela primeira não produz, em princípio, nenhum tipo de emissão de gases de efeito estufa.

Vale destacar no estudo das quatro usinas que, na medida em que a usina investe em tecnologias mais modernas, passando de 21 bar para 65 bar ou de 65 para 92 bar, o ganho por MWh tende a ser maior. Esse ganho será maior ainda se considerada a aplicação conjunta de bagaço e resíduos vegetais, em proporções que podem variar de 60% a 80% de bagaço e 40% a 20% de palhas, respectivamente.

5. ELABORAÇÃO DA PESQUISA E AVALIAÇÃO DE INFORMAÇÕES

5.1 Dados elementares

Como estabelecido no ponto 1.4 deste trabalho, tendo em vista a sua multidisciplinaridade, optou-se por realizar uma pesquisa qualitativa, aberta em questionário, de caráter exploratório, além de documental e bibliográfica, que se encontra no ANEXO I, aplicada pessoalmente junto a *experts* representantes e profissionais de instituições significativas do mundo sucroalcooleiro, acadêmico e político, inclusive ex-ministro, cujos resultados são aqui descritos para ser discutidos, não obstante, abertos a críticas e debates, na medida em que mudanças institucionais levam longo tempo para sua concretização.

Adicionalmente às respostas obtidas pelo autor deste trabalho, há neste capítulo de elaboração da pesquisa e avaliação de dados, inserções de falas de outros personagens do setor sucroalcooleiro ou ligados a ele, ancoradas em estudos de casos elaborados por estudiosos do assunto da área da energia, citando o exemplo do Professor Mestre Paulo Dantas Filho, cujos dados levantados no campo representam valiosas contribuições a esta mesma área de conhecimento.

Além das quatro usinas de açúcar e álcool do oeste paulista analisadas, profissionais, pesquisadores e investidores ligados às principais organizações do setor sucroenergético foram arrolados no processo do levantamento de dados como, por exemplo, do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), da Associação Paulista de Cogeração de Energia (COGEN), da União da Indústria da Cana-de-Açúcar (UNICA), da Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), entre outros.

Dando início às posições observadas no mercado, o representante da COGEN declara que a expansão da co-geração foi intensificada em 2008 e estará consolidada entre os anos de 2010 e 2015, acreditando que uma maior expansão poderá ocorrer com a introdução de novas tecnologias como da gasificação de biomassa, maior utilização de palha, entre outros. Cerca de 11.000 MW poderão ser disponibilizados pelo setor até 2015, em negócios fomentados pelos leilões de energia que deverão ser promovidos pelo governo nos próximos anos.

Esse mesmo representante da COGEN ainda afirma que a expansão em São Paulo tem se concentrado na região oeste do estado, onde cerca de 40 novas usinas entrarão em operação até 2010. Nas regiões tradicionais, nordeste e noroeste do estado, que já dispõem de um parque industrial sucroalcooleiro, haverá tendência de troca de equipamentos e o conseqüente aumento da eficiência dos processos produtivos e

agrícolas, além da intensificação de mecanização da colheita, o que possibilitará maior aproveitamento da palha na geração elétrica. Ainda ressalta que os preços da energia poderão estimular e viabilizar o uso da palha como combustível adicional.

O representante da CPFL afirma que o setor elétrico apresentará um déficit entre a demanda e a oferta de energia no estado de São Paulo já em 2010, com tendências de déficits crescentes nos anos seguintes. Diante dessa perspectiva, sugere que um maior incentivo deverá ser dado a outras fontes, como a co-geração a partir do bagaço. Ainda considera que a geração de eletricidade pelo setor sucroalcooleiro apresenta, desde 2008, algumas vantagens entre as quais se destacam: (a) envolve empreendimentos de pequeno porte; (b) situa-se nas proximidades dos centros de consumo; e (c) utiliza tecnologia produzida no Brasil.

No que diz respeito a esta última vantagem, o representante da CPFL salienta que ela representa mais do que apenas um incentivo à indústria nacional: além dos benefícios econômicos, já que o investimento em tecnologia nacional é menor, há os benefícios sociais da criação de empregos.

Para o representante da COGEN, conforme Dantas Filho (2009), o fator motivacional é a segurança na regulamentação da energia co-gerada para o investidor, ou seja, o investidor pode investir no projeto com a segurança legal para venda de energia tanto no mercado regulado como no mercado livre; além disso, há o reconhecimento do valor agregado dessa energia, a bioeletricidade, gerada a partir do bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar, por ser ofertada no período seco, em que ocorre maior escassez da oferta de energia de origem hídrica. Nos leilões de compra e venda de energia, esse valor fica explicado em uma fórmula denominada custo econômico de curto prazo. Em cada leilão esse valor tem variado, o que vem desestimulando alguns investidores devido à incerteza dos benefícios da venda bioeletricidade.

Ainda na visão do representante da COGEN, como reportado por Dantas Filho (op. cit.), existem fatores indutores e limitadores de novos investimentos. Os fatores limitadores são:

- Disponibilidade do sistema elétrico para conexão da oferta da energia no sistema. As novas usinas estão sendo construídas em áreas abertas nas quais as linhas de transmissão constituem-se “mais como de iluminação rural do que com capacidade de transporte de energia”. Com o aumento significativo da pressão das caldeiras, o tamanho dos projetos aumenta, exigindo um sistema de transmissão de 138.000v, sistema este não disponível em muitas localidades, como na região Centro-Oeste do estado, por exemplo;
- Infraestrutura precária para o escoamento da produção de etanol e açúcar, fator que pode inibir investimentos em novas unidades com potencial de geração de energia excedente.

Em contrapartida, os fatores indutores são:

- As perspectivas de um preço que possa remunerar adequadamente a energia elétrica gerada. Essa remuneração poderia ser equiparada àquela verificada na comercialização do açúcar e do etanol;
- A possibilidade de comercialização dos créditos de carbono gerados a partir da utilização do bagaço da cana;
- O uso de tecnologias mais eficientes (já disponíveis). As usinas vivenciam o início do ciclo de caldeiras de 60 bar, mais eficientes e até de novas caldeiras de 92 bar, o que certamente aumentaria a produtividade e a capacidade geradora do setor.

Conforme o representante da UNICA, apud Dantas Filho (2009, p. 74), “novas iniciativas precisam de incentivo. No caso da geração por bagaço, o governo atribui a devida importância a esse segmento”. Assim, esse representante da UNICA destaca a necessidade das seguintes iniciativas:

- Desenvolvimento de políticas públicas pelas quais o governo deve viabilizar também a bioeletricidade, e não somente o álcool;
- Fomento à maior familiarização do empresário com as oportunidades da bioeletricidade. O empresário desconhece que essa energia tem menor custo que a hidroelétrica. O governo deve atribuir maior remuneração aos investimentos feitos pelo empresário do setor sucroalcooleiro;

- Definição de políticas públicas voltadas à disponibilização da energia gerada pelas usinas, na rede de distribuição, de modo que os custos desta conexão sejam rateados entre o empresário, governo e as distribuidoras. Na opinião do representante da UNICA, é incoerente o usineiro construir a linha com recursos próprios e depois ceder à concessionária, por não ser atividade da usina transmitir e manter a linha de transmissão.

Ainda comenta aquele representante da UNICA que o setor está crescendo para além das fronteiras do Estado de São Paulo e nessas regiões o sistema de transmissão de energia é muito ineficiente para conectar-se ao Operador Nacional do Sistema, acreditando que é importante que o governo defina políticas para tratar da disponibilização de bioeletricidade na rede.

Os representantes do CTC entrevistados por Dantas Filho (2008) destacam dois fatores que têm sido preponderantes para motivar novos incentivos no setor sucroalcooleiro: (a) a expansão do setor e (b) os preços atrativos da energia elétrica para novos projetos.

O representante da CPFL atesta que a existência de marcos regulatórios por si só motivam a expansão e tece considerações importantes a respeito do mercado:

“Hoje um empreendedor do setor sucroalcooleiro já tem “benefícios” regulatórios para adentrar no mercado de energia, com o PROINFA e os leilões, que são janelas que se abrem ao setor para dar vazão à energia excedente. De outra forma, a iniciativa privada está buscando abrir o mercado livre para esses empreendedores. Ou seja, o empreendedor tem a opção de vender energia elétrica tanto no mercado regulado quanto no mercado livre”.

Outro comentário a ser feito está relacionado aos custos de uso da rede pelo empreendedor. Em relação a esse custo já existe um benefício concedido ao setor canavieiro. Para uma potência gerada de até 30 MW, o empreendedor pode usufruir um benefício de desconto de 50% do custo de uso da rede. O representante da CPFL diz “acreditar que esse benefício poderia ser estendido aos demais empreendimentos do setor e afirma que é preciso reavaliar essa restrição, disponibilizando o desconto para empreendimentos com capacidade acima de 30 MW”. Também afirma que “esse limite

foi baseado na eletricidade oriunda de usinas hidroelétricas de até 30 MW (Micro e Pequenas Centrais Hidroelétricas – PCHs) que não eram operadas pelo sistema. No caso de co-geração por biomassa (bagaço), esse limite está equivocado, pois as usinas que disponibilizam potência superior a 30 MW não são operadas pelo sistema e não deveriam ter uma imposição de limites. Tais limites precisam ser trabalhados por via regulatória para que os geradores de biomassa recebam um tratamento a partir de sua diferença em relação à hidroeletricidade”.

O representante da Usina de Cerradinho falando sobre as perspectivas do setor sucroalcooleiro paulista: “ sobre a expansão da produção da cana em São Paulo, a cana traz excelente valor agregado à terra e ao produtor rural, e acredita ser importante, no momento, a criação de um plano diretor para monitorar e controlar o crescimento do setor, já que o estado dispõe naturalmente de um ambiente propício à produção canavieira.

Ainda conforme aquele representante de Cerradinho, “o Estado de São Paulo já está atingindo um ponto de saturação no setor sucroalcooleiro, o que motivou o grupo a fazer investimentos na Região Centro-Oeste do país, mais precisamente em Chapadão do Céu, Goiás. Agrega ele à sua fala: “as expectativas quanto a produtos e subprodutos do processamento da cana são boas, principalmente em relação ao etanol, pois existe a demanda para reduzir a dependência de petróleo de outros países e a da emissão de Gases de Efeito Estufa dentro de um custo adequado que suporte essa mudança”.

Finaliza o entrevistado da Usina de Cerradinho: “quanto à geração de eletricidade pelo sucroalcooleiro paulista, as expectativas são excelentes pois o setor tem capacidade para gerar 3.000 MW sem dificuldades. O uso da palha como combustível poderá ser viabilizado, já que existem estudos sobre a utilização desse material. Em breve, surgirão alternativas, como a limpeza da cana na própria usina, além de enfardamento e utilização da palha”

O representante da Usina Santa Isabel diz que “acredita que haja grande potencial para a geração de eletricidade excedente pelo setor sucroalcooleiro; e que a utilização da palha como combustível auxiliar nos processos de co-geração deverá ser concretizado a partir da adequação dos sistemas a vapor e do desenvolvimento de tecnologia para a sua coleta no campo, o transporte e a disponibilização na usina”.

O entrevistador Prof. Dantas Filho (op. cit.), falando a respeito da Usina Santa Cândida, diz que “o excedente de eletricidade possibilitou à usina uma nova fonte de receita. Pode ser considerado um novo produto da empresa, além de permitir a inserção dela no mercado de crédito de carbono, no âmbito das oportunidades do MDL, agregando valor a sua imagem”

O representante da Usina Santa Cândida, descrevendo as perspectivas do setor sucroalcooleiro para os próximos anos diz: “o momento é propício para novos investimentos, pois a economia global está carente de combustíveis alternativos, ou seja, o etanol é a bola da vez e conseqüentemente o aumento de sua produção gerará mais bagaço, que por sua vez proporcionará a geração de mais energia excedente comercializável na rede. E arremata dizendo: “ o Brasil tem potencial para atender a demanda por combustível “limpo” reduzindo a dependência do petróleo de outros países, sem falar na redução de Gases de Efeito Estufa a um custo adequado”

O representante da Usina Catanduva, com relação à expansão da geração de eletricidade pelo setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo entre 2010 e 2015, comenta: “ela poderá ocorrer com a entrada das novas unidades que estão sendo construídas, visto que algumas delas estão direcionando sua produção para álcool e energia. Ele complementa: “Nesse modelo o custo de implantação da nova unidade é menor. Porém, muitas usinas estão esperando para ver o que acontecerá em relação à demanda do álcool, uma vez que a venda de carros *flex* está aumentando ano a ano, sem levar em conta a possibilidade de abertura de novos mercados mundiais”

5.2 Coleta de informações

As questões da pesquisa aberta junto a *experts* representantes de entidades significativas do setor sucroalcooleiro, autoridades, pesquisadores, usineiros, entre outros, estão a seguir descritas, acompanhadas das respostas. Vale mencionar que as respostas aqui dispostas representam a média encontrada das falas dos entrevistados, tarefa nada fácil, na medida em que vários se estenderam muito além do esperado pelo autor, portanto, os pontos aqui tratados espelham aquilo que foi percebido pelo autor nas entrevistas.

As perguntas e respostas deixaram de ser ordenadas por categoria de agente econômico na medida em que foi encontrado um equilíbrio bastante significativo entre

eles, guardadas as suas posições nas regras do jogo do mercado, o que tornaria os quadros por categoria meramente repetitivos, nada acrescentando a esta pesquisa.

1 – Um dos vetores de expansão das exportações do etanol com destino à União Européia é de que eles precisam ter certeza de sustentabilidade do etanol no Brasil. A Comissão Européia que esteve no Brasil em abril de 2009 para verificar essa sustentabilidade, no caso de questões ambientais, ouviu sobre a política de Zoneamento Agroecológico, porém, não se contentou com essa política por ser seu desenho desprovido de metas claras de quando e em quanto tempo seria posta em prática. O que o senhor acha sobre isso?

Respostas: Dado o fato de várias entrevistas terem sido feitas antes de 17 de setembro, algumas respostas foram extremamente negativas em relação à postura do Brasil frente à Comissão Européia. Com o Decreto 6.169 de 17 de setembro, que estabelece o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar, proibindo a plantação e exploração de cana no Bioma da Amazônia e do Pantanal, a situação mudou de figura; os novos entrevistados aplaudiram aquele Decreto na medida em que a expansão da cana-de-açúcar, aparentemente desenfreada, tem agora limites geográficos legais, entretanto, o que foi salientado pelos entrevistados e vigorosamente remarcado pelo Prof. Pedro Ramos que de nada adianta uma decisão do governo se não houver fiscalização eficiente e eficaz. Foi colocado pela maioria dos entrevistados que a experiência do Brasil, nesse sentido, de modo geral, tem sido até hoje lamentável e frustrante. O Ex-Ministro foi categórico em dizer que o zoneamento agroecológico publicado não representa aquilo que foi inicialmente indicado e apontado como necessário pela Embrapa; houve um loteamento político que fracionou a área demarcada e, portanto, fragilizou o programa.

2 – A Medida Provisória 450/2008 aprovada pela Câmara dos Deputados no final de março de 2009, formulada inicialmente para criar o fundo de garantia a empreendimentos de energia elétrica, recebeu acréscimo para o fomento à co-geração e às fontes alternativas de energia elétrica, antes de passar pelo Senado Federal. Entre as alterações aprovadas está a possibilidade de novos empreendimentos já com outorga, mas ainda inoperantes comercialmente e sem registro de contratos, de participar de leilões regulares de energia nova. Outras alterações como linha de transmissão para conexão à rede de empreendimentos de geração ser alvo de concessões, entre outras. O que o senhor opina a respeito?

Respostas: A maioria absoluta dos entrevistados vê na medida do governo certo mecanismo regulatório, além de parecer tratar-se de uma forma de encorajar os investidores para a co-geração e geração de energia elétrica a partir do bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar. A medida do governo sinaliza aos usineiros tradicionais, que já possuem sistemas de co-geração, porém de tecnologia antiga, que invistam em processos mais modernos que produzem mais e poluem menos e, também, àqueles que não possuem sistemas de co-geração/geração para que se lancem nesse novo mercado. Alguns entrevistados efetuaram ressalvas quanto aos problemas técnicos naturais relacionados com as linhas de transmissão, que geralmente estão distantes dos centros de produção de energia.

3- Atualmente, a participação da bioeletricidade na matriz elétrica brasileira é de 3,0%, o que equivale a aproximadamente 1.400 MW médios. Em 2020 serão 14.400 MW. Segundo dados da COGEN (Associação Paulista de Co-Geração de Energia) o setor sucroalcooleiro deverá investir R\$ 45 bilhões até 2015 em projetos de co-geração. O que senhor acredita que esses dados são factíveis?

Respostas: A maioria dos entrevistados acredita que os projetos de co-geração são viáveis somente nas usinas que produzem açúcar e etanol. O Prof. Pedro Ramos coloca que há atualmente usinas sem condições financeiras para suportar suas operações presentes ou de açúcar ou só de álcool, portanto, sem crédito na praça, acreditam que dificilmente o BNDES emprestaria dinheiro a essas organizações deficitárias. O Sr. Carlos Dinucci é de mesma opinião como a do Prof. Pedro Ramos. Com relação ao fato de alcançar os 45 bilhões em investimentos até 2015 é possível, porém, a maioria mostrou-se cética em relação a esse montante. O presidente da Usina São Manoel, Carlos Dinucci, acredita que esse valor seja factível, incluindo a sua própria usina na lista dos que já tem aprovado no BNDES empréstimo para a implementação do sistema de geração de energia, possivelmente de cerca de 60 MW, a partir de 2010.

4- O Diretor do Centro Brasileiro de Infraestrutura (CBIE), Sr. Adriano Pires, defende políticas que criem impostos sobre emissões e mercados de direito de emitir, imponha cotas de energia renováveis na geração elétrica e premie os consumidores mais eficientes e que utilizem energias renováveis. O que o senhor pensa sobre isso?

Respostas: Os respondentes entendem que o Sr. Adriano Pires tem razão sobre o fato de aplicar medidas que penalizem os faltosos e premiem os participantes. O Ex-Ministro vê

a sugestão de modo positivo, não obstante, diz que é preciso parcimônia em medidas punitivas. A adoção de políticas sobre emissões e imposição de cotas de energias renováveis é “caminho sem volta”, não obstante, é preciso ter cautela em criar impostos adicionais, diz o Prof. Dr. Pedro Ramos de maneira enfática. Mencionam alguns entrevistados que, em publicações recentes, foi abordado o fato de o Brasil ter tarifas de energia mais custosas que na União Européia.

5- O que o senhor acha de uma empresa chinesa instalada no Brasil comprar ou arrendar terras em estados brasileiros para plantar cana e exportar etanol para a China?

Respostas: Parte dos respondentes crê que deve haver regras e impedir que isso aconteça no Brasil, principalmente em virtude da questão da ocupação de terras de forma indiscriminada e comprometer plantações dedicadas a alimentos, prejudicando estoques e fazendo encarecer os seus preços nos mercados. O Diretor Executivo da UNICA, Eduardo Leão de Sousa, entende não haver problemas na medida em que há formas de controlar essa eventualidade. Outros entrevistados pensam ser ótima a idéia, já que estamos em um mundo globalizado. O Ex-Ministro, diz que os ingleses, franceses, americanos, entre outros, estão investindo no setor sucroalcooleiro brasileiro e, portanto, uma vez que estejam trazendo riquezas, criando empregos e crescimento sustentável, nada de errado. É preciso, para isso, haver mecanismos de regulação do setor.

6- O que o senhor acha de uma usina ou cooperativa brasileira adquirir ou arrendar terras na Nigéria ou Costa do Marfim para plantar cana e exportar etanol para o mundo?

Respostas: Alguns respondentes, com destaque especial para o Prof. Pedro Ramos, assertivamente, colocaram que “se não aceitamos uma “invasão” da China na nossa agricultura, devemos ter a mesma linha de raciocínio no oposto, embora cada país tenha sua soberania e pode fazer o que bem entender com suas terras”. Outros respondentes, olhando o mundo de modo globalizado, vêem com certa naturalidade a procura por espaços onde seja possível florescer negócios agrícolas. O Ex-Ministro entende que a África é um continente que necessita de investimentos para seu crescimento e, portanto, os povos africanos ficariam agradecidos de ver seu setor sucroalcooleiro florescer de forma significativa.

7- Na sua percepção, é possível afirmar que existem mecanismos regulatórios efetivos que tratam da produção de cana no Estado de São Paulo?

Respostas: Não existem mecanismos regulatórios, afirmam todos os respondentes. O Prof. Pedro Ramos diz que “em um momento histórico, em 1983, o governador Franco Montoro estava acertando tudo para isso, porém, lamentavelmente o governo Orestes Quércia cancelou tudo e até o momento não há nada a respeito. O governador José Serra criou em 2007 a Comissão Especial de Bioenergia, que fez um belo trabalho publicado em 2008, entretanto, até hoje não há nada de concreto a respeito”, completa. O Diretor Executivo da UNICA, Eduardo Leão de Sousa, diz na entrevista que, em conjunto com o pesquisador da UNICAMP, Prof. Dr. Isaias de Carvalho Macedo, coordenaram e organizaram a publicação recente de título “Etanol e Bioeletricidade – a Cana-de-Açúcar no Futuro da Matriz Energética”, que pode ser acessada pelo site www.unica.com.br/downloads/estudosmatrizenergetica, no qual sugerem um marco regulatório para o setor sucroalcooleiro: “É importante o Brasil ter um marco regulatório específico para ordenar o seu mercado. Além de atender a objetivos mais gerais, como estimular os investimentos produtivos, promover a competição equilibrada e a defesa do abuso econômico e assegurar o fluxo de informações, esse marco deveria:

- a) Consolidar e aperfeiçoar a legislação vigente, particularmente quanto à definição da cadeia decisória e às condições de regulação e instrumentos de acompanhamento do mercado, observadas as diretrizes constitucionais e legais para a livre iniciativa e concorrência;
- b) Definir de forma clara o marco tributário para os combustíveis, especialmente contemplando as suas externalidades positivas (geração de empregos, renda e divisas, ganhos ambientais na redução de CO₂, na saúde pública, etc.) e as diferenças estruturais entre o mercado de combustíveis fósseis e de renováveis. Nesse sentido, os reajustes e aplicação da Cide (Contribuição de Intervenção do Domínio Econômico) devem ser redefinidos, dando-lhe um caráter ambiental, social e de saúde pública, associado ao regulatório;
- c) Criar condições para uma reestruturação do processo de comercialização do etanol no mercado doméstico (desenvolvimento do mercado futuro e contratos de longo prazo), incluindo a criação de mecanismos para favorecer o estoque

privado e o maior comprometimento dos demais agentes da cadeia em relação ao abastecimento no mercado doméstico;

- d) Estabelecer mecanismos de apoio às atividades de pesquisa e desenvolvimento no âmbito da agroindústria energética e automobilística;
- e) Estimular os investimentos em infraestrutura para o transporte e estocagem de etanol, de forma a aumentar a competitividade do setor nos mercados doméstico e internacional;
- f) Incentivar a consolidação da bioeletricidade, a energia elétrica produzida a partir da biomassa da cana-de-açúcar, por meio de mecanismos de precificação adequados e de apoio à conexão e comercialização desse produto;
- g) Definir marcos regulatórios claros sobre dutovias destinadas a etanol e outros combustíveis”

8- Na sua percepção pode-se dizer que há mecanismos regulatórios na comercialização da cana e seus derivados nos dias de hoje?

Respostas: Houve dualidade enquanto às opiniões dos respondentes sobre esta pergunta. No Estado de São Paulo, pelo menos, a questão de preços da cana pagos aos fornecedores, há divergências. O valor da ATR é atribuído pelo Consecana, que é controlado pelos usineiros. Os respondentes usineiros dizem que os preços são justos e os respondentes não usineiros, aqui representados pelos Ex-Ministro e Prof. Pedro Ramos, dizem que preços não são justos porque nem o bagaço nem as folhas e pontas, utilizados na queima para co-geração e geração de energia elétrica, não são considerados na ATR. Alguns respondentes colocam que em alguns estados do país o fornecedor de cana pode checar a composição para o estabelecimento da ATR. Outros respondentes completam dizendo que, depois do IAA, os usineiros não querem saber de controles de preços.

9- O que o senhor opina a respeito do sistema de precificação da cana, do bagaço, do açúcar, do etanol e do MW produzido: Trata-se de preço justo? Favor definir preço justo na sua percepção.

Respostas: Não existe sistema de precificação, o que alguns respondentes acham ótimo, outros crêem ser uma grande falha do governo não ser este orientado de acordo. Preço

justo lembra conceito de justiça, portanto, escapa ao âmbito econômico, assim, só resta subjetividade, diz o Prof. Pedro Ramos. O Ex-Ministro coloca o seguinte nesse sentido: “no caso da cana, quando há excesso de produção, os usineiros aproveitam-se dos fornecedores de cana e quando há falta, todos estão contentes porque os preços vão para as alturas e todos ganham com isso”. No caso do etanol, a linha de raciocínio é aproximadamente similar e, no caso do MW produzido, a maioria acha que os preços são aviltados. Os usineiros acham as tarifas aquém do desejado por eles.

10- Como o senhor vê a qualidade dos serviços prestados pelas usinas de açúcar, etanol e fornecedoras de energia elétrica gerada nas usinas? Que porcentagem das usinas poderiam ser qualificadas como de *high-profile*?

Respostas: A maioria respondeu que, de modo geral, os serviços listados são aceitáveis, embora haja usinas que representam negativamente o setor nesse sentido.

11- Supondo que um concorrente ou oportunista qualquer invada fisicamente parte de uma fazenda de plantação de cana, o senhor acredita que o Sistema Judicial desempenharia o seu papel de modo satisfatório? O senhor confia no Sistema Judicial brasileiro no julgamento de causas no setor sucroalcooleiro, seja de ordem trabalhista, ambiental e patrimonial?

Respostas: Todos concordam que o Sistema Judicial melhorou muito nos últimos anos, principalmente nas questões trabalhistas. Alguns opinam que, sobre questões trabalhistas, o Sistema Judicial age impecavelmente. O Prof. Pedro Ramos diz que “em compensação, no âmbito ambiental é lastimável a ação do Judiciário, exigindo mais rigor e fiscalização”.

12- Como o senhor vê o Sistema de Direito de Propriedade no setor sucroalcooleiro do país? Aqui inclui-se o direito de propriedade intelectual sobre a produção do etanol, da bioeletricidade. Em um negócio da CTC com a Novozymes, por exemplo, como ficaria o direito de propriedade intelectual na sua opinião?

Respostas: Todos os respondentes acreditam que o Sistema de Direito de Propriedade no setor sucroalcooleiro está garantido por tratar-se de terras produtivas. Com relação aos direitos de propriedade intelectual, não somente no caso da CTC com a Novozymes, mas todos os demais que virão, entendem os respondentes, que as empresas devem fazer acordos entre elas, dentro das regras do livre comércio.

13- Como o senhor vê a criação de uma organização híbrida, formada por interesses do governo, dos usineiros, fornecedores de cana-de-açúcar, entre algumas outras personalidades representativas da sociedade objetivando a governança e proteção do setor sucroalcooleiro brasileiro através do estabelecimento de mecanismos de regulação do uso e comercialização da cana-de-açúcar e com poder de polícia para fazer cumprir-los?

Respostas: Alguns respondentes colocam que a organização híbrida poderia ser adequada, mas não funcionaria. Outros descartam a idéia imediatamente. O Prof. Pedro Ramos diz que “a experiência no governo de São Paulo mostra que existiu Câmara Setorial do setor sucroalcooleiro, porém, não funcionou. Alguns declaram que órgãos muito grandes não são funcionais e, em sendo híbridos, gerariam confusão, corrupção, falcaturas. Isso facilitaria o surgimento de ONGs radicais e corruptas. O governo deve cumprir o seu papel, chamando para si a responsabilidade pelo bem estar do setor sucroalcooleiro”. Dois dos entrevistados gostaram da idéia, entre eles o Ex-Ministro que pondera: “em vez da organização híbrida, que fosse criada a personalidade de um “terceiro”, representado por alguma fundação do tipo Fundação Getúlio Vargas, FIPE, ESALQ, para arbitrar nos casos de disputas entre as partes que mais se chocam no setor, que são os usineiros e os fornecedores de cana. Isso seria altamente desejável. No caso de negociações entre as partes, qualquer dessas fundações conhece todas as variáveis envolvidas e seus respectivos custos, portanto, poderia muito bem fazer julgamento próximo do justo”. Em última análise o Ex-Ministro sugere a criação pelo governo federal de uma Secretaria de Agroenergia, para governar o setor sucroalcooleiro, fazendo as vezes da “organização híbrida”

14 – O Ministro Reynold Stephanes há alguns meses declarou que os técnicos do BNDES não compreendem o setor sucroalcooleiro e, por isso, há atrasos de liberação de verbas para financiamento das operações do campo, inclusive dos estoques reguladores de etanol. Com o senhor vê isso?

Respostas: Alguns respondentes acreditam ser exagero do Ministro Reynold Stephanes e outros acham procedente a declaração dele. O Prof. Pedro Ramos pondera que “alguns dizem que pode haver alguma inexperiência do BNDES, mas muitos agentes econômicos famosos fazem negócios obscuros, não cumprindo termos de contratos com o governo, embora não seja comprovável fisicamente”.

15- Uma grande preocupação ambientalista são os impactos diretos e indiretos sobre a mudança de uso da terra em favor da expansão da plantação da cana-de-açúcar. O senhor conhece alguma usina ou órgão do governo que produza estudos nesse sentido?

Respostas: Alguns respondentes reconhecem que alguns órgãos como CETESB e Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo procuram empenhar-se para acompanhar a expansão da plantação de cana-de-açúcar, entretanto, nenhum respondente soube falar especificamente sobre os impactos indiretos sobre a mudança de uso da terra. Alguns entrevistados teceram comentários a respeito dos impactos diretos sobre a mudança de uso da terra, porém, nada diferente do que consta deste trabalho. Com relação ao fato de haver alguma usina preocupada com a questão, todos os respondentes desconhecem.

16- O que o senhor pensa a respeito do lançamento em junho de 2009 sobre o compromisso nacional para aperfeiçoamento das condições de trabalho na cana-de-açúcar lançando as melhores práticas trabalhistas nas operações manuais da cana assinado por 300 unidades empresariais?

Respostas: Alguns respondentes pensam ser uma idéia positiva para o setor, esperando que sejam efetivamente cumpridas as promessas. Outros respondentes encararam a pergunta como importante e crêem que se trata de uma medida positiva para todos os usineiros e trabalhadores. Alguns outros respondentes, inclusive o Prof. Pedro Ramos, acharam a medida hilária na medida em que o evento de Lula com 300 usineiros é comparável a uma declaração pública do tipo “Daqui para frente as usinas vão cumprir a lei”

17- O que o senhor acha a respeito da cana transgênica no Brasil? Isso seria bom ou prejudicial para os empresários e para a sociedade?

Respostas? Todos os respondentes crêem, a exemplo da soja no Brasil, deve haver parcimônia no plantio e colheita, valendo o princípio da precaução, portanto, a fiscalização pelo governo é necessária. Nenhum respondente entende que a cana-de-açúcar transgênica seja algum tipo de malefício para o país ou para o setor.

18- A UNICA representa praticamente 60% dos produtores do setor sucroenergético, cuja maioria está situada nas regiões sul-sudeste e centro-oeste do país. Porque os produtores de cana do nordeste não estão ainda unidos à UNICA? O que falta?

Respostas: Alguns respondentes colocam que há vários pontos divergentes entre usineiros nordestinos e do sul-sudeste por motivos variados, começando pelo fato de que a qualidade da cana plantada no nordeste não é competitiva com a cana do Sul-sudeste. Outros respondentes afirmam que os usineiros nordestinos recebem subsídios para compensar sua falta de eficiência. Outros dizem que o parlamento brasileiro é formado principalmente por pessoas que representam pequenos e pobres estados brasileiros e, essa desproporcionalidade traz desajustes nas formas de pensar e agir. Outros entrevistados colocam uma questão interessante: se a UNICA com 60% de representatividade do setor já tem tanta influência, imagina que poder político teria se fossem os 100%? Comportamentos de ambos os lados tipo arrogância, protecionismo, bairrismo, entre outros, foram apontados como barreiras momentâneas para a junção da UNICA com os usineiros do nordeste brasileiro. O Diretor Executivo da UNICA diz que o fórum agroenergético recém criado, baseado em Brasília – DF - deverá trabalhar nesse sentido de tentar fazer aproximação com os usineiros não só nordestinos, senão com de todos os rincões do país.

19- Se os chineses decidissem adquirir a maioria ou totalidade das usinas de açúcar e álcool do país, ou por *joint-venture* ou fusão, independentemente de prazo, objetivando suprir aquele mercado com açúcar e etanol, que mecanismos regulatórios existem hoje para impedir isso?

Respostas: A maioria dos respondentes acha a idéia impossível, embora alguns concordem que os chineses tenham dinheiro para isso no longo prazo. O Ex-Ministro Roberto Rodrigues faz uma analogia tomando “a indústria automobilística que se instalou no Brasil há quase 90 anos. Eles fabricam carros e atendem ao mercado brasileiro e internacional, sem necessariamente haver um regramento similar. De igual forma os chineses poderiam produzir açúcar, etanol e atender o mercado brasileiro e internacional”. Dentro dessa ótica a maioria dos entrevistados aceitou que os chineses explorassem a produção daqueles bens, entretanto, destaca o Ex-Ministro “desde que houvesse mecanismos de regulação para as exportações do açúcar, do etanol, do bagaço e das folhas”; alguns respondentes foram reticentes a respeito.

20- O senhor crê que há necessidade de haver premissas de regulação do setor ? Seria plausível estabelecer mecanismos de regulação para uso e comercialização do bagaço e resíduos?

Respostas: Ficou claro para a maioria que sim, tendo em vista o fato de ser o setor grande e complexo, há necessidade de haver premissas de regulação do setor. Também, seria plausível estabelecer mecanismos de regulação para o uso e comercialização do bagaço e resíduos da cana-de-açúcar, independentemente do bagaço vir a ser classificado como uma *commodity* no mercado. Mais detalhadamente, a maioria dos respondentes postula que deve haver regras com base em um conceito. O Ex-Ministro coloca que “até recentemente, o bagaço não era relevante para o complexo sucroalcooleiro; hoje, com a co-geração e geração de energia, o bagaço ganhou relevância tanto quanto do açúcar como do etanol. Faz sentido que o produtor de cana participe da riqueza gerada a partir do bagaço, que hoje é remunerado exclusivamente pelo grau de sacarose contida na cana. Portanto, antes de regulação para a comercialização do bagaço, deveria haver regras para remunerar o produtor ou fornecedor que vende a cana que vai ser transformada em bagaço na usina e não é incluída no valor da cana fornecida”.

O Ex-Ministro adiciona: “Soma-se a isso o fato de que esse seria um mecanismo interessante que contemplaria um valor agregado importante que até pouco tempo não fazia sentido falar a respeito. Esse assunto ganha relevância adicional na medida em que, com o aumento dos volumes de cana crua pela mecanização da colheita, haverá outra parte que são os resíduos vegetais representados pelas folhas e pontas, ambos ricos em energia tanto para queimar quanto para produzir etanol, portanto, o fornecedor de cana poderia ser beneficiado pela tríplice negociação com o usineiro de açúcar e álcool: cana, bagaço e resíduos, dando ao produtor de cana uma condição melhor de sobrevivência”.

O Diretor Executivo da UNICA vê não só plausível como necessária a existência de mecanismos de regulação e prova disso é que a Instituição UNICA sugere, como já mencionado anteriormente na resposta à questão de número sete acima, um marco regulatório do setor sucroalcooleiro como um todo.

21- O senhor acredita que o conjunto bagaço e resíduos pode vir a ser considerado uma nova *commodity* no mercado?

Respostas: Alguns dos entrevistados (40%) acreditam, hoje, que o bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar, pensados como um bem indistinto pela variedade da cana e por sua extensa aplicabilidade, poderiam vir a tornar-se uma *commodity* no médio

prazo, embora haja dificuldades ainda em estabelecer parâmetros, especificações e normas, especialmente para as pontas e folhas que têm variedades muito amplas em função do número de cortes. A maioria dos respondentes acredita que, no longo prazo, aquele conjunto poderá vir a ser uma nova *commodity*. Alguns respondentes enalteceram o futuro uso das pontas e folhas tanto como insumos da co-geração quanto de matéria-prima para a produção de etanol. Uma minoria, incluindo-se o Ex-Ministro, acha difícil o conjunto bagaço e resíduos tornar-se *commodities*, pelo menos no curto prazo.

22- Dada à sazonalidade da produção da cana-de-açúcar e conseqüente do bagaço e resíduos, haverá contrato de fornecimento desses subprodutos da cana garantindo entregas regulares? Se houver, quais seriam as bases comerciais para isso?

Respostas: Como detectado pelas entrevistas e no trabalho desenvolvido por Dantas Filho (op. cit.), as usinas operam no máximo 8 meses, ou seja, durante o período da safra. Não é conhecido ainda pela maioria dos entrevistados, quanto de tempo é possível armazenar o bagaço e palhas em céu aberto e manter as suas características originais. Nesse ponto em particular, como *expert* em bioeletricidade, o Prof. Zilmar, da UNICA, atesta que o bagaço pode ser armazenado pelo período de até um ano, mesmo a céu aberto, sem prejuízos para a qualidade do material, na condição de haver uma mistura periódica do material mais antigo com o mais novo, de modo a manter as características técnicas desses. Idealmente, o bagaço deveria ser mantido em lugar coberto, fresco e arejado. Alguns dos entrevistados mencionam que, possivelmente, guardados em silos aerados ou mesmo refrigerados, o bagaço e palha podem ser mantidos no período da entressafra. Nessas condições, os usineiros que quiserem manter suas caldeiras ligadas no período da entressafra, terão de adotar soluções como as que a EQUIPAV encontrou, ou seja, essa organização se utiliza da queima para a co-geração e geração de energia elétrica durante a safra e procura armazenar o máximo possível de bagaço para utilizá-lo na entressafra. Alternativamente, poder-se-ia utilizar a técnica da usina São Martinho de produzir biogás através da vinhaça e, com isso, poder manter as caldeiras acesas o tempo todo, na safra e na entressafra.

Está claro para todos os entrevistados que não existe hoje um mercado aberto para comercialização do bagaço, entretanto, à medida que o número de usinas geradoras de energia a partir do bagaço e resíduos for crescendo, os usineiros que possuem

experiência com o manejo do bagaço e resíduos possivelmente não vão querer fazer contrato de fornecimento, exceto aqueles usineiros que não dispõem de sistema de cogeração e, portanto, não sabem o que fazer com o bagaço excedente; mesmo nesses casos, os entrevistados dizem que os usineiros não vão ter interesse em assinar contrato garantindo fornecimento de bagaço na entressafra, já que não dispõem de tecnologia para armazenamento, pelo menos momentaneamente.

Em complemento, as bases comerciais para um eventual contrato dependeriam da expertise do usineiro no tratamento do bagaço e resíduos. Alguns dos respondentes acreditam que, dadas as condições favoráveis na venda de energia excedente ao mercado regulado ou livre, é possível que alguns usineiros comecem a interessar-se mais para apreender a respeito do manejo, armazenamento e tratamento do bagaço para a sua comercialização e uso.

23- Haverá estoque regulador de bagaço e resíduos? Se houver, quem terá controle desse estoque regulador?

Respostas: A maioria dos respondentes não acredita haver necessidade de um estoque regulador, pelo menos no curto prazo. Caso essa necessidade apareça no futuro, possivelmente o mercado se auto-regulará, acreditam os entrevistados. Alguns dos respondentes acreditam que já existe, de certa forma, uma regulação informal do estoque do bagaço durante o período da entressafra, pois, as indústrias de papel, de frutas, de ração, entre outras, que consomem bagaço para a sua produção, vão adquirindo essa matéria-prima durante a safra e entressafra. O reconhecimento de que o bagaço é hoje uma matéria-prima relevante para outras atividades permitiria o financiamento da sua estocagem, regulando, assim, de modo ainda informal, o seu estoque. Nessa última análise, não se levou em conta que as novas usinas de açúcar e álcool geradoras de energia elétrica vão demandar bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar.

24- Seria melhor para todos haver algum tipo de regulação e normatização técnica, econômica e comercial no setor sucroalcooleiro?

Respostas? A maioria dos respondentes crê que a regulação e normatização técnica são necessárias para o bem de todos, pois alguns agentes econômicos podem, ao longo tempo, desvirtuarem-se do *status-quo* para obter vantagens sobre os demais

competidores. Trata-se de um setor, cujo mercado de matéria-prima não existe, portanto, uma regulação é de todo desejável. A regulação, no entanto, não pode pressupor de modo algum intervenção do Estado. Não cabem mais atitudes como nos tempos do IAA quando havia cotas de produção, definição de preços, onde isso era bastante subjetivo. Uma regulação, portanto, que mitigue a excessiva dominação do segmento industrial sobre o segmento agrícola, com a presença de uma terceira parte de arbitragem, sem intervenção do Estado, seria necessária e desejável.

25- No futuro o que seria mais interessante para o investidor: atuar no campo da geração da energia elétrica através da queima do bagaço e resíduos da cana ou explorar o bagaço e resíduos como insumos para a produção de etanol, ou de outros derivados, por intermédio da hidrólise enzimática?

Respostas: Essa pergunta foi gerada a partir da entrevista com a Prof^a Dr^a Suani Teixeira Coelho, do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo, que entende ser necessária a ponderação da questão para o futuro. A maioria dos entrevistados entende que a hidrólise enzimática ainda se encontra em estágio embrionário e todos arriscam prever um prazo para que esta tenha início de disponibilidade física e viabilidade comercial no mercado. O prazo médio entre as opiniões foi de 15 a 20 anos. Embora todos reconheçam que os estudos a respeito da hidrólise para a produção de etanol adicional seja uma excelente idéia, todos prefeririam apostar no certo e concreto de hoje, que seria a geração da energia elétrica usando o bagaço e resíduos vegetais, que já conta com tecnologia bastante melhorada e moderna. Outros crêem que, se houver uma revolução na alcoquímica no curto prazo, isso pode reverter as tendências de hoje.

5.3 Análise de informações

Por intermédio das análises das diversas respostas obtidas às perguntas abertas, é plausível concluir-se que, para a maioria das perguntas, houve consenso entre os respondentes, o que pode ser considerado um êxito grande para a proposta inicial deste trabalho. No que diz respeito aos pontos antagônicos entre os respondentes, é praticamente natural que isso ocorra e entende-se que, para o enriquecimento deste trabalho, é salutar o debate de idéias, embora seja difícil alinhavá-las.

De modo geral, os entrevistados tinham domínio de cada uma dos temas abordados, o que tornou o trabalho de pesquisa estimulante e animador e alguns respondentes, às vezes, se empolgavam e vibravam com certos pontos polêmicos.

A busca de respostas às duas perguntas fundamentais que deram, de certa forma, sustentação às demais questões: (1) o bagaço e resíduos da cana podem vir a ser classificados no futuro como uma nova *commodity* no mercado? (2) seria plausível estabelecer mecanismos de regulação para o uso e a comercialização do bagaço e resíduos da cana-de-açúcar, deu impulso e gás ao trabalho como um todo e foi recompensador verificar que a maioria dos entrevistados deu parecer positivo e favorável às indagações sendo feitas, o que legitimou e deu consistência à validade da tese, em seu núcleo duro, apesar das condicionantes colocadas por alguns respondentes com relação à questão (1).

No âmbito das políticas públicas, os respondentes concordam que falta um setor específico no governo federal para tomar conta, ou coordenar o setor sucroalcooleiro como um todo; são vários órgãos federais inseridos no segmento, entretanto, o centro das decisões está nas mãos de vários Ministros, que esperam ver o que o outro vai fazer para decidir a sua parte. Enfim, todos dizem que o governo deve ter comando disso ou daquilo, não obstante, nenhum dos entrevistados apontou que este ou aquele Ministério deveria fazer esta ou aquela ação para estabelecer a ordem e equilíbrio do setor.

Todos os respondentes têm percepção acurada dos mecanismos formais sobre cada uma das variáveis apontadas nas questões anteriormente apresentadas, ou seja, objeto do ANEXO I, seja sobre o uso e a comercialização do bagaço e resíduos vegetais, sua precificação e nível de serviço prestado, o funcionamento do Sistema Judiciário, direito de propriedade e direito intelectual, entre outros.

Como visto pelos resultados dos dados coletados, a ideia de proposição de uma organização híbrida para governar o setor sucroalcooleiro não foi aceita pela maioria dos respondentes. Apenas dois dos dez entrevistados aceitaram a ideia reputando-a de excelente e completaram dizendo que a implementação do plano deveria ser imediata. Um desses dois, o Ex-Ministro, entretanto, pondera que, em vez de uma organização híbrida, defende a idéia da criação de um modelo de comercialização com arbitragem, ou seja, a existência de um “terceiro” representado por uma fundação com credibilidade no país como uma Fundação Getúlio Vargas, FIPE, ESALQ, por exemplo, para julgar

ou decidir, com força de lei, os eventuais casos de impasses, principalmente nas questões de preços, sem intervenção no mercado em si.

No eventual caso de uma das partes (o usineiro, por exemplo) não aceitar a negociação de preço com o fornecedor de cana, essa fundação, que conhece todas as variáveis na formação de preços e detalhamento do gerenciamento do setor, poderia apelar ao Estado. O Estado, por sua vez, sinalizaria à usina, a possibilidade dessa perder, por exemplo, o direito ao ACC – Adiantamento de Contrato de Câmbio – que se trata de adiantar dinheiro antes mesmo de produzir bens para exportação, ou direitos a outros tipos de subsídios. Embora com pouca possibilidade de ocorrer, o mesmo poderia acontecer com o fornecedor de cana em relação ao usineiro.

Essa “terceira” parte sugerida não deveria ter posição intervencionista no mercado, porém, meramente cumpridora das regulações estabelecidas. Agregou-se à idéia a consolidação operacional de uma CONSECANA com uma “terceira” parte para moderar entre o usineiro e o fornecedor de cana seria o modelo ideal. Desta forma, pela lei, se aplicaria o prêmio ou o castigo.

Destacou-se unanimemente entre os entrevistados que o setor não comporta mais intervencionismo do Estado, porém, sim, medidas que mitiguem excesso de dominação forte dos industriais sobre o fornecedor de cana, que representa a parte mais fraca do negócio.

Nesse caso em particular, a sugestão do Ex-Ministro do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Sr. Roberto Rodrigues, feita durante a entrevista, é “que seja criada no País uma Secretaria de Agroenergia. Diz ele “são hoje doze os ministérios que cuidam de etanol, mas sem integração alguma entre eles; cada um trata de uma área, porém, não há estratégia. Agrega que, no passado, a Comissão Executiva do Alcool propunha estratégias. Hoje não há nenhuma estratégia”.

Obviamente os usineiros defendem o CONSECANA como o sistema ideal e justo, porém, a maioria dos estudiosos do setor defende os direitos dos fornecedores de cana já junto à balança e laboratório químico da usina para acompanhar a pesagem e qualificação de sacarose da cana no ato da entrega. Dessa forma, os tradicionais e infundados sete por cento de perda no momento de entrega, seriam evitados, dizem os especialistas pesquisados que conhecem a dinâmica dessa prática.

Um tema fora das questões levantadas e que chamou a atenção foi o fato de haver, por parte dos usineiros, uma preocupação ímpar em relação à continuidade dos seus negócios por seus herdeiros, principalmente nos casos daquelas empresas sendo geridas hoje pela terceira ou quarta geração da família, não obstante, a maioria é uníssona quanto ao fato de que a profissionalização dos diretores das usinas é a garantia de continuidade saudável do negócio.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROPOSTAS

6.1 Apanhado geral da pesquisa e deste trabalho

Primeiramente, é plausível inferir que os objetivos gerais e específicos tenham sido plenamente satisfeitos no encerramento deste trabalho, desde a verificação da preferência atual do investidor ou seja, ou investir na produção de bioeletricidade, a partir da queima do bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar, ou na produção de etanol por intermédio da hidrólise enzimática, a entender a relação entre os vários ministérios do governo federal para a governança do setor sucroenergético.

Também ficou clara a necessidade de serem criados mecanismos de regulação o uso e a comercialização do bagaço e dos resíduos vegetais da cana-de-açúcar com vistas aos cenários futuros, assim como a aprovação ou desaprovação da idéia da criação de uma organização híbrida para governar o setor sucroalcooleiro.

Em fazendo o fechamento deste trabalho, vale recapitular alguns dos pontos crucias que orientaram a condução dos estudos e que marcaram o crescimento intelectual do autor e espera que, de alguma forma, possa apresentar algum tipo de contribuição à sociedade científica e, eventualmente, à sociedade política.

Iniciando pela história da cana-de-açúcar, o Brasil herdou, desde há quase 500 anos, o conhecimento do plantio e cultivo dessa planta que vem transformando, principalmente de forma econômica, as vidas de milhões de cidadãos deste país e do estrangeiro, inicialmente por intermédio do açúcar, depois através do etanol e, agora, vem mostrando que até o seu rejeito é importante e estratégico para o desenvolvimento econômico de muitas regiões da nação por intermédio do bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar, que são insumos preciosos para a co-geração e geração de energia elétrica, entre outros usos.

A expansão da cana-de-açúcar pelo país afora tem apresentado um impacto social inicial extraordinário pois a mídia, principalmente internacional, tem bombardeado o Brasil e os Estados Unidos, como países fomentadores da elevação dos preços de alimentos no mundo. Aparentemente, os ânimos com relação a esse ponto já acalmaram. O recente decreto 6.169, de 17 de setembro de 2009, estabelecendo o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-Açúcar foi determinante para conquistar a confiança dos países da União Européia e dos Estados Unidos, na medida em que

faltava, na visão desses, atitude que certificasse a sustentabilidade da produção e fornecimento do etanol.

O Ex-Ministro Roberto Rodrigues que conhece o programa original preparado pela Embrapa, na questão do referido Zoneamento Agroecológico, diz que, devido ao loteamento político na análise técnica das terras, o programa final ficou bastante prejudicado.

Uma frase de um engenheiro químico de uma usina de açúcar e álcool visitada no período da pesquisa para consecução deste trabalho deixou uma mensagem inesquecível a este autor, enquanto iniciante de conhecimento do processo de produção de açúcar e etanol: “você pode tirar fotografias à vontade, do que quiser e precisar no processo industrial...o nosso segredo está no campo...é sabendo plantar, experiência no manejo e colher na hora certa é o que garante o sucesso da usina”.

Outro aprendizado marcante ao longo dos estudos para a elaboração desta tese se refere à contribuição econômica, ambiental e social que o cultivo da cana-de-açúcar traz ao país e à natureza; essa contribuição é merecedora de elogios pois a quantidade de dióxido de carbono sequestrada em praticamente todas as fases da plantação ao longo dos seus 6 ou 7 ciclos influi grandemente sobre a qualidade de vida de milhões de pessoas. Mesmo no tempo de descanso da terra no período pós o 6º ou 7º ciclo a plantação de cana dá lugar a outros cultivos importantes à vida humana e até mesmo de animais.

Adicionalmente, embora não haja aprovação total por parte da população, os técnicos do setor, em especial da UNICA, atestam que as taxas de gases expelidos ou emitidos pelos carros movidos a etanol são aproximadamente 80% menores que aqueles expelidos por carros movidos à gasolina.

O setor sucroalcooleiro no País representa 2% do PIB, conforme Revista FAPESP Online de abril de 2006 e, muito possivelmente, deverá passar para 3% nos próximos anos, principalmente em razão do aumento de consumo de derivados da cana-de-açúcar, como o etanol por exemplo, em virtude da participação mundial do esforço para reduzir o uso de derivados do petróleo como combustíveis nos transportes e diminuir o problema da emissão de gases de efeito estufa, que tem provocado tragédias naturais de grandes proporções, conforme expostas pelas diversas mídias.

Não se reconhece ainda que o etanol seja a solução ideal para substituir a gasolina, no caso de combustível do setor de transportes, entretanto, o número crescente de países que quer adicionar o etanol à gasolina para movimentação dos veículos automotores, é significativo. A União Européia não tem definido ainda o índice de incremento do etanol à gasolina, porém, estima-se que deve chegar aos 10% até o ano de 2020 e isso representará um mercado de exportação brasileira de até 14 bilhões de litros de etanol, segundo previsão do Ministério das Minas e Energia (2008).

Desde seu lançamento no País em 2003, os veículos “flex” já ajudaram a evitar a emissão de 45 milhões de toneladas de CO₂ na atmosfera, graças ao uso preferencial do etanol por seus proprietários, atesta a UNICA (2008).

No Brasil, a utilização do etanol já substituiu, em termos de volumes, mais de 50% da gasolina utilizada no país em veículos leves. Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), cerca de 90% dos veículos leves novos comercializados no País são *flex*.

O Centro de Pesquisas de Bioetanol, criado em janeiro de 2009, na cidade de Campinas – São Paulo, faz parte da expansão da Associação Brasileira de Tecnologia de Luz Síncrotron (ABTLuS), que se dedicará ao aprofundamento de três linhas distintas de pesquisa: a produção de etanol a partir da celulose, novas formas de plantio de cana e o fenômeno da fotossíntese relacionada à cana-de-açúcar.

O acordo de parceria celebrado entre o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) e a Novozymes, empresa especializada em pesquisas de novos enzimas para uso da biotecnologia, com sede na Dinamarca, firmado em setembro de 2007, assegura os especialistas do CTC que a chave do sucesso do mercado mundial de biocombustíveis nos próximos anos está na obtenção de enzimas capazes de reduzir os custos de produção do etanol celulósico, já que o emprego de enzima está associado à chamada hidrólise enzimática, ou seja, no caso, a obtenção de álcool combustível a partir do bagaço da cana-de-açúcar. O CTC terá ainda este ano a sua primeira planta piloto de produção de etanol celulósico, popularmente conhecido como etanol de segunda geração.

O CTC, também, inaugurou recentemente uma “biofábrica” capaz de produzir 1 milhão de mudas de cana-de-açúcar de alta qualidade por mês, o que demonstra

confiança dos associados na atuação daquele centro de pesquisas e disposição para investir em pesquisa e desenvolvimento.

Uma nova resolução publicada pelo Governo do Estado de São Paulo em dezembro de 2008, concernente ao licenciamento ambiental de usinas sucroenergéticas veio facilitar a compreensão das diretrizes técnicas, não só para a instalação de novos empreendimentos como também para a adequação de unidades já em operação. Em vigor desde dezembro de 2008, quando foram aprovadas pelo Secretária de Estado do Meio Ambiente, as novas diretrizes estabelecem normas e critérios para que o empreendimento industrial seja executado de modo a resguardar o equilíbrio do meio ambiente, considerando a crescente expansão da atividade canavieira no Estado de São Paulo e sua importância na economia paulista.

As chamadas Áreas de Preservação Permanente (APP's), Reserva Legal, entre outras medidas do Governo não representam hoje mecanismos de regulação; essas ações deveriam refletir ou ser frutos de diálogos e entendimentos entre os diferentes agricultores na busca do equilíbrio ambiental, econômico e social, alertam alguns dos respondentes.

6.2 Limitações do trabalho

O estudo ficou limitado ao âmbito do Estado de São Paulo, com praticamente 60% da produção nacional do açúcar e do etanol e é o que mais desenvolve estudos científicos a respeito do setor sucroalcooleiro. Seria um trabalho mais rico se abrangesse o país todo ou pelo menos o Sul e Sudeste.

Foram ouvidas personagens representativas do setor sucroalcooleiro, acadêmicos da FEA/Universidade de São Paulo, CENBIO do Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP, da Unicamp, da Unimep, da FGV-SP, totalizando dez pessoas. Possivelmente haveria diferenças importantes se esse número subisse para vinte pessoas ou mais, embora seja possível afirmar que esses personagens contatados são bastante representativos em suas respectivas instituições.

Vale mencionar que o número de publicações a respeito do setor sucroalcooleiro de outras regiões do país é, ainda, escasso e isso contribuiu para a decisão de focalizar o estudo sobre o Estado de São Paulo.

Deixaram de fazer parte deste trabalho questões específicas e aprofundadas a respeito do setor sucroalcooleiro que tratassem dos seus ambientes econômicos, político-legal, da saúde pública, do emprego no campo e no setor sucroenergético, do clima propriamente dito, entre outras.

Dadas essas limitações mencionadas, seria de grande valia e contribuição receber informações do setor sucroalcooleiro de outras regiões do país, se possível focando questões institucionais e regulatórias que corroborem com essa tese a respeito da necessidade do estabelecimento de mecanismos regulatórios no setor da cana-de-açúcar. É importante frisar que a idéia de mecanismos regulatórios não tem nada a ver com exercer intervenção sobre o setor e sim com o estabelecimento das regras do jogo para que todos se enquadrem e não seja deixado ao sistema de gerenciamento por crises.

É também oportuno salientar que os mecanismos de regulação aqui pensados e debatidos não são apenas da alçada federal; para serem efetivos e eficazes, os mecanismos devem abranger as esferas federal, estadual e municipal, completam os entrevistados.

6.3 Resultados do trabalho

Após concluídas as pesquisas de campo, adicionadas de dados coletados por outros estudiosos do setor, é possível supor que os objetivos deste trabalho foram atingidos, apesar das grandes dificuldades encontradas, principalmente no agendamento das entrevistas.

O fato de a maioria dos entrevistados afirmar categoricamente que o estabelecimento de mecanismos de regulação para o uso e comercialização do bagaço da cana-de-açúcar não só é plausível como também necessário, ficou demonstrado que o problema de pesquisa aqui exposto tem procedência e, portanto, modestamente, implica sugerir que o tema seja objeto de atenção por parte das classes científica e política. Em uma publicação recente da UNICA, promovida pelos Coordenadores e Organizadores Dr. Eduardo Leão de Sousa e o Prof. Dr. Isaias Macedo da UNICAMP, atestando a necessidade de um marco regulatório para o setor sucroalcooleiro, fortalece esta tese.

Com relação à pergunta se cabe hoje considerar a possibilidade de considerar o bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar uma nova *commodity*, a maioria dos respondentes vê essa possibilidade factível a médio e longo prazo, já que, para uma

“comoditização” do bagaço e dos resíduos será necessário o estabelecimento de especificações técnicas, parametrizações e certa unificação de preço. Alguns não veem essa possibilidade no curto prazo, dada a variedade de tipos de cana e resíduos, não obstante, há otimismo em relação ao futuro desses insumos.

Uma adequação de modelos para o bagaço e para as pontas e folhas, objetivando a sua “comoditização” é uma questão de tempo, dizem alguns entrevistados; além disso, a concorrência por esse material entre usinas geradoras de energia elétrica e indústrias de outros materiais, que usam esse conjunto de insumos, é que vai dimensionar o tempo e o custo para que isso ocorra efetivamente.

6.4 Proposta final

O Autor deste trabalho acredita que outros estudos visando um campo amostral de abrangência maior, com escopo do estudo similar a este, podem, eventualmente, suscitar outras contribuições junto às autoridades científicas e políticas, além da boa vontade de estudar mais a fundo o objeto de análise, que pode vir a ser um catalisador para o redirecionamento institucional do setor sucroalcooleiro.

A sugestão de financiamento do estoque de bagaço e resíduos vegetais da cana-de-açúcar, como matéria-prima de uso não só pelas usinas geradoras de energia elétrica, mas também por aquelas indústrias de papel e papelão, ração animal, entre outras, poderia vir a ter aplicação efetiva no mercado futuro, se houvesse efetivos mecanismos de regulação do setor. Antes mesmo de haver mecanismos de regulação, seria necessário indagar quem governa hoje o setor sucroalcooleiro e que teria interesse em financiar esse estoque de bagaço.

A participação real de uma “terceira” parte, representada por alguma fundação, do tipo FGV ou FIPE ou ESALQ, na moderação das negociações entre o Consecana e os fornecedores de cana, levando em conta um percentual adicional pelo bagaço e o resíduos (pontas e folhas), representaria um valor agregado que, no final, além de trazer benefícios adicionais aos produtores de cana, impulsionaria o usineiro a aperfeiçoar o seu sistema de colheita, transporte, co-geração e geração de energia elétrica, além de aprimorar o manejo e estocagem do bagaço e dos resíduos da cana.

Mais uma vez, como visto pelos resultados dos dados coletados, a idéia de proposição de uma organização híbrida para governar o setor sucroalcooleiro foi

descartada pela maioria dos respondentes. Apenas dois entrevistados aceitaram a idéia classificando-a de excelente. Um deles, o Ex-Ministro, pondera que, em vez de de uma organização híbrida, defende a criação de modelo de comercialização com arbitragem, através da presença de um “tértius”, com função mediadora, que conheça todas as variáveis do segmento sucroalcooleiro, porém com força de lei.

A idéia de criação de uma Secretaria da Agroenergia, proposta inicialmente pelo Ex-Ministro Roberto Rodrigues, para governar o setor sucroalcooleiro, não impediria, segundo ele, a presença do chamado “tértius” com função mediadora. Reconhece-se aqui que essas idéias abarcam o pensamento inicial a respeito da organização híbrida.

Moreira (2007) considera que o que parece uma ameaça mais concreta para o setor sucroalcooleiro, no longo prazo, é o desenvolvimento de células solares e a utilização de hidrogênio líquido em veículos automotores, que são fontes alternativas que possuem amplas vantagens ambientais sobre os biocombustíveis e que merecem estudos prospectivos. Esta afirmação remete aos estudos de Gazzoni (op. cit.), pesquisador da Embrapa, ao dizer que duas ondas de negócios poderosos emergem a partir da cana-de-açúcar: a bioeletricidade e os bioprodutos, resultantes das biorefinarias. Pode-se dizer que os pensamentos de Moreira e de Gazzoni não chegam a ser antagonicos, porém, merecem reflexões profundas a respeito.

Considerando as projeções para a indústria da cana-de-açúcar, expostas na Tabela 2.2 deste trabalho, estabelecendo a safra 2020/21 como ponto de referência, consta que serão produzidas 1,04 bilhão de toneladas de cana, 45 milhões de toneladas de açúcar, 65 bilhões de litros de etanol e 14.400 MW médios, o que significa dizer que, apesar do avanço do setor pela mecanização da colheita da cana e outras automatizações, o número de trabalhadores no segmento deverá sofrer aumento significativo, embora em velocidade menor, principalmente na Região Centro-Oeste, em primeiro lugar, e nos estados de Tocantins e Maranhão em um segundo momento.

Esses subsídios ideológicos de Moreira, Gazzoni e do SEBRAE, apresentados anteriormente, a respeito do setor sucroalcooleiro, dão sustentação teórica, em princípio, para a proposição aqui de haver mecanismos regulatórios para o setor sucroalcooleiro como um todo, acaparando o negócio do bagaço e resíduos da cana-de-açúcar.

São louváveis e apreciáveis as iniciativas da organização União da Indústria da Cana-de-Açúcar (UNICA) no setor sucroalcooleiro, que tem recebido apoio e cooperação expressivos da Agência de Promoção de Exportação (APEX), pertencente ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC, entretanto, seu nível de representatividade no plano nacional é de 60% da produção de etanol, portanto, cabe mais uma vez perguntar: e o que acontece com os 40% restantes?

A aparente arrogância da UNICA em sua conduta de fazer-se passar por representante genuíno e legítimo do setor perante o governo e sociedade pode inibir eventual futura coligação com aquele percentual restante, que tem no parlamento brasileiro representatividade preponderante. Assim, o impasse se mostra interminável.

O controle sobre eventual perda de biodiversidade é hoje exercido por alguns órgãos do Governo Federal e várias ONG's espalhadas pelo País, com e sem ajuda financeira do Estado. O crescimento anual médio da produção de etanol, de 11,7% no período de 2000 a 2007 é muito expressivo e, certamente com tendência de subir, portanto, em não havendo uma supervisão focada sobre o setor, de fato a biodiversidade pode ser afetada sobremaneira. Comprovadamente, as ações do Estado e das ONG's não são suficientes para coibir abusos e transgressões aos princípios básicos das Leis Ambientais.

A interrupção nos fornecimentos de alimentos é bastante possível se não houver controle e gestão sobre as mudanças de uso da terra.

Conclusivamente, a implementação de uma Secretaria da Agroenergia, sob o comando da Presidência do Brasil, para criação de uma estratégia definida para o setor, auxiliada por uma fundação de reputação impecável, que exerça a moderação imparcial nos casos de impasses entre os diversos segmentos dentro do setor sucroalcooleiro, parece tratar-se de uma alternativa plausível e factível e de boa medida para todos os interessados do setor e sociedade em geral.

A falta de um órgão de estado coordenador do setor sucroalcooleiro, no longo prazo, poderá induzir todos os usineiros, plantadores de cana e os prestadores de serviço envolvidos a uma situação caótica no âmbito político, econômico e social.

De acordo com afirmativas anteriores deste Autor, a experiência pessoal em contatos com agentes econômicos estrangeiros ao longo de 30 anos, em 75 países dos 5

continentes, tem apontado que as ações nos negócios são ilimitadas, ou pelo menos assim parecer ser, caso não haja critérios ou regras para o bom funcionamento do jogo de mercado.

Oliver Williamson, ganhador do Prêmio Nobel de Economia 2009, um dos idealizadores da Teoria da Economia dos Custos de Transação, entende que as empresas são feixes de contratos e estes não são perfeitos dada à racionalidade limitada do ser humano e sua condição quase que generalizada de ser um oportunista, não obstante, uma boa preparação e planejamento textual e contextual de um contrato pode inibir ou até mesmo eliminar grandes riscos. Assim, analogamente, se for possível estabelecer planos e regras de como o setor sucroalcooleiro deveria caminhar e proceder, seria a garantia mínima de ter abastecimento de açúcar, álcool e energia elétrica por décadas e décadas até uma eventual limitação imposta pela natureza.

Mais uma vez, apela-se para a situação extremada de preços do etanol ao longo destes anos pós evento veículos flex. A variação de preços por litro de etanol nos postos de gasolina para o consumidor tem afetado, seguramente, o comércio em geral por conta da diferença de preço do combustível. Vale reforçar que o preço do litro do etanol nos postos não sobem mais porque o preço do litro da gasolina segura. Na mídia em geral tem sido divulgado que aproximadamente 30% dos consumidores de etanol, que têm a possibilidade de cambiar com a gasolina, deixaram de consumir etanol em função da pequena diferença de preço com a gasolina.

“Free market” é o ideal e sempre será o ideal, entretanto, a produção e comercialização de determinados bens, indistintamente da sua categoria, devem ser supervisionados por alguém com capacidade de interferir para garantir a ordem e a estabilidade econômica, social e ambiental. O bagaço e os resíduos vegetais da cana-de-açúcar podem ser incluídos aqui nesses determinados bens, na medida em que, na visão do Autor, esses serão produtos comercializáveis de grande procura futura, obviamente em se concretizando a produção de etanol através da hidrólise enzimática a partir do bagaço e da palha da cana-de-açúcar.

Como visto anteriormente neste trabalho, há autores que acreditam que a expansão da plantação da cana-de-açúcar é, no País, sustentável, não obstante, há autores que acreditam haver ainda bastante terreno para ser melhorado no segmento e, portanto, enquanto não houver plena certeza da sustentabilidade do cultivo da cana-de-

açúcar, a União Européia não se engajará em compromissos de importações vultosas de etanol do Brasil. Estudos a respeito dos limites da cana-de-açúcar no Brasil deveriam ser efetuados para avaliação de até quando é possível pensar-se em expansão desse setor sucroalcooleiro.

Como comentário final, a Índia e o continente africano, de modo geral, por experiência vivencial do autor, têm necessidade premente de energia elétrica, principalmente devido ao impulso econômico que vem recebendo e o Brasil, neste momento, pode ser grande fornecedor ou exportador do conhecimento adquirido ao longo desses últimos 40 anos àquela região do mundo. Igualmente pode o Brasil exportar *know-how* na produção do etanol e vender a *expertise* de plantios de cana-de-açúcar, especialmente em muitos países da África Negra, onde o solo é bastante fértil e com razoável nível de frequência de chuvas. Não obstante, falta estratégia de governo para promover e implementar esse filão adicional de negócio em termos de país todo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World Energy Outlook**. Perspectivas Mundiais da Energia. Disponível em <<http://www.iea.org>> Acesso em 20/nov/2008

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA- ANEEL. **Lista de Concessionários e Estatísticas sobre a Energia Elétrica no Brasil**. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>> Acesso em 19/abril/2009

AGRIBUSINESS. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: **FNP Consultoria & Agroinformativo**, 2008. 502 pp.

AGUILAR, R.; RAMÍREZ, J. A.; GARROTE, G.; VÁZQUEZ, M. Kinetic study of the acid hydrolysis of sugar cane bagasse. **Journal of Food Engineering**, v. 55, pp. 309-318, 2002

ARRIGONI, E. De BENI et al. "Use of agrochemicals. 2005". In: __Macedo, I. C. (ed.) **Sugarcane's Energy. Twelve studies on Brazilian sugarcane agribusiness and its**

sustainability. pp 147-161. São Paulo: mídia da UNICA, 2008. Disponível em <<http://english.unica.com.br/multimedia/publicacao>. Acesso em 10/maio/2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Padrões de Qualidade**. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br>> Acesso em 2/abril/2009.

BAJAY, S. V; FERREIRA, A. L. A energia da Biomassa no Brasil. In: ___Frank Rosilla-Calle; Sergio V. Bajay; Harry Rothman. **Uso da Biomassa para Produção de Energia na Indústria Brasileira**. Campinas: Editora Unicamp, 2005 pp 69-120

BARROS, S. de C.; MORAES, M. A. F. D. de. A Desregulamentação do Setor Sucroalcooleiro. **Revista de Economia Política**, vol. 22, nº 2 (86), abril-junho/2002

BAUEN, A.; CORTEZ, L.; ROSILLO-CALLE, F.; BAJAY, S. “Electricity from sugarcane in Brazil”. In:___H. Kopetz et al (eds). **Biomass for energy and industry, Proceedings of the 10th European Biomass Conference**, 8-11 June. Wurzburg, Alemanha: CARMEN, 1998, pp 341-44

BERTONI, J. et al. Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação de solo no Instituto Agrônomo. In:___Lombardi Neto, F. e Bellinazzi Jr (org.). Simpósio sobre terraceamento agrícola, Campinas: SP. Fundação Cargill, Campinas. **Instituto Agrônomo de Campinas, Janeiro 1982, Circular 20**, 57p.

BEZZON, G. **Síntese de novos combustíveis sólidos a partir de resíduos agroflorestais e possíveis contribuições no cenário energético brasileiro**. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP. Campinas, 1994.

BP STATISTICAL REVIEW. Estatísticas do preço do petróleo. Disponível em: <<http://www.bp.com/statisticalreview>> . Acesso em 29/out/2009

BRAUNBECK, O. A.; CORTEZ, L. A. B. O Cultivo da Cana-de-Açúcar e o Uso dos Resíduos. In:___Frank Rosilla-Calle; Sérgio V. Bajay; Harry Rothman. **Uso da Biomassa para Produção de Energia na Indústria Brasileira**. Campinas: Editora Unicamp, 2005. pp 215-246

CAMARGO, A. M. M. P. et al. Dinâmica e tendências da cana-de-açúcar sobre as demais atividades agropecuárias, Estado de São Paulo, 2001-2006. **Informações Econômicas** 38: 47-66, 2008

CAMPOS, B. C. **Dinâmica do carbono em litossolo vermelho sob sistemas de preparo do solo e de cultura**. Tese de doutorado apresentado na Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2006.

CARVALHO, E. P. **Etanol como alternativa energética**. UNICA: apresentação à Casa Civil, Presidência da República, Brasília, DF, 2007

CEPEA. Cenários (oferta e demanda) para o setor de cana-de-açúcar. **Relatório Interno do CEPEA**. Piracicaba: Esalq, 2007.

CERRI, C. C. **Dinâmica da matéria orgânica do solo no agrossistema da cana-de-açúcar**. Tese de livre docência na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1986.

CERRI, C. E. P. et al. “Predicted soil organic carbon stocks and changes in the Brazilian Amazon between 2000 and 2030”. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 122: 58-72, 2007.

CHANG, V. S.; NAGWANI, M.; HOLTZAPPLE, M. T. Lime pretreatment of crop residues bagasse and wheat straw. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 74, pp. 135-159, 1998. In: __MOSIER, N.; WYMAN, C.; DALE, B.; ELANDER, R.; LEE, Y. Y.; HOLTZAPPLE, M.; LADISCH, M. Feature of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass. **Bioresource Technology**, v. 96, pp. 673-686, 2005

COELHO, S. T. **Mecanismos para implementação da Cogeração de Eletricidade a partir de Biomassa – um modelo para o Estado de São Paulo**. São Paulo, 1999. 278p. Tese (Doutorado em Energia) – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999

COELHO, S. T. et al. A Sustentabilidade da expansão da cultura canavieira. Centro de Referência em Biomassa- CENBIO – USP. **Cadernos Técnicos da Associação Nacional de Transportes Públicos**, v. 6, 2007

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira. Cana-de-açúcar. Safras 2007/2008. Primeiro Levantamento. Maio de 2007.** Brasília: CONAB, 2007

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar.** Brasília: MAPA-CONAB, 2008.

CONSELHO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI), FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE ALAGOAS (FIEAC), INSTITUTO EUVALDO LODI – IEL/Núcleo Central e SEBRAE. **O Novo Ciclo da Cana.** Brasília: CNI, 2005

CORTEZ, L. A. B.; SILVA-LORA, E. Tecnologias de conversão energética da biomassa. Manaus: Editora da Universidade do Amazonas, 1997

CRUZ, L. C. **Efeito da aplicação de vinhaça sobre o solo e água subterrânea.** 1991. 121 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

DANTAS FILHO, P. L. **Análise de Custos na Geração de Energia com Bagaço de Cana-de-Açúcar: um Estudo de Caso em Quatro Usinas de São Paulo.** Dissertação de Mestrado pelo Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo – IEE/USP, abril de 2009

D’ANDREA, A. F. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. Brasília: Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, vol. 39 (2): 179-186, 2004.

DEDINI. **Dedini lança usina de açúcar e etanol produtora de água.** Piracicaba: Dedini S.A. Indústria de Base. Press Release, 2008

DEN HAAN, R.; ROSE, S. H.; LYND, L. R.; VAN ZYL, W. H. Hydrolysis and fermentation of amorphous cellulose by recombinant *Saccharomyces cerevisiae*. *Metabolic Engineering*, doi: 10.1016/j.ymben.2006.08.005, 2006

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS – DIEESE. Desempenho do setor sucroalcooleiro brasileiro e os trabalhadores. **Estudos e Pesquisas**, ano 3, nº 3. São Paulo: DIEESE, 2007

DONZELLI, J. L. “Preservation of agricultural soil. 2005”. In: __Macedo, I. C. (ed.) **Sugarcane’s Energy. Twelve studies on Brazilian sugarcane agribusiness and its sustainability**, cap. 8, pp. 157-161. São Paulo: media da UNICA, 2008. Disponível em: <<http://english.unica.com.br/multimedia/publicacao>> Acesso em 10/maio/2009

DUFF, S. J. B.; MURRAY, W. D. Bioconversion of forest products industry waste cellulose to fuel ethanol: a review. **Bioresource Technology**, v. 55, pp. 1-33, 1996

ELIA NETO, A. Água na Indústria da Cana-de-açúcar. In: __Workshop Projeto PPP. **Aspectos Ambientais da Cadeia do Etanol de Cana-de-açúcar**. São Paulo: Painel I, 2008. 13 pp.

FAAIJ, A. **Modern Biomass Conversion Technologies, Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change** (in press), 2006.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2ª edição. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 pp.

FAPRI – Instituto de Pesquisas de Alimentação e Agricultura. Publicações sob a Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural – junho de 2008. Disponível em <<http://www.proder.pt>> Acesso em 22/abril/2009

FARREL, A. et al. “Ethanol Can Contribute to Energy and Environmental Goals”. **Science**, volume 311, 2006.

FERRACINI, V. L./QUEIROZ, S. C. N. de; GOMES, M. A. F.; CERDEIRA, A. L.; PEREIRA, A. S.; SOUZA, M. D. de; SANTOS, G. L. dos. **Monitoramento do herbicida tebutiuron em água subterrânea na microbacia do córrego Espreado, região de Ribeirão Preto, SP**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006, 9p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 54).

FERREIRA, E. S.; MONTEIRO, A. O. Efeitos da aplicação da vinhaça nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. **Boletim Técnico Copersucar** 36: 3-7, 1987.

FISCHER, G. et al. “**Global Agro-ecological Zones Assessment for Agriculture**” (GAEZ 2008). Luxemburgo, Austria e FAO, Roma, Itália: IIASA, 2008

FOLHA ONLINE. Haverá o Terceiro Choque?. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/petroleo_choque.shtml> . Acesso em 19/junho/2005

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. U.N. Statistical Databases, Agriculture, 2005. Disponível em <<http://www.fao.org/faostat>>. Acesso em 30/jul/2007

FOOD AND AGRICULTURE POLICY RESEARCH INSTITUTE (FAPRI). U.S. and World Agriculture Outlook. FAPRI Stall Report 08-FSR1. Disponível em <<http://www.fapri.org>> Acesso em 4/out/2008.

FORNASIERI, F.; DOMINGOS, V. I. Nutrição e adubação mineral do algodoeiro, 1978. In: __Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT (ed). **Emissões de gases de efeito estufa na queima de resíduos agrícolas**. Brasília/DF: MCT, 2002.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO (FAPESP). **Uma história de sucesso e polêmicas**. Edição impressa 122 de abril 2006. Disponível em: <<http://www.revista.pesquisa.fapesp.br/?art=29408bd=18pg=28dg>> Acesso em 25/abril/2009.

GALBE, M.; ZACCHI, G. A review of the production of ethanol from softwood. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 59, pp. 618-628, 2002

GALDOS, M. V. **Dinâmica do carbono do solo no agrossistema cana-de-açúcar**. Tese de doutorado apresentado na Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

GAZZONI, D. L. **Biorefinarias**. Gazeta Mercantil – NA – Seção Artigos/Entrevistas, Publicação de 27 de novembro de 2008. Disponível em <<http://www.unica.com.br/clipping/show.asp?>> Acesso em 15/jun/2009

GITMAN, L. J. **Administração financeira: uma abordagem Gerencial**. São Paulo: Pearson, 2003

GOLDEMBERG, J. “Ethanol for a Sustainable Energy Future”. **Science** 315: 808-810, 2007

GOLDEMBERG, J.; COELHO, S.T.; GUARDABASSI, P. “The sustainability of ethanol production from sugarcane”. **Energy Policy** 36: 2086-2097, 2008

GOLDEMBERG, J.; GUARDABASSI, P. (in Press). Citado pelo próprio Gutenberg no texto introdutório do livro **Sugarcane Ethanol – contribution to climate change mitigation and the environment**, editado por Peter Zurbier e Jos van de Vooren. Wageningen, Holanda: Wageningen Academic Publishers, 2008.

GOLDEMBERG, J.; NIGRO, F. F. B.; COELHO, S. T. **Bioenergia no Estado de São Paulo – Situação Atual, Perspectivas, Barreiras e Propostas**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008

GOMES, M. A. F.; SPADOTTO, C. A.; LANCHOTTE, V. L. **Ocorrência do herbicida tebuthiuron na água subterrânea da microbacia do córrego Espreado, Ribeirão Preto – SP**. Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, Curitiba, v. 11. P. 65-76, 2001

GRAY, K. A.; ZHAO, L.; EMPTAGE, M. Bioethanol. **Current Opinion in Chemical Biology**, v. 10, pp. 1-6, 2006

HAMELINCK, C; VAN HOOIJDONK, C. N.; FAAIJ, A. et al. Ethanol from Lignocellulosic Biomass: Techno-Economic Performance in Short, Middle and Long Term. **Biomass and Bioenergy**, volume 28, edition 4, 384-410, 2005.

HASSUANI, S. J. et al. “**Biomass power generation: sugarcane bagasse and trash**”. Série Caminhos para Sustentabilidade. Piracicaba: PNUD-CTC, 2005

HILL, J. et al. “Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels”: PNAS 103: 11206-11210, 2006

HOOGWIJK, M. et al. “Potential of Biomass Energy out to 2100, for Four IPCC SRES Land-Use Scenarios”. **Biomass & Bioenergy**, volume 29, edição 4, outubro, 2005.

IEA/CATI – SAAESP. **Área cultivada e produção: Cerrado, Cerradão, Mata Natural**. In: __Banco de Dados do Instituto de Economia Agrícola. São Paulo, 2008. Disponível em <http://www.iea.sp.gov.br> . Acesso em 15/set/2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção Agrícola Municipal**, v. 33, 2006. Disponível em <<http://www.ibge.org.br>>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (2008a)**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em 10/julho/2008

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuário de 2008(b)**. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> . Acesso em 10/julho/2008

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). “**World Energy Outlook**”. Paris: OECD/IEA, 2004.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). “**Energy Technology Perspectives: Scenarios and Strategies to 2050**”. Paris: OECD/IEA, 2006.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. “**IPCC guidelines for national greenhouse inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme**”. In: __ Eggleston, H.S.; Buendia, L.; Miuwa, K.; Ngara, T.; Tanaka, K. (eds). Japan: IGES, 2006.

JANTALIA, C. P. **Estudo de sistemas de uso do solo e rotações de culturas em sistemas agrícolas brasileiros: dinâmica de nitrogênio e carbono no sistema solo-planta-atmosfera**. Tese de doutorado apresentado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

LARDY, L. C. et al. “Carbon and phosphorus stocks of clayey ferrassols in Cerrado native and agroecosystems, Brazil”. **Agriculture Ecosystems and Environment** 92: 147-158, 2002

LASER, M.; SCHULMAN, D.; ALLEN, S.G.; LICHWA, J.; ANTAL JR, M. J.; LYND, L. R. A comparison of liquid hot water and steam pretreatments of sugar cane bagasse for bioconversion to ethanol. **Bioresource Technology**, v. 81. Pp. 33-44, 2002.

LEME, R. M. **Estimativa das emissões de poluentes atmosféricos e uso de água na produção de eletricidade com biomassa de cana-de-açúcar**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Energia – Faculdade de Engenharia Mecânica – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005

LUIZ, A. J. B.; NEVES, M. C.; DYNIA, J. F. **Implicações potenciais na qualidade das águas subterrâneas das atividades agrícolas na região metropolitana de Campinas, SP**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 33p. (Embrapa Meio Ambiente, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 25).

LYND, L. R.; LASER, M.; JIN, H.; JAYAWARDHANA, K.; LARSON, E. D.; CELIK, C.; DALE B. E. Tomorrow's Biomass Refineries. The 27th Symposium on Biotechnology for Fuels and Chemicals, Golden, Colorado, 2005a

LYND, L. R.; VAN ZYL, W. H.; MCBRIDE, J. E.; LASER, M. Consolidated bioprocessing of cellulosic biomass: an update. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 16, pp. 577-583, 2005b

MACEDO, I.C. **“Sugarcane's Energy”. Twelve studies on Brazilian sugarcane agribusiness and its sustainability**. São Paulo: Berlendis & Vertecchica, 2005.

MACEDO, I. C.; SEABRA, J. E. A. “Mitigation of GHG emissions using sugarcane ethanol”. In: **__Sugarcane Ethanol – contributions to climate change mitigation and the environment** pp 95-110. Edited by Peter Zuurbier and Jos van de Vooren, Wageningen, the Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2008.

MACEDO, I. C. et al. “Green house gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020”. **Biomass and Bioenergy** 32: 582-595, 2008.

MACEDO, I. C. Biomass as a Source of Energy. Report prepared for the InterAcademy Council study on “**Transitions to Sustainable Energy Systems**”. September 2005^a

MACEDO, I. C.; de SOUSA, E. L. (Coord. E Org.) **Etanol e Bioeletricidade – A cana-de-açúcar no futuro da matriz energética**. São Paulo: Unica, 2009. Disponível em:

<<http://www.unica.com.br/downloads/estudosmatrizenergetica>> . Acesso em 01/nov/09

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

MACEDO, I. C.; MACEDO, G. A. **Novos produtos da sacarose**. Relatório Reservado. Campinas: Unicamp, 2005

MARJOTTA-MAISTRO, M. C. **Ajustes nos mercados de álcool e gasolina no processo de desregulamentação**. Tese de doutorado em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiróz”, da Universidade de São Paulo. Piracicaba, São Paulo, 2002.

MARTINS, G. de Andrade; LINZ, A. **Guia para Elaboração de Monografias e Trabalho de Conclusão de Curso**. São Paulo: Atlas, 2000

MELLO, J. C. O. de. Termo de Referência VIII da Comissão Especial da Bioenergia do Estado de São Paulo. **Geração de eletricidade a partir de biomassa e biogás**. In: __José Goldemberg, Francisco E. B. Nigro e Suani T. Coelho. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008

MELLO, J. C. O. de. Geração de eletricidade a partir de biomassa e biogás – Termo de Referência VIII da Comissão Especial de Bioenergia do Governo do Estado de São Paulo. In: __José Goldemberg, Francisco E. B. Nigro, Suani T. Coelho. Bioenergia no Estado de São Paulo – Situação Atual, Perspectivas, Barreiras e Propostas. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Projeções do Agronegócio – Mundo e Brasil, 2006/07 a 2017/18.** MAPA, Assessoria de Gestão Estratégica, 2007.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Balanco nacional da cana-de-açúcar e agro-energia.** Brasília: Mapa, 2007

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Dados sobre produção de açúcar e álcool do País.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>> Acesso em 10/abril/2009

MORAES, M. A. F. D. de. **A desregulamentação do setor sucro-alcooleiro do Brasil.** Americana: Caminho Editorial, 2000.

MOREIRA, Eduardo Fernandes Pestana. **Evolução e Perspectivas do Comércio Internacional de Açúcar e Álcool.** Tese de doutorado relativa ao Curso de Doutorado em Ciências Sociais da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, defendida no ano de 2007

MOSIER, N.; WYMAN, C.; DALE, B.; ELANDER, R.; LEE, Y.Y.; HOLTZAPPLE, M.; LADISCH, M. Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass. **Bioresource Technology**, v. 96, pp. 673-686, 2005

MURPHY, J. D.; MACCARTHY, K. Ethanol production from energy crops and wastes for use as a transport fuel in Ireland. **Applied Energy**, v. 82, pp. 148-166, 2005

NASSAR, A. M. et al. “**Prospects of the sugarcane expansion in Brazil: impacts on direct and indirect land use changes**”. In: __Peter Zuurbier e Jos van de Vooren (editores). Wageningen, the Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2008.

NEVES, C. S. et al. Matéria orgânica nas frações granulométricas de um latossolo vermelho distroférico sob diferentes sistemas de manejo. Londrina: **Ciências Agrárias**, 26: 17-26, 2005.

OGIER, J. C.; BALLERINI, D.; LEYGUE, J.P.; RIGAL, L.; POURQUIE, J. Production d'éthanol à partir de biomasse lignocellulosique. **Oil & Gas Science and Technology – Revue de l'IFP**, v. 54, n° 1, pp. 67-94, 1999

OLIVEIRA, A. A. et al. Estrutura e dinâmica da cafeicultura em Minas Gerais. **Revista de Economia Agrícola** 34: 121-142, 2008

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. **Planejamento de transmissões**. Brasília: MME, 2008

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – OCDE – ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Estatísticas Econômicas**. Disponível em: <<http://www.oecd.org>> Acesso 20/out/2008

OTTMAR, R. D. et al. Séries de estérefotografias para quantificar a biomassa da vegetação do cerrado no Brasil Central. Brasília: USDA, USAID, Unb, 2001. In: **Ciclagem de Carbono em Ecossistemas Terrestres – O Caso do Cerrado Brasileiro**. Planaltina/DF: Embrapa-Cerrados, 2003

PASQUINI, D.; PIMENTA, M. T. B.; FERREIRA, L. H.; CURVELO, A. A. S. Sugar cane bagasse pulping using supercritical CO₂ associated with co-solvent 1-butano/water. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 34, pp. 125-131, 2005a

PASQUINI, D.; PIMENTA, M. T. B.; FERREIRA, L. H.; CURVELO, A. A. S. Extraction of lignin from sugar cane bagasse and Pinus taeda wood chips using ethanol-water mixtures and carbon dioxide at high pressures. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 36, pp 31-39, 2005b

PATURAU, J. M. **“By-products of the cane sugar industry”** Sugar Series 3. Nova Iorque: Elsevier, 1982

PESSOAM N, C, O, Y.; GOMES, M. A. F.; NICOLELLA, G.; SOUZA, M. D.; CERDEIRA, A. L.; MONTICELLI, A. Simulação do movimentos dos herbicidas hexazinone, diuron, atrazina, ametrina e simazina aplicados na cultura de cana-de-açúcar em solos da Microbacia do Córrego Espreado, Ribeirão Preto/SP. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, 26., 1997, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: USP: Embrapa Solos, 1997. P. 479-479

PLAYNE, M. J. Increased digestibility of bagasse by pretreatment with alkalis and steam explosion. **Biotechnology and Bioengineering**, v. 26 (5), pp. 426-433, 1984

RAMOS, H. R. et al. “**The Institutional and Organizational Environment and the Competitiveness of the Alcohol Agroindustry in Brazil**”. VI International Pensa Conference on “Sustainable Agri-food and Bioenergy Chains/Networks Economics and Management. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, outubro 24-26, 2007.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A. Estoque de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 31: 1609-1623, 2007

RAYNAUD, E. et al. “**Quality Strategies and Producers’ Organization in the European Agro-Food Sector: Competition Policy and Consumer Information**” : A **General Survey**. Working Paper, Institute National de la Recherche Agronomique, Paris, 2002.

REITH, J. H.; DEN UIL, H.; VAN VEEN, H.; DE LAAT, W. T. A. M.; NIESSEN, J. J.; DE JONG, E.; ELBERSEN, H. W.; WEUSTHUIS, R.; VAN DIJKEN, J. P.; RAAMSDONK, L. **Co-production of bio-ethanol, electricity and heat from biomass residues**. Contribution to the 12th European Conference Exhibition on Bioimass for Energy, Industry and Climate Protection. Amsterdam. The Netherlands, June 17-21, 2002.

RFA – Renewable Fuels Association. Disponível em: <http://www.ethanolrfa.or>. Acesso em 15/abril/2009.

RICCI, JUNIOR, A. (CTC). “Pesticidas: herbicidas”, 2005. In: __Macedo, I. C. (ed.). **Sugarcane’s Energy. Twelve studies on Brazilian sugarcane agribusiness and its sustainability**, pp. 157-161. São Paulo: media da UNICA, 2008. Disponível em: <<http://english.unica.com.br/multimedia/publicacao>. Acesso em 10/maio/2009

RIPOLLI, T. C. C.; RIPOLLI, M. L. C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo, 2004.

RODRIGUES-CHONG, A.; RAMÍREZ, J.A.; GARROTE, G.; VÁZQUEZ, M. Hydrolysis of sugar cane bagasse using nitric acid: a kinetic assessment. **Journal of Food Engineering**, v. 61, pp. 143-152, 2004

ROESCH, S. M. A. **Projetos de Estágio e de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Editora Atlas, 1999, pg 154-175.

SASAKI, M.; ADSCHIRI, T.; ARAI, K. Fractionation of sugar cane bagasse by hydrothermal treatment. **Bioresource Technology**, v. 86, pp. 301-304, 2003

SCHLESINGER, S. Lenha Nova para a Velha Fornalha: a febre dos agrocombustíveis. Rio de Janeiro: Fase, 2008 108 p.

SCOLARI, D. **Produção Agrícola Mundial: o potencial do Brasil**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 2006.

SEABRA, J. E. A. **Avaliação técnico-econômica de opções para o aproveitamento integral da biomassa de cana no Brasil**. Tese de doutorado apresentado à Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, 2008.

SELLTIZ, C. et al. Planejamento de Pesquisa. In **Métodos de Pesquisa nas Relações Sociais**. São Paulo: Editora Herder e Editora da Universidade de São Paulo, 1967. Caps 3 e 4, pp. 57-160

SERVIÇO BRASILEIRO DE DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE. **O novo Ciclo da Cana: Estudo sobre a competitividade do Sistema Agroindustrial da Cana-de-Açúcar e Prospecção de Novos Empreendimentos**. Brasília: IEL/NC; SEBRAE, 2005

SMEETS, E. M. et al. “A Quick Scan of Global Bio-energy Potential to 2050”. **Progress in Energy and Combustion Science**. US Department of Energy/Energy Information Administration (DOE/EIA), 2006. Eliminating MTBE in Gasoline, 2006. Washington, DC: Information Note, DOE. Disponível em: <http://www.eia.doe.gov/pub/oil_gas/petroleum/feature_articles/2006/mtbe2006/mtbe2006.pdf>. Acesso em 20/abril/2009.

SMEETS, E. M. et al. “The sustainability of Brazilian Ethanol; an assessment of the possibilities of certified production”. **Biomass & energy** 32: 781-813, 2008.

SOUZA, S. A. V. de. “Impacts on the water supply, 2005”. In:___ Macedo, I. C. et al. **Sugarcane’s Energy. Twelve studies on Brazilian sugarcane agribusiness**

and its sustainability, pp. 105-118. São Paulo: media da UNICA. 2008. Disponível em: <[http:// english.unica.com.br/multimedia/publicacao](http://english.unica.com.br/multimedia/publicacao). Acesso em 10/maio/2009

SOUZA, Z. J. **Geração de energia elétrica excedente no setor sucroalcooleiro: entraves estruturais e custos de transação**. 2003. 278p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

SUGAWARA, L.M.S. **Imagens de satélites na estimativa de área plantada com cana na safra 2005/2006 – Região Centro-Sul**. São José dos Campos: INPE (15254-RPQ/815), 2008. 74p.

SUN, Y.; CHENG, J. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review. **Bioresource Technology** 83, 1-11, 2002.

SZAKÁ CZ, G.G.J. **Avaliação dos potencialidades dos solos arenosos sob pastagens**. Anhembi – Piracicaba – SP. Dissertação de Mestrado – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 2003.

SZMRECSÁ NYI, T.; RAMOS, P.; RAMOS FILHO, L. O.; VEIGA FILHO, A. A. **Dimensões, riscos e desafios da atual expansão canavieira. Texto para Discussão 32**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

TITON, M. et al. **Produtividade e acúmulo de nitrogênio no milho com diferentes épocas de aplicação de N-uréia em sucessão à aveia preta**, 2003. In: __XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Ribeirão Preto, SP, 2003.

TOFOLI, G. R. **Deposição e lixiviação do herbicida tebuthiuron em palha de cana-de-açúcar**. 2004. 62f Tese (Doutorado em Agronomia em Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

TRUMBORE, S. et al. “Comparison of carbon dynamics in tropical and temperate soils using radiocarbon measurements”. Washington: **Global biogeochemical Cycles**, v. 7, pp 75-290, 1993. In: __Silveira, A. M.; Victoria, R.L.; Ballester, M. V.; De Camargo, P. B.; Martinelli, L. A.; Piccolo, M. C.. **Simulação dos efeitos das mudanças de uso da terra na dinâmica de carbono no solo na bacia do rio Piracicaba**. Brasília: Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira 35: 389-399, 2000.

TURKENBURG, W. C. (Convening Lead Author); FAAIJ, A. PC (Lead Author) et al. Renewable Energy Technologies. Chapter 7 of the World Energy Assessment of the United Nations, UNDP, UNDESA/WEC. UNDP, New York, September 2000. In: FAAIJ, A. PC. Bio-energy in Europe: changing technologies choices. **Energy Policy**, v. 34, pp 322-342, 2006

UNIÃO DA INDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR – UNICA. 2004a **Combustível limpo e renovável**. Disponível em <<http://www.unica.com.br>>. Acesso em 12/mar./2006

VAN DAM, J. M. J. et al. “**Overview of recent developments in sustainable biomass certification**”. Paris: IEA Bionergy task 40, 2006 40 p.

VEIGA FILHO, A. de Arruda; RAMOS, Pedro. Proálcool e evidências de concentração na produção e processamento de cana-de-açúcar. **Informações Econômicas**, SP, v. 36, n. 7, julho 2006

VENTURE PARTNERS DO BRASIL. “**VPB analysis of sugarcane future scenarios**”. São Paulo: UNICA, 2008, 14 pp.

VON SIVERS, M.; ZACCHI, G. A techno-economical comparison of three processes for the production of ethanol from pine. *Bioresource Technology*, v. 51, pp. 43-52, 1995

ZACCHI, G. **The State of the Art and Future Trends of Ligno-cellulosic Biomass Conversion to Ethanol**, Unicamp, February, 2007

WALTER, A. et al. “A Sustainability Analysis of the Brazilian Ethanol”. **Relatório Independente da Universidade de Campinas - Unicamp**, Campinas – SP, novembro de 2008.

WERPY, T. A.; HOLLAWAY, J. E.; WHITE, J. F.; PETERSON, G.; BOZELL, J.; ADEN, A.; MANHEIM, A. Top Value Added Chemicals for Biomass. Oran Presentation 4-06, The 27th Symposium on Biotechnology for Fuels, Golden, Colorado, 2005.

WORLD BANK. “**Double Jeopardy: Responding to high Food and Fuel Prices**”. G8 Hokkaido-Toyako Summit, July, 2008

WYMAN, C. E. What is (and is not) vital to advancing cellulosic ethanol. **Trends in Biotechnology**, doi: 10.1016/j.tibtech. 2007.02.009, 2007

ANEXO I

QUESTÕES DA PESQUISA ABERTA JUNTO A REPRESENTANTES DE ENTIDADES SIGNIFICATIVAS DO SETOR SUCROALCOOLEIRO, AUTORIDADES, PESQUISADORES, EVENTUALMENTE USINEIROS, ENTRE OUTROS.

1 – ESPECÍFICAS DO SETOR SUCROENERGÉTICO - REGULATÓRIAS

A) UM DOS VETORES DE EXPANSÃO DAS EXPORTAÇÕES DO ETANOL COM DESTINO A UNIÃO EUROPÉIA É A CERTEZA DE SUSTENTABILIDADE DO ETANOL NO BRASIL. A COMISSÃO EUROPÉIA QUE ESTEVE NO BRASIL EM ABRIL DE 2009 PARA VERIFICAR ESSA SUSTENTABILIDADE, NO CASO DS QUESTÕES AMBIENTAIS, OUVIU SOBRE A POLÍTICA DE ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO, PORÉM, NÃO SE CONTENTOU COM ESSA POLÍTICA POR SER SEU DESENHO DESPROVIDO DE METAS CLARAS DE QUANDO E EM QUANTO TEMPO SERIA POSTA EM PRÁTICA. O QUE O SENHOR PENSA SOBRE ISSO?

B) A MEDIDA PROVISÓRIA 450/2008 APROVADA PELA CÂMARA DOS DEPUTADOS NO FINAL DE MARÇO DE 2009, FORMULADA INICIALMENTE PARA CRIAR O FUNDO DE GARANTIA A EMPREENDIMENTOS DE ENERGIA ELÉTRICA, RECEBEU ACRÉSCIMOS PARA O FOMENTO À CO-GERAÇÃO E ÀS FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA ELÉTRICA, ANTES DE PASSAR PELO SENADO FEDERAL.

ENTRE AS ALTERAÇÕES APROVADAS ESTÁ A POSSIBILIDADE DE NOVOS EMPREENDIMENTOS JÁ COM OUTORGA, MAS AINDA INOPERANTES COMERCIALMETNE E SEM REGISTRO DE CONTRATOS, DE PARTICIPAR DE LEILÕES REGULARES DE ENERGIA NOVA. OUTRAS ALTERAÇÕES COMO LINHA DE TRANSMISSÃO

PARA CONEXÃO À REDE DE EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO SER ALVO DE CONCESSÕES, ENTRE OUTRAS.
O QUE O SENHOR OPINA A RESPEITO ??

- C) ATUALMENTE, A PARTICIPAÇÃO DA BIOELETRICIDADE NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA É DE 3%, O QUE EQUIVALE A APROXIMADAMENTE 1.400 MW MÉDIOS. EM 2020 SERÃO 14.400 MW. SEGUNDO DADOS DA COGEN (ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE COGERAÇÃO DE ENERGIA) O SETOR SUCROALCOOLEIRO DEVERÁ INVESTIR R\$ 45 BILHÕES ATÉ 2015 EM PROJETOS DE CO-GERAÇÃO. O SR ACREDITA QUE ESSES DADOS SÃO FACTÍVEIS?
- D) O DIRETOR DO CENTRO BRASILEIRO DE INFRAESTRUTURA (CBIE), SR ADRIANO PIRES, DEFENDE POLÍTICAS QUE CRIEM IMPOSTOS SOBRE EMISSÕES E MERCADOS DE DIREITO DE EMITIR, IMPONHA COTAS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NA GERAÇÃO ELÉTRICA E PREMIE OS CONSUMIDORES MAIS EFICIENTES E QUE UTILIZEM ENERGIAS RENOVÁVEIS.
O QUE O SR. PENSA SOBRE ISSO?
- E) O QUE O SR. ACHA DE UMA EMPRESA CHINESA INSTALADA NO BRASIL COMPRAR OU ARRENDAR TERRAS EM ESTADOS BRASILEIROS PARA PLANTAR CANA E EXPORTAR ETANOL PARA A CHINA?
- F) O QUE O SR ACHA DE UMA USINA OU COOPERATIVA BRASILEIRA ADQUIRIR OU ARRENDAR TERRAS NA NIGÉRIA OU COSTA DO MARFIM PARA PLANTAR CANA E EXPORTAR ETANOL PARA O MUNDO?
- G) NA SUA PERCEPÇÃO, É POSSÍVEL AFIRMAR QUE EXISTEM MECANISMOS REGULATÓRIOS EFETIVOS QUE TRATAM DA PRODUÇÃO DE CANA NO ESTADO DE SÃO PAULO?
- H) NA SUA PERCEPÇÃO PODE-SE DIZER QUE HÁ MECANISMOS REGULATÓRIOS DA COMERCIALIZAÇÃO DA CANA E SEUS DERIVADOS NOS DIAS DE HOJE?
- I) O QUE O SENHOR OPINA A RESPEITO DO SISTEMA DE PRECIFICAÇÃO DA CANA, DO BAGAÇO, DO AÇÚCAR, DO ETANOL E DO MW PRODUZIDO? TRATA-SE DE PREÇO JUSTO? FAVOR DEFINIR PREÇO JUSTO NA SUA PERCEPÇÃO.

- J) COMO O SENHOR VÊ A QUALIDADE DOS SERVIÇOS PRESTADOS PELAS USINAS DE AÇÚCAR, ETANOL E FORNECEDORAS DE ENERGIA ELÉTRICA CO-GERADA AO MERCADO? QUE PORCENTAGEM DAS USINAS PODERIAM SER QUALIFICADAS COMO DE HIGH-PROFILE?
- K) SUPONDO QUE UM CONCORRENTE OU OPORTUNISTA QUALQUER INVADA FISICAMENTE PARTE DE UMA FAZENDA DE PLANTAÇÃO DE CANA, O SR. ACREDITA QUE O SISTEMA JUDICIAL DESEMPENHARIA O SEU PAPEL DE MODO SATISFATÓRIO? O SENHOR CONFIA NO SISTEMA JUDICIAL BRASILEIRO NO JULGAMENTO DE CAUSAS NO SETOR SUCROALCOOLEIRO, SEJAM DE ORDEM TRABALHISTA, AMBIENTAL, PATRIMONIAL?
- L) COMO O SENHOR VÊ O SISTEMA DE DIREITO DE PROPRIEDADE NO SETOR SUCROALCOOLEIRO DO PAÍS? AQUI INCLUEM-SE OS DIREITOS DE PROPRIEDADE INTELECTUAL SOBRE A PRODUÇÃO DO ETANOL, DA BIOELETRICIDADE. EM UM NEGÓCIO DA CTC COM A NOVOZYMES, POR EXEMPLO, COMO FICARIA O DIREITO DE PROPRIEDADE INTELECTUAL NA SUA OPINIÃO?
- M) COMO O SENHOR VÊ A CRIAÇÃO DE UMA ORGANIZAÇÃO HÍBRIDA, FORMADA POR INTERESSES DO GOVERNO, DOS USINEIROS, FAZENDEIROS ENTRE ALGUMAS OUTRAS PERSONALIDADES REPRESENTATIVAS DA SOCIEDADE OBJETIVANDO A GOVERNANÇA E PROTEÇÃO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO BRASILEIRO ATRAVÉS DO ESTABELECIMENTO DE MECANISMOS DE REGULAÇÃO DA PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR E COM PODER DE POLÍCIA PARA FAZER CUMPRI-LOS?
- N) O MINISTRO REYNOLD STEPHANES HÁ ALGUNS MESES DECLAROU QUE OS TÉCNICOS DO BNDES NÃO COMPREENDEM O SETOR SUCROALCOOLEIRO E POR ISSO HÁ ATRASOS DE LIBERAÇÃO DE VERBAS PARA FINANCIAMENTO DAS OPERAÇÕES DO CAMPO, INCLUSIVE DOS ESTOQUES REGULADORES DE ETANOL. COMO O SENHOR VÊ ISSO?
- O) UMA GRANDE PREOCUPAÇÃO AMBIENTALISTA SÃO OS IMPACTOS DIRETOS E INDIRETOS SOBRE A MUDANÇA DE USO DA TERRA EM FAVOR DA EXPANSÃO DA PLANTAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR. O SENHOR CONHECE ALGUMA USINA OU ÓRGÃO DO GOVERNO QUE PRODUZA ESTUDOS NESSE SENTIDO?

- P) O QUE O SR. PENSA A RESPEITO DO LANÇAMENTO EM JUNHO PASSADO SOBRE O COMPROMISSO NACIONAL PARA APERFEIÇOAMENTO DAS CONDIÇÕES DE TRABALHO NA CANA-DE-AÇÚCAR LANÇANDO AS MELHORES PRÁTICAS TRABALHISTAS NAS OPERAÇÕES MANUAIS DA CANA ASSINADO POR 300 UNIDADES EMPRESARIAIS?
- Q) O QUE O SENHOR ACHA A RESPEITO DA CANA TRANSGÊNICA NO BRASIL? ISSO SERIA BOM OU PREJUDICIAL PARA OS EMPRESÁRIOS E PARA A SOCIEDADE?
- R) A UNICA REPRESENTA PRATICAMENTE 60% DOS PRODUTORES DO SETOR SUCROENERGÉTICO CUJA MAIORIA ESTÁ SITUADA NAS REGIÕES SUL-SUDESTE E CENTRO-OESTE DO PAÍS. PORQUE OS PRODUTORES DE CANA DO NORDESTE NÃO ESTÃO AINDA UNIDOS À UNICA? O QUE FALTA?
- S) SE OS CHINESES DECIDISSEM ADQUIRIR A MAIORIA OU TOTALIDADE DAS USINAS DE AÇÚCAR E ÁLCOOL DO PAÍS, OU POR JOINT-VENTURE OU FUSÃO, INDEPENDENTEMENTE DE PRAZO, OBJETIVANDO SUPRIR AQUELE MERCADO COM AÇÚCAR E ETANOL, QUE MECANISMOS REGULATÓRIOS EXISTEM HOJE PARA IMPEDIR ISSO?
- T) SERIA PLAUSÍVEL ESTABELECEM MECANISMOS DE REGULAÇÃO PARA USO E COMERCIALIZAÇÃO DO BAGAÇO E RESÍDUOS?
- U) O SENHOR ACREDITA QUE O CONJUNTO BAGAÇO E RESÍDUOS PODE VIR A SER CONSIDERADO UMA COMMODITY NO MERCADO?
- V) DADA À SAZONALIDADE DA PRODUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR E CONSEQUENTE DO BAGAÇO E RESÍDUOS, HAVERÁ CONTRATO DE FORNECIMENTO DESSES SUBPRODUTOS DA CANA GARANTINDO ENTREGAS REGULARES? SE HOUVER, QUAIS SERIAM AS BASES COMERCIAIS PARA ISSO ?
- W) HAVERÁ ESTOQUE REGULADOR DE BAGAÇO E RESÍDUOS? SE HOUVER, QUEM TERÁ CONTROLE DESSE ESTOQUE REGULADOR?
- X) SERIA MELHOR PARA TODOS HAVER ALGUM TIPO DE REGULAÇÃO E NORMATIZAÇÃO TÉCNICA, ECONÔMICA E COMERCIAL NO SETOR SUCROALCOOLEIRO?

Y) NO FUTURO, O QUE SERIA MAIS INTERESSANTE PARA O INVESTIDOR: ATUAR NO CAMPO DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DA QUEIMA DO BAGAÇO E RESÍDUOS DA CANA OU EXPLORAR O BAGAÇO E RESÍDUOS COMO INSUMOS PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL, OU DE OUTROS DERIVADOS, POR INTERMÉDIO DA HIDRÓLISE ENZIMÁTICA?

FIM DAS QUESTÕES ABERTAS

ANEXO II

São Paulo, 2 de dezembro de 1.974.

Prezado senhor

Anexo a esta cópia que entreguei ao Exmo. Sr. Presidente da República, General Ernesto Geisel, a respeito da produção de álcool, proveniente da cana de açúcar.

Entressim junto cópia do ofício que dirigi ao Exmo. Senhor Presidente da República, observando sua nobrezação para o preparo do estudo.

Agradeço sua valiosa participação no assunto e renovo meus protestos de estima e consideração.

Cordiais saudações.

ANTONIO JOSÉ ROBERTO FILHO
VICE-GOVERNADOR

Ao
Ilustríssimo Senhor o Doutor Roberto Rodrigues
JABOTICABAL

São Paulo, 22 de novembro de 1974

Senhor Presidente.

Respeitosas Saudações.

Permita dirigir-me à V.Excia. pelo seguinte:

- 1) - No final do ano de 1973 tive a honra de comentar com V.Excia. a importância da produção de álcool oriundo de cana de açúcar, para ser utilizado como combustível, e prometi oferecer-lhe alguns dados preliminares sobre o assunto.
- 2) - Encaminhei o estudo, apontando diretrizes básicas, que foram examinadas por uma equipe de técnicos, composta pelos engenheiros Victor André de Argollo Ferrão Neto, Roberto Rodrigues e Agenor Pavan, sob coordenação do primeiro, todos especialistas em cana de açúcar e economia agrícola.
- 3) - Os citados técnicos condensaram e esmiuçaram meus pontos de vista, compondo o trabalho anexo a este.
- 4) - Referido trabalho não representa a última palavra sobre a matéria, mas se constitui em uma abertura para diálogos e exames conclusivos, se for de interesse de V.Excia.
- 5) - A leitura do estudo revela a grandeza que pode alcançar, no campo econômico e social, a orientação de produzir álcool de cana de açúcar para combustível em larga escala.

6) - Muitas interrogações surgem sobre que rumo tomar, porém a atual demanda combustivel demonstra que a matéria merece ser estudada com uma visão global do País e envolvendo mais técnicos especializados.

7) - Ofereço o estudo à V.Excia. como despretencioso subsídio, convicto de que deve ser seriamente considerado.

Inteiramente à sua disposição, aproveito a ocasião para renovar meus protestos de alto apreço e respeito.

Atenciosamente,



ANTONIO JOSÉ RODRIGUES FILHO
- VICE-GOVERNADOR

Ao Excelentíssimo Senhor
General de Exército Ernesto Geisel
MD. PRESIDENTE DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
BRASÍLIA - DF.

I - APRESENTAÇÃO

O presente trabalho não pretende abordar a problemática da mistura carburante (álcool + gasolina) de maneira global e profunda como seria necessário. Tal abordagem exigiria a constituição de uma equipe de técnicos altamente capacitada e de composição multidisciplinar, com a qual, no momento, não foi possível contar.

O objetivo UNICO E EXCLUSIVO desse trabalho consiste em especular quanto ao IMPACTO ECONOMICO E SOCIAL originado de um possível investimento maciço na produção de álcool anidro para a utilização como combustível, em mistura com a gasolina. Em sendo um estudo preliminar e exploratório, procurou-se apenas enfatizar alguns aspectos agrícolas das inversões e, principalmente, os seus EFEITOS MULTIPLICADORES.

Considerou-se, por outro lado, que o Governo Federal já possui elementos suficientes para julgar o problema como um todo, fruto da sua vasta experiência obtida, ao longo de vários anos de estudo nessa área, em instituições altamente eficientes como a PETROBRAS e IAA. Além disso, sabe-se que organizações privadas como a "ASSOCIGÁS" e "COPERSUCAR" efetuaram prolongadas e extensivas pesquisas econômicas nesse campo com a finalidade de subsidiar as entidades federais competentes no assunto.

Entende-se ainda que fatores muito importantes têm sido considerados em se tratando de uma Política de Desenvolvimento Econômico Global para o Brasil. São os seguintes:

- Como ocupar grandes "vazios econômicos" existentes no País, através de atividades agrícolas modernas e capazes de iniciar e implantar um processo de colonização?
- Quantos empregos um investimento dessa natureza poderia gerar diretamente no setor agrícola?
- Quais as atividades agropecuárias complementares e suplementares possíveis de surgirem à partir dessas inversões?

- E, finalmente, qual o impacto econômico e social em setores da indústria nacional ligados à Agricultura?

É exatamente, em torno dessas perguntas, que se tentará estruturar um tipo de análise que, caso permita conclusões importantes, definirá a conveniência de montar uma equipe de especialistas para aprofundar o estudo a NÍVEL DE PROJETO.

Convém ressaltar ainda que se procurou colocar o problema da forma mais OBJETIVA E SIMPLES possível, eliminando-se toda e qualquer sofisticação indesejável nessa fase de estudo.

II - ASPECTOS GERAIS DA CRISE DO PETRÓLEO E O CONSUMO DE GASOLINA NO BRASIL

1 - O BRASIL FACE A ATUAL CRISE DO PETRÓLEO

A atual situação do mercado mundial de petróleo demonstrou aos países importadores dessa matéria prima a necessidade de intensificar as pesquisas e investimentos no setor energético, visando, a médio e longo prazo, a autosuficiência.

Assim, em dezembro de 1973 os E.U.A. propuseram a criação da "Energy Action Group", que tem como objetivo fundamental:

- "Resolver o problema de abastecimento energético de forma duradoura e segura.
- Utilizar a energia disponível de maneira mais racional.
- Aumentar as pesquisas para a descoberta de novas reservas energéticas, particularmente do petróleo.
- Desenvolver novos conhecimentos para a utilização de outras fontes de energia".

O Brasil, que importa presentemente 75% do petróleo que consome, coloca-se em posição bastante delicada na crise atual, agravando-se ainda mais a situação ao se considerar a alta taxa de crescimento do uso desse tipo de combustível (ao redor de 12%

ao ano). No caso brasileiro não há inquietação quanto a possível boicote no suprimento desse produto estratégico, porém, a perspectiva de aumentos nos seus preços provoca uma reação em cadeia na alta geral dos índices de custo de vida, além do agravamento do desequilíbrio da nossa balança comercial. Segundo estimativas bastante realistas, calcula-se que em 1974 o nosso país dispenderá mais 1,2 à 1,5 bilhões de dólares na aquisição de petróleo no exterior.

Dessa forma a questão do petróleo torna-se dramática para a continuação do desenvolvimento econômico brasileiro. O resultado disso é que se nota uma intensa movimentação dos responsáveis pelo Governo Brasileiro no sentido de explorar as seguintes alternativas para minimizar o problema:

- Intensificar as pesquisas para descobrir novas jazidas de petróleo, bem como a utilização intensiva das já existentes (visto que a alta dos preços tornaram muitas delas economicas);
- Intensificar os estudos e experimentos para o aproveitamento econômico das jazidas nacionais de "xisto betuminoso";
- Dar prioridade para uma maior utilização da energia hidroelétrica, através de grandes projetos de investimentos no transporte ferroviário - tanto urbano (o "metrô") quanto interregional (cargas e passageiros);
- Incrementar os estudos visando o melhor aproveitamento do álcool anidro como combustível;
- Racionalizar o consumo de gasolina;
- Expandir agressivamente as exportações brasileiras visando a obtenção de divisas adicionais para reequilibrar a balança comercial.

A situação retratada, da forma resumida como foi feita acima, coloca o governo brasileiro diante de dois problemas bastante sérios, ou sejam:

- A necessidade de INVESTIR, A CURTO PRAZO, grandes volumes de recursos financeiros, atualmente escassos em pesquisas e exploração de fontes de energia o que, diante das alternativas existentes, EXIGE UM ALTO GRAU DE DISCERNIMENTO, para não haver uma desaceleração no crescimento econômico das demais atividades;
- A premência de OBTER UM MAIOR VOLUME DE DIVISAS, através de um aumento considerável das exportações e diminuição das importações, no sentido de não prejudicar o ABASTECIMENTO DE PETRÓLEO e, ao mesmo tempo, não diminuir o SUPRIMENTO de outros BENS DE CAPITAL E MATERIAS-PRIMAS necessários à manutenção das atuais taxas de crescimento econômico.

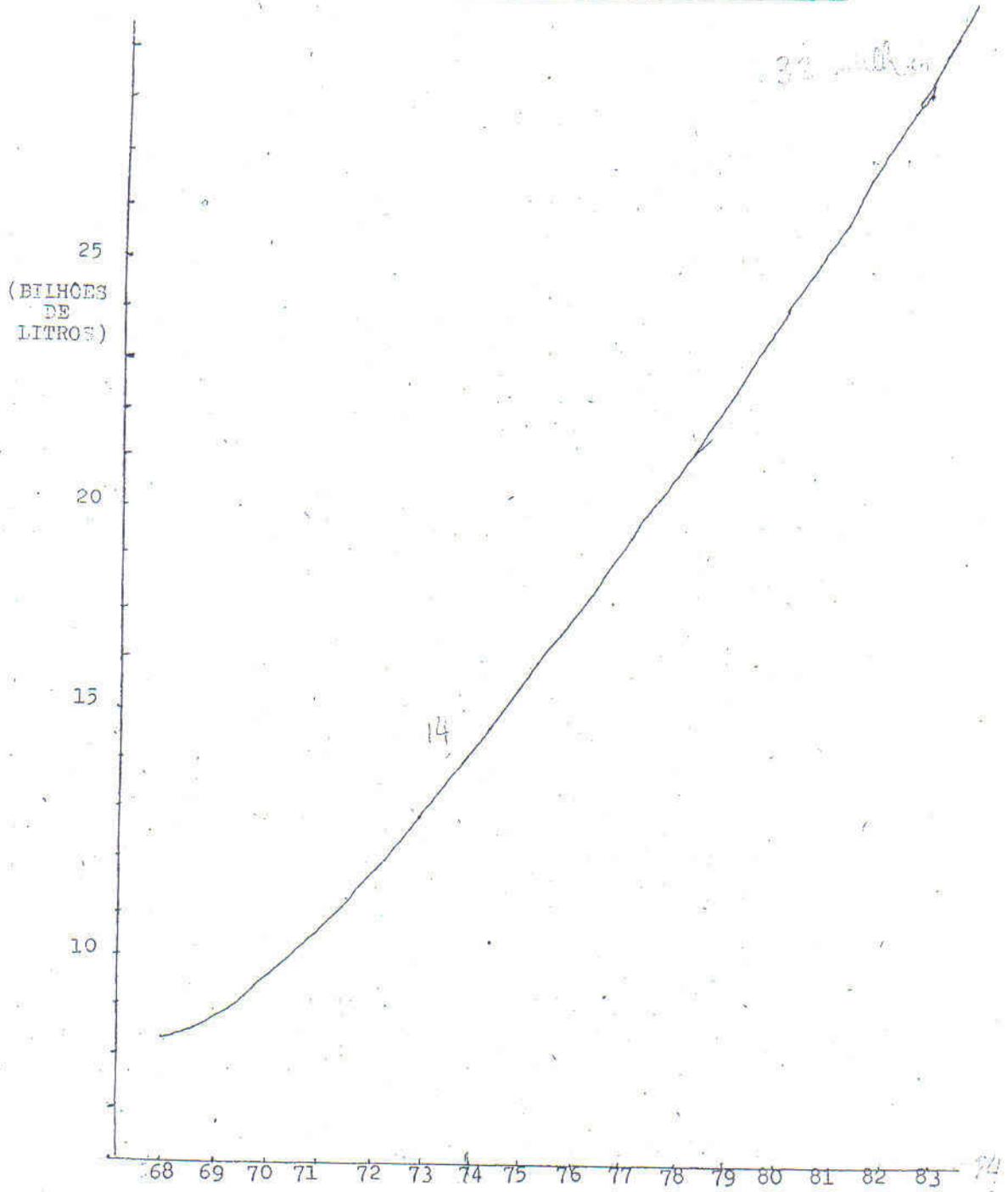
2 - O CONSUMO DA GASOLINA NO BRASIL

Os objetivos que se pretende atingir com o presente trabalho, é conveniente analisar pelo menos de forma resumida os aspectos quantitativos e qualitativos do consumo de gasolina no Brasil.

O gráfico nº 1, demonstra que atualmente se consome em todo o País, aproximadamente 14 milhões de m³ de gasolina. Projetando-se tal consumo com as taxas de crescimento verificadas - nos últimos anos, verifica-se que, em meados do ano de 1984, utilizar-se-ia ao redor de 32 milhões de m³ de gasolina no Brasil. Evidentemente, com a racionalização do consumo e a utilização intensiva de outras fontes de energia disponíveis (como por exemplo a energia hidroelétrica no transporte ferroviário) a demanda de gasolina poderá cair a níveis bem mais modestos do que os previstos.

Outro aspecto bastante relevante referente ao consumo de gasolina no Brasil é que, a mesma é utilizada principalmente como combustível para veículos "de passeio" e de "cargas rápidas". Desse modo, do ponto de vista social, o consumo de gasolina pode ser profundamente alterado qualitativamente sem causar grandes

PROJEÇÃO DO CONSUMO DE GASOLINA PARA O BRASIL



problemas com relação ao desenvolvimento brasileiro de modo que se explorem outras alternativas para esses tipos de car.

Assim, no decorrer do presente trabalho estudar-se-á a possibilidade de substituir, parcialmente, a gasolina por álcool anidro, não se preocupando com os eventuais prejuízos que a substituição causaria aos veículos em questão, pois o avanço tecnológico incumbir-se-á de eliminá-los a médio e longo prazo.

3 - POSSIBILIDADES TÉCNICAS DA UTILIZAÇÃO DO ÁLCOOL ANIDRO COMO COMBUSTÍVEL, EM SUBSTITUIÇÃO À GASOLINA.

3.1. - CONSIDERAÇÕES GERAIS.

Neste item pretende-se, única e exclusivamente, demonstrar que o uso do álcool como combustível, em motores a explosão, não só é viável técnica e economicamente como, já há algum tempo, vem sendo efetuado, em maior ou menor grau.

3.2. - BREVE HISTÓRICO DO CONSUMO DE ÁLCOOL ANIDRO COMO COMBUSTÍVEL.

A utilização do álcool anidro como combustível em motores a explosão, e em substituição a gasolina teve grande interesse durante a II Grande Guerra Mundial. Já em 1937, o "Instituto Nacional de Tecnologia" solicitava a elaboração de um estudo nesse sentido ao engenheiro Eduardo Sabino de Oliveira, surgindo como consequência o livro "Álcool Motor e Motores a Explosão".

Em algumas usinas de açúcar bem como em regiões zinzinas às mesmas, efetuaram-se, também durante "II Grande Guerra Mundial", algumas tentativas de utilizar o álcool como combustível em motores automóvel, que tiveram um relativo sucesso.

Porém, com o término do conflito bélico, e a redução nos preços do petróleo, tais experiências perderam o seu sentido econômico, sendo relegadas ao esquecimento.

Recentemente, com a atual crise do petróleo, novamente a utilização do álcool passou a ganhar importância. Uma série de trabalhos de pesquisa está em andamento, devendo-se destacar principalmente aqueles realizados pelo "Centro de Tecnologia da Universidade de Campinas" e da "Escola de Engenharia de São Carlos" em convenio com a "Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz", além daqueles efetuados pelo "Centro Técnico de Aeronáutica", em São José dos Campos.

3.3. - RESULTADOS PRELIMINARES DE PESQUISAS.

Relataremos a seguir resultados já obtidos por aqueles estudos mencionados:

- O Departamento competente da "Universidade Estadual de Campinas" adaptou um motor Volkswagen, ano 1969, para a utilização de álcool anidro 99,5% GL, substituindo totalmente a gasolina.
- O automóvel andou 10.000 km. com desempenho razoável e percorrendo em torno de 7 a 8 km./litro álcool.
- Tal adaptação consiste basicamente em elevar a taxa de compressão do motor, e/ou aumentar o diâmetro dos giclês.

Alguns técnicos alegam que existe ainda uma série de problemas a resolver, antes que seja possível o uso do álcool anidro, de maneira exclusiva com motores a explosão. Podem-se citar os seguintes:

- Maior gasto de álcool do que gasolina.
- Problemas com a mistura combustível-ar, quando a temperatura ambiente estiver mais baixa do que 16º C.
- Possível corrosão da máquina.
- Adaptações necessárias para melhorar a segurança do veículo.

Ainda assim, a maioria dos resultados iniciais dos experimentos em andamento comprova a viabilidade - técnica do uso de álcool anidro como combustível para motores a explosão. Com relação à viabilidade - econômica, basta citar as estimativas de custos atuais de álcool anidro, de produção autônoma, posto "Usina de Açúcar", que se situam em torno de Cr\$1,40/litro, a granel e livre de impostos e taxas.

III - POTENCIAL BRASILEIRO QUANTO À PRODUÇÃO DE ÁLCOOL A PARTIR DE PRODUTOS AGRÍCOLAS

1 - POSSIBILIDADES TECNOLÓGICAS DE PRODUZIR ÁLCOOL NO BRASIL.

1.1. - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Em tese, toda matéria-prima que tenha um teor razoável de açúcar ou amido, na sua composição, pode ser utilizada na produção de álcool.

Assim, em linhas gerais e superficialmente, pode-se citar as fontes de suprimento para a fabricação de álcool, no Brasil:

- Cereais (milho e sorgo)
- Farináceos (batata-doce e mandioca)

- Cana de Açúcar e Beterraba.

De acordo com a matéria-prima utilizada varia o processo industrial empregado com maior ou menor seletividade, bem como a qualidade do produto final.

Basicamente o processo industrial obedece ao seguinte esquema:

- Em casos de produção de álcool a partir de produtos com alto teor de açúcar, emprega-se a fermentação direta, obtendo-se a transformação dos açúcares em álcool.
- Em casos de produção a partir de produtos amiláceos, deve-se processar inicialmente uma hidrólise para desdobrar o amido em açúcar e, posteriormente fermentar o açúcar resultante para a obtenção do álcool.

1.2. - A PRODUÇÃO DE ALCÓOL A PARTIR DE CEREAIS

No Brasil tem sido usado principalmente o milho como matéria-prima. Tal produto permite a obtenção de álcool especial para a fabricação de bebidas.

O processo de industrialização é relativamente complexo comparado com aquele da cana de açúcar, devido aos seguintes fatores fundamentais:

- A operação de hidrólise do amido implica em investimentos em máquinas especiais para moagem do produto e cozedores sob pressão o que encarece a maneira o processo.
- Embora o rendimento industrial seja razoável (torna-se de 300 litros de álcool a 95% GL, por tonelada de milho - o custo da matéria-prima é elevado, comparado ao da cana de açúcar.

1.3. - PRODUÇÃO DE ALCÓOL A PARTIR DE FARINÁCEAS

Poder-se-ia utilizar principalmente a mandioca como matéria-prima. O processamento industrial é semelhante ao do milho.

Porém, além dos problemas aventados para o caso do milho, deve-se destacar ainda que o rendimento industrial seria menor do que aquele do cereal, que, em geral a mandioca tem um teor de amido de 30%, enquanto o milho possui 62%.

1.4. - PRODUÇÃO DE ALCÓOL A PARTIR DA CANA-DE-AÇÚCAR.

A cana de açúcar é a matéria-prima viável para obtenção de álcool anidro em larga escala, não só do de utilizá-lo como combustível em motores explosão. Isto se deve aos seguintes fatores para o país:

- Existe uma tecnologia brasileira montada neste país capaz de, no mínimo a médio-prazo, facilitar a instalação de grandes complexos industriais para tal fim.
- A cana-de-açúcar, a par de ser ecologicamente adequada, ocupa a maior parte do território brasileiro, produzindo grandes rendimentos por hectare (60 t/ha comparando-a com o do milho, por exemplo (30 t/ha) o que barateia consideravelmente a matéria-prima).
- O álcool anidro derivado da cana-de-açúcar é largamente empregado em misturas com gasolina (alguns técnicos prevêm a mistura de até 25% sem profundas alterações no rendimento dos motores).
- Pode-se calcular, em média que, 1 tonelada de cana-de-açúcar propicia a produção de 700 litros de álcool.

por sua vez, considerando-se um Brix de 20, produzirá 70 litros de álcool a 95° GL; assim 1 hectare de cana permite a extração, em média, de aproximadamente 4.200 litros de álcool anidro.

2 - MODELO-PADRÃO PARA INSTALAÇÃO DE UM GRANDE COMPLEXO INDUSTRIAL PARA PRODUÇÃO DE ALCÓOL.

2.1. - DADOS GLOBAIS DO MODELO.

Para efeito de cálculos, considerou-se que a escala ótima para produção de álcool anidro a partir da cana-de-açúcar, poderia estar próxima a capacidade de moagem de uma grande usina de açúcar paulista, (1). Uma unidade industrial com esse porte apresentaria então as seguintes características:

- A capacidade de moagem atingiria um valor aproximado de 16.000 t/dia, considerando-se o dia de 24 h;
- A produção diária de álcool pode ser estimada em aproximadamente 1,2 milhões de litros de álcool, ou então, 1.200 m³, sendo assim, a produção global (em toda a safra de 6 meses) de 216.000 m³.
- Considerando-se uma produção média por hectare, ao redor de 60 t/ha. (média de 3 (tres) cortes), seriam necessários 55.000 ha. de cana, todos os anos, para suprir a indústria de matéria-prima;
- Tomando-se como necessária a renovação do canavial a cada 3 (tres) anos, bem como a existencia de outras atividades afins (complementares e suplementares), a área agrícola total exigida poderá ser de aproximadamente 85.000 ha.

./.

(1) Tomou-se como base a "Usina São Martinho", localizada no Município de Pradópolis, Estado de São Paulo.

2.2. - COEFICIENTES TÉCNICOS DA CULTURA DA CANA DE AÇÚCAR.

a - INFRAESTRUTURA FÍSICA PARA UMA EMPRESA AGRÍCOLA MODELO.

Tamanho: 910 hectares (exclusivamente com cana)
Necessidades de Máquinas, Equipamentos e veículos: 6 tratores, 3 tratores com carregadeira, 5 caminhões, 6 arados, 6 grades, 2 sulcadores, 2 adubadeiras, 2 carretas, 1 equipamento de herbicidas, 2 cultivadores.

Necessidades de Semoventes: 12 animais de trabalho.

Benfeitorias: Casa da Sede, Casas de empregado, Galpões e outras construções rurais.

b - COEFICIENTES TÉCNICOS PARA A PRODUÇÃO DO 1º CORTE (1).

A propósito dos coeficientes técnicos verificar os quadros apresentados a seguir.

2.3. - INFORMAÇÕES RELATIVAS À PRODUÇÃO INDUSTRIAL.

2.3.1. - GASTOS COM A INSTALAÇÃO DE UMA DESTILARIA, SEGUNDO O MODELO PADRÃO.

<u>ITENS</u>	<u>VALOR</u>
Casa de Cana	4.290.000
Moendas	35.250.000
Equip./p/preparação de caldo	3.360.000
Caldeiras	66.000.000
Casa de Força	8.250.000
Destilaria	67.500.000
Obras Cíveis	60.000.000
TOTAL.....	244.650.000

FONTE: "Fotossíntese como fonte energética" - "Associgás"

./.

(1) Baseado no trabalho: "Análise Econômica Comparativa entre os custos de produção das Culturas do Café, Cana-de-Açúcar e Laranja. Um estudo de caso "de Gomes da Silva, J et all" e informações da "Fazenda Santa Izabel", situada em Guariba -Est. São Paulo

ITENS	HOMENS DIA	TRATOR	ARADO	GRADE	SULCADOR	CULTIVADOR + TRATOR
DESPESAS DIRETAS DE OPERAÇÕES (TOTAL)	80,75	9,35	2,00	1,50	1,00	3,00
Aração (2 vezes)	2,00	2,00	2,00	-	-	-
Calagem Fosfatagem	2,25	0,75	-	-	-	-
Sub-Solagem	1,00	0,50	-	-	-	-
Gradeação	1,50	1,50	-	1,50	-	-
Locação Curva de Nível	2,00	-	-	-	-	-
Sulcação	1,00	1,00	-	-	1,00	-
Adubação Manual	4,00	-	-	-	-	-
Corte, Desp. Sal-Mudas	8,00	-	-	-	-	-
Transp. Mud. e Adubos	1,00	-	-	-	-	-
Plantio	5,00	1,00	-	-	-	-
Picção de Toletes	4,00	-	-	-	-	1,00
Cobertura	1,00	-	-	-	-	-
Repasse	2,00	-	-	-	-	-
Acerto Cabeceiras	2,00	-	-	-	-	-
Aplicação Herbicida	2,00	0,60	-	-	-	-
Carpas Burro (2 vezes)	5,00	-	-	-	-	-
Carpas Trator (2 vezes)	2,00	2,00	-	-	-	2,00
Carpas Enxada (2 vezes)	30,00	-	-	-	-	-
Combate Formiga	3,00	-	-	-	-	-
Adubação Cobertura	2,00	-	-	-	-	-

MATERIAL CONSUMIDO:

ITEM

CALCÁREO
ADUBO E FORMICIDA
HERBICIDA
MUDAS

SUB- SOLADOR	CARRETAS	ANIMAIS	CULTIVADOR BORDO	CAMINHÃO	APLICADOR HERBICIDA	CAMINHÃO TANQUE
0,50	1,75	6,00	5,00	110,00	0,30	0,13
-	-	-	-	-	-	-
-	0,75	-	-	-	-	-
0,50	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	1,00	-	-	110,00	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	1,00	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	0,30	0,13
-	-	5,00	5,00	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

QUANTIDADE

3 T.
1,7 T.
12,0 L.
25 T.

C) COEFICIENTES TÉCNICOS PARA A PRODUÇÃO DO 2º CORTE

ITENS DESPESAS DIRETAS DE	Homens Dia	Trator	Cultivador	Sub- Solador	Animais	Carroça Adubadeira	Cultivador Burro	Aplicado Herbicida
OPERAÇÕES	32,00	2,60	1,00	1,00	3,50	1,00	2,50	0,30
Enleiramento da palha	5,00	-	-	-	-	-	-	-
Sub-spiagem	1,00	1,00	-	1,00	-	-	-	-
Adubação c/burro	1,00	-	-	-	1,00	1,00	-	-
Aplic. herbicida	2,00	0,60	-	-	-	-	-	0,30
Carpa-burro	2,50	-	-	-	2,50	-	2,50	-
Carpa-trator	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-
Carpa-enxada	15,00	-	-	-	-	-	-	-
Bombate-formiga	3,00	-	-	-	-	-	-	-
Aceiros e queima	0,50	-	-	-	-	-	-	-
Conserv.carregador	1,00	-	-	-	-	-	-	-

MATERIAL CONSUMIDO: Adubo 0,7 T.,
Herbicida 12,0 L.

ITENS	Homens		Cultivador	Sub-		Carroça	Cultivador	Aplicador
DESPESAS DIRETAS DE	Dia	Trator	Trator	Solador	Animais	Adubadeira	Burro	Herbicida
OPERAÇÕES	32,00	2,60	1,00	1,00	3,50	1,00	2,50	0,30
Enleiramento da palha	5,00	-	-	-	-	-	-	-
Sub-solagem	1,00	1,00	-	1,00	-	-	-	-
Adubação burro	1,00	-	-	-	1,00	1,00	-	-
Aplicação Herbicida	2,00	0,60	-	-	-	-	-	0,30
Carpa-burro	2,50	-	-	-	2,50	-	2,50	-
Carpa-trator	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-
Carpa-enxada	15,00	-	-	-	-	-	-	-
Combate-formiga	3,00	-	-	-	-	-	-	-
Aceiros e queima	0,50	-	-	-	-	-	-	-
Conserv.carregador	1,00	-	-	-	-	-	-	-

MATERIAL CONSUMIDO: Adubo 1 T.

Herbicida 12 L.

2.3.2. - CUSTO MÉDIO DE PRODUÇÃO DE ALCOOL EM
DESTILARIAS ANEXAS A USINA - "COPER-
SUCAR/1974".

1 - CUSTO DIRETO	Cr\$/l	Cr\$/l
Matéria-Prima	0,810	
Mão-de-Obra	0,060	
Ingredientes e Drogas	0,030	
Comb. e Lubrif.	0,011	
Transportes	0,023	
Energia Elétrica	0,022	0,056
2 - CUSTO INDIRETO		
Cons. e Reparos	0,064	
Despesas Diversas	0,058	
Remun.do Cap.Invest.	0,096	
Seguro	0,002	
Taxas e Imp. Munic.	0,003	
Mão-de-Obra Indireta	0,073	
Rem.do Mat.em estoque	0,003	
Custo Financeiro	0,112	0,411
3 - Margem	-	0,096
4 - Custo Total	-	1,463

IV - IMPACTO ECONOMICO E SOCIAL DA SUBSTITUIÇÃO
PARCIAL DA GASOLINA POR ALCOOL ANIDRO.

1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.

Por hipótese, considerou-se que até o ano de 1984 fosse adicionado 25% de álcool anidro à gasolina. A partir dessa hipótese procurou-se especular, quanto ao IMPACTO ECONOMICO E SOCIAL que os investimentos para a produção de álcool causariam na comunidade rural brasileira.

./.

Para tanto, visou-se nesse trabalho verificar o número de complexos industriais necessários, de acordo com o modelo-padrão proposto.

A partir disso, tentou-se dimensionar o número de empregos diretos criados na área agrícola, a quantidade de insumos modernos a serem fornecidos anualmente, as necessidades de máquinas, equipamentos, veículos e sementes, os gastos na construção das destilarias, e o capital de giro necessário para a indústria (que é aquele que girará efeitos multiplicadores em outros setores da economia).

Evidentemente, o presente trabalho, por ser preliminar, não entra no mérito do problema, porém, como o Governo Federal tem recebido várias sugestões nessa área, acredita-se que seria de extrema validade demonstrar a possibilidade que um investimento desse porte teria como INSTRUMENTO DE INTERIORIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO, bem como de DISTRIBUIR GEOGRAFICAMENTE A RENDA.

2 - NÚMERO DE COMPLEXOS INDUSTRIAIS NECESSÁRIOS, SEGUNDO O MODELO-PADRÃO.

Analisando-se as projeções de consumo efetuadas anteriormente, pode-se estimar que seriam necessários aproximadamente 32 bilhões de litros para suprir a demanda nacional no ano de 1984.

O quadro apresentado a seguir demonstra que a produção de álcool anidro requerida para adição à gasolina, na proporção de 25% será, em 1984, de um volume ao redor de 7 bilhões de litros.

./.

PROJEÇÕES DA PRODUÇÃO DE ALCOL ANIDRO NAS USINAS
JÁ EXISTENTES.

Ano	Produção de açúcar (milhões de sacas)	Alcool residual 7 L/saco (milhões de litros)	Alcool usado para outros fins (milhões de litros)
1974	125,0	875	470
1975	128,7	901	484
1976	132,6	928	498
1977	136,6	956	513
1978	140,7	985	529
1979	144,0	1014	545
1980	149,3	1045	561
1981	153,8	1077	578
1982	158,4	1109	595
1983	163,1	1142	613
1984	168,0	1176	631

FONTE: Trabalho efetuado pela "COPERSUCAR" sobre mistura
Carburante, 1974.

Considerando-se assim a necessidade de produzir, adicionalmente à produção convencional de álcool anidro, o volume de 7 bilhões de litros, calcula-se que, até o ano de 1974, será preciso implantar 6 complexos industriais de acordo com o modelo proposto.

3 - IMPACTO ECONOMICO E SOCIAL DO INVESTIMENTO.

3.1. - UM PROJETO CAPAZ DE ACELERAR O PROCESSO DE
INTERIORIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO.

Um investimento desse porte necessitaria a implantação de um complexo industrial com as seguintes características:

- 1º - A instalação de 6 (seis) Destilarias com capacidade de produção de 1.200.000 L/dia precisaria de 510.000 hectares de terra para abastecê-la de matéria-prima;
- 2º - Como a racionalização dos trabalhos indica a concentração da produção em uma determinada área do Brasil visando a criação de economias - externas, torna-se evidente que o investimento deve ser feito nos "vazios economicos" como: Vale do São Francisco, Norte de Minas Gerais, Goiás, Mato-Grosso e outras regiões do País.
- 3º - O excedente de bagaço (a destilaria utiliza pouca quantidade de bagaço para combustão) permite visualizar-se a instalação, em anexo, de indústrias de papel.
- 4º - A produção de cana-de-açúcar, pela sua própria natureza, possibilitará a exploração de outras atividades agro-pecuárias como: produção de cereais e alimentos básicos, gado de corte, etc.

Do exposto pode-se concluir que o projeto, colocado da forma acima descrita, permitirá criar um novo POLO DE DESENVOLVIMENTO, em regiões potencialmente favoráveis para a Agricultura e que até agora têm sido praticamente inexploradas.

Convém ressaltar que um estudo mais profundo deveria levar em conta os problemas locacionais, enfocando-se principalmente as necessidades de infra-estrutura de transportes, energia elétrica e disponibilidade de mão-de-obra.

3.2. - NÚMERO DE EMPREGOS DIRETOS CRIADOS PELO SETOR AGRÍCOLA.

Utilizou-se como padrão de empresa agrícola uma propriedade com aproximadamente 900 hectares, conside-

./.

rando-se os coeficientes técnicos da cultura da cana-de-açúcar. Calcula-se a necessidade de utilizar durante todo o ano (a colheita seria feita mecanicamente) 144,75 homens-dias de trabalho por hectare.

Assim todo o investimento (implantação de 6 complexos industriais como o exposto anteriormente) exigiria 48 milhões de homens-dias de trabalho.

Como se estima que um homem trata aproximadamente 6 hectares de terra (baseou-se nos dados fornecidos acima), os empregos diretos gerados pelo projeto, situar-se-iam em torno de 55.000 (cinquenta e cinco mil) trabalhadores, somente para a atividade canavieira.

3.3. - NECESSIDADES DE MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS, VEÍCULOS E SEMOVENTES.

O modelo-padrão proposto indica que seriam necessários:

- Aproximadamente, 2.200 tratores para tratos culturais e 480 tratores equipados com carregadeiras;
- Ao redor de 270 caminhões;
- 3.600 arados, grades e outros implementos;
- 300 colhedeiros de cana;
- 7.200 semoventes.

3.4. - NECESSIDADES DE BENFEITORIAS PARA AS EMPRESAS AGRICOLAS.

Estima-se que seriam necessários:

- 600 casas-sede para administração;
- 1.300 casas de trabalhadores;

./.

- 600 barracões, garagens, oficinas e demais infraestrutura física.

3.5. - NECESSIDADES DE INSUMOS BÁSICOS.

Baseando-se nos dados apresentados anteriormente, calcula-se que seriam necessárias as seguintes quantidades de insumos, anualmente:

- Adubos:	495.000 T.
- Calcário:	330.000 T.
- Herbicida:	3.960.000 L.
- Mudas:	Acima de 2.000.000 T.

3.6. - MONTANTE DE INVESTIMENTOS NECESSÁRIO PARA A INSTALAÇÃO DA DESTILARIA.

De acordo com o modelo-padrão proposto, estima-se que a quantidade de recursos financeiros exigidos para o investimento nas Destilarias seria de aproximadamente Cr\$ 1.287.900.000,00 (um milhão, duzentos e oitenta e sete milhões e novecentos mil cruzeiros).

Convém ressaltar novamente que tal investimento seria efetuado num prazo de 10 (dez) anos.

3.7. - NECESSIDADES DE CAPITAL DE GIRO.

Estima-se, tomando-se como base as informações apresentadas anteriormente, que o capital de giro necessário ao investimento, situe-se ao redor de Cr\$ 6.950.000.000,00 (seis bilhões e novecentos e cinquenta milhões de cruzeiros), por ano.

CONCLUSÕES

- 1 - O presente trabalho não pretende ter um caráter definitivo e sim, através de um levantamento preliminar, ALERTAR AS AUTORIDADES DO GOVERNO FEDERAL, sobre a incomum possibilidade de se elaborar e implantar um projeto capaz de causar importante impacto econômico e social em REGIÕES BRASILEIRAS praticamente inexploradas. Ao mesmo tempo, caso haja receptividade para a abordagem que foi dada para o problema, justifica-se o desenvolvimento de um amplo e profundo PROJETO tomando-se como base as diretrizes apontadas nesse documento.
- 2 - A elaboração de um PROJETO desse porte exige a constituição de uma equipe técnica multidisciplinar do mais alto gabarito, cuja composição deve contar principalmente com especialistas em Agricultura, Tecnologia do Açúcar e do Alcool, Engenharia Mecânica de Motores à Explosão, Petroquímica, Zootecnia, Tecnologia de Papel e Celulose.
- 3 - A posterior implantação do projeto, devido a sua amplitude econômico-financeira, e o seu valor estratégico, deve ter a participação do Governo Federal como acionário na constituição das Destilarias e coordenador da instalação das Empresas Agrícolas.
- 4 - Finalmente, cabe ressaltar ainda que, o desenvolvimento de "Know-how" em motores de explosão capazes de utilizar exclusivamente o álcool como Combustível, somado a experiência adquirida com a implantação de um projeto como o proposto, permitiria ao Brasil obter, em um futuro não muito longínquo, a total autosuficiência de energia.

Dados fornecidos pela BP Statistical Review 2009

Disponível em <http://www.bp.com/statisticalreview>

Acesso em 29/Out/2009

Preços do barril de petróleo de 1861 a 2008

US dollars per barrel

Year	\$ money of the day	\$ 2008
1861	0,49	11,79
1862	1,05	22,74
1863	3,15	55,32
1864	8,06	111,46
1865	6,59	93,09
1866	3,74	55,20
1867	2,41	37,25
1868	3,63	58,93
1869	3,64	59,09
1870	3,86	65,96
1871	4,34	78,32
1872	3,64	65,69
1873	1,83	33,02
1874	1,17	22,36
1875	1,35	26,58
1876	2,56	51,95
1877	2,42	49,11
1878	1,19	26,66
1879	0,86	19,95
1880	0,95	21,26
1881	0,86	19,25
1882	0,78	17,46
1883	1,00	23,18
1884	0,84	20,20
1885	0,88	21,15
1886	0,71	17,07
1887	0,67	16,11
1888	0,88	21,15
1889	0,94	22,60
1890	0,87	20,91
1891	0,67	16,11
1892	0,56	13,46
1893	0,64	15,38
1894	0,84	20,97
1895	1,36	35,29
1896	1,18	30,62
1897	0,79	20,50
1898	0,91	23,61
1899	1,29	33,47
1900	1,19	30,88
1901	0,96	24,91
1902	0,80	19,96
1903	0,94	22,60
1904	0,86	20,67
1905	0,62	14,91
1906	0,73	17,55
1907	0,72	16,68
1908	0,72	17,31
1909	0,70	16,83

1910	0,61	14,15
1911	0,61	14,15
1912	0,74	16,56
1913	0,95	20,76
1914	0,81	17,47
1915	0,64	13,67
1916	1,10	21,84
1917	1,56	26,38
1918	1,98	28,52
1919	2,01	25,20
1920	3,07	33,23
1921	1,73	20,97
1922	1,61	20,84
1923	1,34	17,03
1924	1,43	18,13
1925	1,68	20,79
1926	1,88	23,04
1927	1,30	16,23
1928	1,17	14,81
1929	1,27	16,07
1930	1,19	15,45
1931	0,65	9,26
1932	0,87	13,81
1933	0,67	11,21
1934	1,00	16,17
1935	0,97	15,31
1936	1,09	17,02
1937	1,18	17,78
1938	1,13	17,37
1939	1,02	15,90
1940	1,02	15,75
1941	1,14	16,76
1942	1,19	15,80
1943	1,20	15,02
1944	1,21	14,90
1945	1,05	12,63
1946	1,12	12,42
1947	1,90	18,41
1948	1,99	17,88
1949	1,78	16,16
1950	1,71	15,37
1951	1,71	14,25
1952	1,71	13,93
1953	1,93	15,61
1954	1,93	15,53
1955	1,93	15,60
1956	1,93	15,36
1957	1,90	14,60
1958	2,08	15,57
1959	2,08	15,45
1960	1,90	13,88
1961	1,80	13,02
1962	1,80	12,87
1963	1,80	12,71
1964	1,80	12,54
1965	1,80	12,34
1966	1,80	11,97
1967	1,80	11,66
1968	1,80	11,19
1969	1,80	10,62
1970	1,80	10,02
1971	2,24	11,97

1972	2,48	12,83
1973	3,29	16,01
1974	11,58	50,78
1975	11,53	46,34
1976	12,80	48,62
1977	13,92	49,65
1978	14,02	46,47
1979	31,61	94,13
1980	36,83	96,62
1981	35,93	85,38
1982	32,97	73,78
1983	29,55	64,08
1984	28,78	58,27
1985	27,56	55,23
1986	14,43	28,25
1987	18,44	34,92
1988	14,92	27,24
1989	18,23	31,63
1990	23,73	39,26
1991	20,00	31,73
1992	19,32	29,74
1993	16,97	25,45
1994	15,82	23,23
1995	17,02	24,29
1996	20,67	28,59
1997	19,09	25,91
1998	12,72	17,32
1999	17,97	23,60
2000	28,50	36,24
2001	24,44	30,14
2002	25,02	30,16
2003	28,83	33,75
2004	38,27	43,61
2005	54,52	60,10
2006	65,14	69,58
2007	72,39	75,14
2008	97,26	97,26

1861-1944 US Average.

1945-1983 Arabian Light posted at Ras Tanura.

1984-2008 Brent dated.

