

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**ETANOL - ASPECTOS HISTÓRICOS, TECNOLÓGICOS E
AMBIENTAIS**

ANDRES RITTER VON STOCKERT

Florianópolis, novembro de 2008.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**ETANOL - ASPECTOS HISTÓRICOS, TECNOLÓGICOS E
AMBIENTAIS.**

Monografia submetida ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Bacharelado.

Por: Andres Ritter von Stockert

Orientador: Celso Leonardo Weydmann

Área de Pesquisa: Desenvolvimento econômico

Palavras-chaves: 1 – Desenvolvimento sustentável

2 – Inovação

3 - Etanol

Florianópolis, novembro de 2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

A **Banca Examinadora** resolveu atribuir a nota _____ ao aluno ANDRES RITTER VON STOCKERT na Disciplina CNM 5420 – Monografia, pela apresentação deste trabalho.

Banca Examinadora:

Prof. Celso Leonardo Weydmann
Presidente

Membro

Membro

SUMÁRIO

CAPITULO I

1	Introdução.....	07
1.1	Panorama da matriz energética.....	09
1.2	Problemática.....	11
1.3	Objetivo.....	13
1.3.1	Objetivos específicos.....	13
1.3.2	Metodologia.....	14
1.3.3	Estrutura da monografia.....	14

CAPITULO II

2	Inovação e competitividade: um mecanismo de desenvolvimento econômico.....	15
2.1	Inovação e competitividade.....	15
2.1.1	A questão da inovação.....	16
2.2	Mecanismo de análise da inovação e competitividade.....	17
2.2.1	Diamante de Porter.....	19
2.2.2	Cadeias produtivas.....	20
2.3	Pesquisa e desenvolvimento.....	21
2.4	Sustentabilidade da produção.....	24

CAPITULO III

3	História da produção da cana-de-açúcar no Brasil.....	28
3.1	Pré Pró-Álcool no Brasil.....	30
3.2	Pró-Álcool.....	31
3.3	A desregulamentação do setor sucroalcooleiro.....	33
3.4	Aspectos gerais.....	34
3.5	Conquista técnica.....	35

CAPITULO IV

4 Análise aplicada à cadeia sucroalcooleira.....	37
4.1 Sistema nacional de inovação.....	37
4.2 Análise aplicada do “diamante” da vantagem nacional.....	39
4.2.1 A condição dos fatores.....	39
4.2.2 Condições de demanda.....	40
4.2.3 Setores correlatos ou de apoio.....	43
4.2.4 Estratégia da empresa, estrutura e rivalidade.....	44
4.3 A sustentabilidade da cadeia da cana-de-açúcar.....	46
4.3.1 Impacto no uso de recursos materiais.....	47
4.3.2 Impacto ambiental do etanol – produção e uso.....	50
4.3.2.1 Emissão de gases.....	51
4.3.2.2 Utilização dos recursos hídricos.....	53
4.3.2.3 Utilização de químicos na produção canavieira.....	53
4.3.2.4 Situação sócio-econômica da cadeia canavieira.....	54

CAPITULO IV

5 Conclusão.....	57
------------------	----

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
---------------------------------	----

RESUMO

O presente estudo trata do processo de inovação como indutor do desenvolvimento econômico. Tem o escopo de verificar a relevância da inovação frente às descobertas científicas e mudanças em prol necessidades humanas. O tema em questão abordará a indústria sucroalcooleira, especificamente no que diz respeito à sua própria história a partir de modelos e teorias econômicas já consagradas.

Partindo deste contexto, utilizando-se como exemplo empírico a indústria sucroalcooleira, denota-se que este setor tem como indutor de seu desenvolvimento dois processos inovativos. O primeiro deles está sendo promovido pela alta do petróleo, cujos derivados concorrem com os derivados do álcool, que passaram a ter competitividade expressiva após a referida alta. O segundo indutor da inovação que a indústria sucroalcooleira dispõe está ligado ao crescente apelo ambiental, cujos modelos propostos promovem um desenvolvimento sustentável com o meio ambiente. Em suma, a cadeia do álcool e seus derivados, como mostra o trabalho, fornece uma ampla gama de produtos renováveis e menos nocivos ao meio ambiente.

Ao longo do desenvolvimento do trabalho também se debate a história do setor no Brasil, apontando-se como se criou a base da competitividade desta indústria e como ela representou a fonte da unidade do que é hoje o território brasileiro.

Faz parte também do trabalho um modelo de análise de sustentabilidade, no qual a cadeia do etanol é analisada sob diversos aspectos dentro da ótica do desenvolvimento sustentável.

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

Após a virada do século 21, o petróleo, insumo a partir do qual a maior parte do mundo depende para ter suas economias funcionando, pois é matéria prima de combustíveis e de diversos insumos químicos, vem apresentando um aumento significativo em sua cotação real.

Entre as diversas causas que elevam a sua cotação, destaca-se a crescente demanda por este insumo nos grandes países emergentes como a China e Índia assim como a instabilidade política das regiões produtoras (Oriente Médio, Venezuela e Nigéria, que tornaram os fluxos de fornecimento instáveis). A incerteza gerada no mercado levou a cotação do petróleo a atingir sua máxima histórica no ano de 2008, com os preços oscilando entre US\$70 a US\$147 o barril, quatro vezes maior do que no ano de 2003 quando os preços oscilavam entre U\$23 a U\$28.

O Brasil é um dos poucos países que tem uma alternativa que substitua, em parte, o petróleo e seus derivados, diminuindo o peso que esta *commodity* apresenta para sua matriz energética. No decorrer dos últimos quarenta anos, o país vem desenvolvendo tecnologias para produzir combustíveis renováveis, os biocombustíveis, dos quais o mais conhecido e usado é o etanol.

Porém, até chegar ao nível de produção existente de etanol, muita história sucedeu ao ponto de criar a base para o desenvolvimento desta cadeia que vem despontando como uma revolução para a agroindústria. Este setor, que até então tinha o papel predominante na área alimentícia, passa a participar também da matriz energética.

O Pró-Alcool desenvolvido pelo Governo Federal na década de 70 induzido pelos dois choques do petróleo ocorridos no mesmo período, foi um grande divisor de águas no desenvolvimento do setor agro-energetico. Desenvolvendo mecanismos para

melhorar a produtividade da cadeia e garantindo a demanda do etanol, desenvolvendo um mercado complementar ao do petróleo.

O processo de produção do etanol de primeira geração inicia-se a partir da fermentação dos açúcares presentes em muitos vegetais, sendo a cana de açúcar um dos mais eficientes para este processo. O desenvolvimento desta tecnologia confere ao país um destaque significativo, a nível mundial, em sua matriz energética, pois tem os biocombustíveis concorrendo sem subsídios do Estado com combustíveis derivados do petróleo.

Outro motivo que atrai os olhares para a produção dos biocombustíveis é a introdução das regras do Protocolo de Kyoto, a qual determina a diminuição das emissões de carbono. O que ocorre, de fato, é a necessidade dos países signatários do desse protocolo em se adaptarem a novos mecanismos de produção menos nocivos ao meio ambiente que, conseqüentemente, irá gerar um novo ambiente concorrencial. Vemos, então, que a regulamentação ambiental tem sido indutora do desenvolvimento tecnológico e da inovação.

Na visão de SHUMPETER (1982), a inovação de produto ou de processo permite que a empresa inovadora, sendo mais produtiva, produzindo com menos custos, ou detendo produtos inovadores, consiga se apropriar de lucros gerados a partir desta diferenciação funcionando como uma “renda de monopólio”.

Segundo os autores PINDYCK e RUBINFELD (2002), durante a ação de produção, as empresas transformam os fatores de produção, em produtos. Em suas análises, os autores descrevem que à medida que a tecnologia se torna mais avançada e a função de produção se modifica, uma empresa pode obter um maior volume de produção com os mesmos níveis de insumos. Os avanços tecnológicos geram, portanto, uma maior produtividade do trabalho, ou seja: cada trabalhador produz mais por cada hora trabalhada, pois permitem o uso mais eficiente da força de trabalho e de insumos para produzir novos bens.

Neste sentido, observa-se que as empresas tanto automobilísticas quanto de energia estão procurando, cada vez mais, desenvolver sistemas alternativos aos combustíveis fósseis. Partem em busca de inovações que lhe permitam tornarem-se

mais lucrativas, transformando os combustíveis renováveis como o etanol mais competitivos e mais seguros para consumo.

Com o álcool, o Brasil conquistou: primeiro - auto-suficiência em combustíveis; segundo - diminuição da emissão de carbono; terceiro - a geração de empregos. A crise momentânea de competitividade do álcool nos anos 90, causada pelos baixos preços internacionais do petróleo e a insegurança da oferta do produto foi contornada pelos avanços tecnológicos que, inicialmente, aumentaram a produtividade do trabalho para, em seguida, tornar o álcool um substituto perfeito da gasolina através da tecnologia *flex*.

1.1 Panorama da matriz energética

Segundo o MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MME (2006), 101,8 milhão *tep* (*tonelada equivalente de petróleo*) corresponde à oferta interna de energia renovável, sendo que 32.999 milhões de *tep* correspondem a derivados da cana-de-açúcar. Essa proporção é das mais altas do mundo, contrastando significativamente com a média mundial, de 12,7%, e mais ainda com a média dos países que compõem a Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômicos – OCDE, em sua grande maioria países desenvolvidos, de apenas 6,2% (vide tabelas a seguir).

As tabelas 1 e 2 e o gráfico 1 estão dispostos para facilitar a comparação, durante o trabalho, das estruturas da matriz energética brasileira com a média mundial.

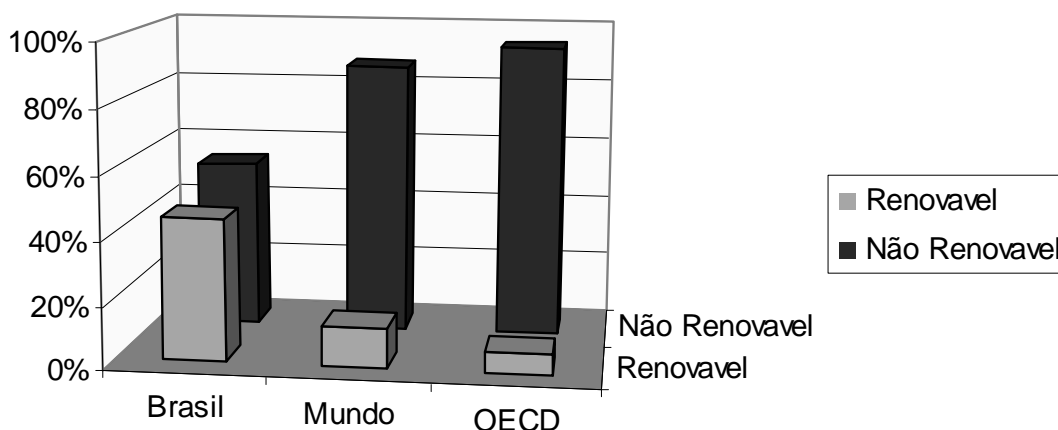
Tabela 1- Estrutura de Consumo

IDENTIFICAÇÃO	mil tep		06/05 %	Estrutura %	
	2005	2006		2005	2006
NÃO RENOVÁVEL	121.350	124.207	2,4	55,5	54,9
PETRÓLEO E DERIVADOS	84.553	85.287	0,9	38,7	37,7
GÁS NATURAL	20.526	21.716	5,8	9,4	9,6
CARVÃO MINERAL E DERIVADOS	13.721	13.537	-1,3	6,3	6,0
URÂNIO (U308) E DERIVADOS	2.549	3.667	43,8	1,2	1,6
RENOVÁVEL	97.314	101.880	4,7	44,5	45,1
HIDRÁULICA E ELETRICIDADE (*)	32.379	33.537	3,6	14,8	14,8
LENHA E CARVÃO VEGETAL	28.468	28.589	0,4	13,0	12,6
DERIVADOS DA CANA-DE-AÇÚCAR	30.147	32.999	9,5	13,8	14,6
OUTRAS RENOVÁVEIS	6.320	6.754	6,9	2,9	3,0
TOTAL	218.663	226.086	3,4	100,0	100,0

Fonte: Resenha Energética – exercício 2006

O Brasil tem um consumo de energias renováveis, significativamente maior que o resto do mundo, 45% (14,8% Hidráulica+30,2% Biomassa) da matriz energética no Brasil é de origem renovável. Isto se deve provavelmente pelo esforço dos agentes públicos e privados, que investiram em P&D (pesquisa e desenvolvimento) que geraram ganhos de produtividade, no setor sucroalcooleiro e pelo imenso potencial hídrico presente no território nacional.

Gráfico 1- Consumo



Fonte: Resenha Energética exercício 2006

Tabela 2- Consumo no Brasil e no mundo

OFERTA INTERNA DE ENERGIA (%)						
IDENTIFICAÇÃO	BRASIL		OCDE		MUNDO	
	1973,0	2006,0	1973,0	2005,0	1973,0	2005,0
PETRÓLEO e DERIVADOS	45,6	37,7	53,0	46,2	46,2	35,0
GÁS NATURAL	0,4	9,6	18,8	16,0	16,0	20,7
CARVÃO MINERAL	3,1	6,0	22,4	24,4	24,4	25,3
URÂNIO	0,0	1,6	1,3	11,0	0,9	6,3
HIDRAULICA E ELETRICIDADE	6,1	14,8	2,1	2,0	1,8	2,2
BIOMASSA	44,8	30,2	2,4	4,2	10,7	10,5
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Resenha Energética exercício 2006

Etanol e álcool etílico são sinônimos. Ambos se referem a um tipo de álcool constituído por dois átomos de carbono, cinco átomos de hidrogênio e um grupo hidroxila. Ao contrário da gasolina, o etanol é uma substância pura, composta por um único tipo de molécula: C_2H_5OH . Cerca de 80% da produção brasileira de etanol tem como destino o uso carburante, 5% é destinado ao uso alimentar, perfumaria e alcoolquímica e 15% para exportação.

1.2 Problemática

Segundo MACEDO (2005), o suprimento mundial de energia é baseado em combustíveis fósseis (75%), a escala de uso leva rapidamente ao esgotamento das fontes, deixando um “vazio” energético para as gerações futuras. Adicionalmente, o uso de combustíveis fósseis é responsável por grande carga de poluição e pela maior parte da emissão de gases de efeito estufa. O uso de energia deve crescer com o avanço econômico de muitas regiões em desenvolvimento no mundo. O desafio atual é a busca

de fontes renováveis de energia e de aumento na eficiência de geração e uso. Assim, o aumento da demanda global por combustíveis acelerou a busca por inovações a fim de garantir a oferta de combustíveis. Fontes renováveis tem sido destaque nesta busca, pois conciliam o objetivo de diminuir os impactos ao meio ambiente com o aumento da oferta de energia.

De acordo com o MME (2006), o consumo global de energia tem uma forte motivação para crescer (não para ser estabilizado, muito menos para diminuir) em função da enorme desigualdade regional no seu uso. Hoje, cerca de um terço da população da terra (dois bilhões de pessoas) não dispõe, sequer, de energia comercial para cocção de alimentos. Em 1992, um único país representante de 5% da população mundial (Estados Unidos) utilizava 24% de toda a energia produzida no planeta. Dez anos depois, em 2002, este mesmo país diminuiu sua participação para 21%.

Para se ter como exemplo, o Brasil, em 2006, atingiu a produção em 226,1 milhões de *tep* (tonelada equivalente de petróleo), o que corresponde ao consumo per capita de 1,21 *tep/hab*, indicador 1,8% superior ao de 2005, mas ainda inferior à média mundial (1,78 *tep/hab*) e muito inferior à média dos países da OECD (4,74 *tep/hab*). Os grandes crescimentos verificados na China e Índia também mostram um quadro de consumo per capita muito abaixo dos EUA. O desenvolvimento destas regiões cria um potencial enorme para o aumento de consumo de energia no mundo.

O desenvolvimento de alternativas para o aumento do consumo energético e que ainda poluam menos estão em pauta mundo a fora. Diversas alternativas estão em estudo hoje; porém, poucas são economicamente viáveis. O etanol produzido a base de cana de açúcar vem sendo uma exceção de sucesso neste início de século, sua produção já é economicamente viável, não necessitando mais do suporte do governo para subsistir.

Desde o plantio, colheita e transporte da cana-de-açúcar até a produção do etanol na Usina, a cadeia produtiva deste combustível é tipicamente de mão-de-obra intensiva. Sua produção pode ajudar a empregar uma enorme massa de pessoas com baixo nível de escolaridade. Já outras fontes renováveis, como a solar e a eólica, não têm essa mesma propriedade. Normalmente, para sua operação e manutenção, são necessárias poucas pessoas. Dessa forma, é possível afirmar que uma maior utilização

do biocombustível, especialmente o etanol, irá contribuir enormemente para a incorporação da massa de trabalho nos países em desenvolvimento. Apesar que com a incorporação de bens de capital a mão de obra tenderá a ser menos intensiva.

Baseado nos conceitos de inovação e competitividade que serão apresentados no capítulo II deste mesmo trabalho, verificar-se-á se o motivo do etanol e seus derivados serem considerados uma alternativa de consumo sustentável e por que sua cadeia pode ser incluída no conceito de desenvolvimento sustentável.

1.3 Objetivo

O presente trabalho tem por objetivo analisar a cadeia de produção do etanol, a importância ao longo dos anos dos processos de inovação - que possibilitaram a liderança brasileira no setor de biocombustíveis - e se esta indústria se encaixa nos padrões de desenvolvimento sustentável.

1.3.1 Objetivos específicos

- Analisar a influência da inovação no desenvolvimento econômico;
- Apresentar um resumo histórico da produção de cana de açúcar e álcool no Brasil;
- Analisar o conceito de sustentabilidade e inovação e fazer uma relação com o setor canavieiro brasileiro, analisando os impactos gerados do etanol e dos derivados de petróleo.

1.3.2 Metodologia

O tema desenvolvido é bastante atual e está sob constante inovação. Para a elaboração do presente trabalho foram feitas pesquisas bibliográficas em livros, revistas, jornais e meio eletrônico (*web sites*).

A metodologia aplicada consiste em analisar as informações da cadeia do etanol na perspectiva do enfoque de inovação de Schumpeter, da teoria da competitividade de Porter e do conceito geral de sustentabilidade.

1.3.3 Estrutura da monografia

O capítulo II apresenta uma revisão de literatura, focando a inovação como mecanismo de desenvolvimento econômico.

O capítulo III descreve o processo histórico de produção da cana-de-açúcar no Brasil e discorre acerca do processo histórico do desenvolvimento do etanol.

O capítulo IV aborda aspectos da cadeia do etanol, baseado em conceitos dados no capítulo II, utilizando-se, além de livros, de publicações, periódicos e consultas na *internet*.

Por fim, o capítulo V conclui o trabalho.

CAPÍTULO II

2 INOVAÇÃO E COMPETITIVIDADE: UM MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

2.1 Inovação e competitividade

Para as teorias tradicionais da economia, a tecnologia se apresenta como um fator exógeno ao desenvolvimento, estando relacionada a simples e natural evolução dos mercados. Para a escola clássica, a produção da riqueza de uma sociedade é **determinada**, fundamentalmente, pela disponibilidade de recursos naturais, estoque de capital disponível (máquinas, equipamentos, instalações) e volume e grau de qualificação de sua mão de obra. Já de acordo com o pensamento schumpeteriano e de pensadores contemporâneos, a inovação é a principal arma de empresários e dos países para a promoção do desenvolvimento.

2.1.1 A questão da inovação

Conforme SCHUMPETER (1982), a concorrência na economia capitalista faz parte de um processo evolutivo, portanto dinâmico, gerado por fatores endógenos ao sistema econômico. A concorrência schumpeteriana é baseada em um processo ininterrupto de introdução e difusão de inovações em sentido amplo. É qualquer mudança no espaço econômico, sejam elas nos produtos, nos processos produtivos, nas fontes de matérias primas, nas formas de organização produtiva ou nos próprios mercados. A concorrência nesta teoria caracteriza-se pela busca permanente de diferenciação por parte dos agentes, tendo em vista a obtenção de vantagens competitivas que proporcionam lucros de monopólio. Sendo assim, concorrência não é diferente de monopólio. Se bem sucedida, a busca por novas oportunidades, ou inovações em sentido amplo, deve gerar monopólios, em maior ou menor grau de duração.

A busca por inovação nos mercados competitivos é permanente. Ela é inerente ao processo de concorrência entre as empresas e ao de acumulação de capital. Uma economia capitalista, contemporânea e dinâmica tem na inovação um de seus principais mecanismos de funcionamento. A forma de concorrência mais importante entre as empresas dessas economias é pela inovação, pela diferenciação possibilitada pela incorporação de progresso técnico, seja no campo das tecnologias de produto ou de processo de produção.

Há muitas formas ou dimensões da concorrência, sendo a concorrência em preços a mais tradicional e mais simples. A concorrência também se dá por diferenciação do produto e, especialmente, por inovações que, no sentido schumpeteriano muito amplo, envolve toda a criação de novos espaços econômicos. Espaço esses que podem ser novos produtos, processos, modelos organizacionais de produção ou de mercado, novas fontes de matéria prima, novos mercados (globalização).

O foco na diferenciação e na multiplicidade dos instrumentos de concorrência e dos ambientes concorrenciais implica destacar a importância dos fatores microeconômicos na caracterização dos esforços e resultados competitivos, em particular, a diversidade estratégica e a variedade tecnológica como elementos centrais na análise da concorrência.

A empresa é a unidade de análise da concorrência schumpeteriana por ser a unidade de decisão e de apropriação dos lucros. O mercado é o seu lócus, definindo o espaço de interação competitiva principal entre as empresas.

Neste enfoque, concorrência não é um dado ou um conjunto de condições. É, na verdade, um processo de interação entre empresas voltadas à apropriação de lucros, à valorização dos ativos de capital. Esta apropriação de lucros não pressupõe nem conduz a algum equilíbrio. Ao contrário, está relacionada a desequilíbrios oriundos dos esforços de diferenciação e criação de vantagens competitivas pelas empresas, que se esforçam por mantê-las sob a forma de ganhos monopolistas, ainda que temporários.

2.2 Mecanismo de análise da inovação e competitividade

Assim como para Schumpeter, no entendimento de PORTER (1991) a competitividade de um país depende da capacidade da sua indústria de inovar e melhorar. Em sua análise, as empresas alcançam uma posição de vantagem em relação aos competidores do mundo em razão das pressões e dos desafios impostos como: rivais poderosos, uma base de fornecedores nacionais agressivos e de clientes locais exigentes.

Com os fundamentos da competição se tornando cada vez mais importantes, a criação e a assimilação de conhecimento aumentam a importância do país. A vantagem competitiva é gerada e sustentada através de um processo altamente

localizado. A diferença nos valores nacionais, a cultura, as estruturas econômicas, as instituições e a história são fatores que auxiliam para o sucesso competitivo. Os países obtêm êxito em determinados setores porque o ambiente doméstico é o mais progressista, dinâmico e desafiador.

Para PORTER (1991), o único conceito significativo de competitividade no nível nacional é a produtividade. O objetivo de um país consiste em proporcionar um padrão de vida elevado e crescente para os cidadãos. A capacidade para isso depende da produtividade com que o capital e o trabalho atuam. A produtividade é o principal determinante do padrão de vida de longo prazo de um país e é o fator determinante da renda *per capita* nacional. A produtividade dos recursos humanos determina o salário dos empregados; a do capital estabelece o retorno gerado para seus detentores.

Para descobrir os determinantes da produtividade, devemos focalizar não a economia como um todo, mas os setores específicos e os segmentos setoriais. Faz-se necessário compreender como e por que se criam as habilidades e tecnologias comercialmente viáveis. Trata-se do resultado das milhares de lutas pela vantagem competitiva contra os rivais estrangeiros em segmentos e setores específicos, nos quais são gerados e aprimorados os produtos e processos que constituem os pilares do crescimento da produtividade nacional.

A inovação se manifesta no novo desenho do produto, no novo processo de produção, na nova abordagem de marketing ou nos novos métodos de treinamento. Na análise do autor, boa parte das inovações são triviais e incrementais, dependendo mais da acumulação de conhecimento e melhorias do que de um único grande avanço tecnológico revolucionário. Frequentemente, envolvem idéias que nem mesmo são novas, que já circulavam, mas que nunca foram adotadas com vigor (caso do etanol, que existe desde o começo do século passado).

2.2.1 Diamante de Porter

Na análise das vantagens comparativas dos países, PORTER (1991) desenvolveu um método de análise da vantagem nacional que se baseia em quatro tributos no qual ele monta um “diamante”. Tenta, assim, encontrar os principais atributos alavancadores da inovação. Cada ponto do “diamante” afeta os ingredientes essenciais para alcançar o sucesso competitivo internacional como a disponibilidade de recursos e habilidades indispensáveis a vantagem competitiva num setor, as informações que moldam as oportunidades percebidas e as direções em que alocam os seus recursos. Essas condições são:

- **Condição dos fatores.** A posição do país quanto aos fatores de produção, como mão-de-obra qualificada e infra-estrutura, necessários para competir em um determinado setor.
- **Condições da demanda.** A natureza da demanda do mercado interno para os produtos ou serviços em um determinado setor.
- **Setores correlatos e de apoio.** A presença ou a ausência, no país, de setores fornecedores e outros correlatos, que sejam internacionalmente competitivos.
- **Estratégia, estrutura e rivalidade das empresas.** As condições predominantes no país, que determinam como as empresas são constituídas, organizadas e gerenciadas, assim como a natureza da rivalidade no mercado interno.

Desta forma, o autor aponta como o ambiente nacional possibilita e apóia a acumulação mais rápida de ativos e habilidades especializadas. Quando fomentam melhores informações e insights contínuos, as empresas conquistam a vantagem competitiva. Finalmente, quando pressionadas no rumo da inovação e dos

investimentos, as empresas não só conquistam a vantagem competitiva, como ainda ampliam esta vantagem ao longo do tempo.

2.2.2 Cadeias produtivas

A cadeia de produção é, segundo MORVAN citado por BATALHA (1997), um conjunto de relações comerciais e financeiras que estabelecem, entre todos os estados de transformação, um fluxo de troca, entre fornecedores e clientes. A cadeia de produção é um conjunto de ações econômicas que levam à valorização dos meios de produção e asseguram a articulação das operações.

As cadeias produtivas compreendem os processos que se dão a montante da propriedade (créditos, insumos, maquinarias etc.), os que ocorrem ao nível da produção agrícola e os que se efetivam a jusante, a exemplo da industrialização, distribuição e comercialização dos produtos obtidos.

Um conceito mais amplo de cadeia produtiva envolve, além das relações comerciais e financeiras, os ambientes: ambiente político - institucional (sistema legal; fatores sócio-culturais, normas e regulamentações, concorrência); organizacional (cooperativas, associações, alianças etc.); tecnológico; e educacional. As determinações mais importantes da produção agrícola estão fora da fazenda, e não mais no seu interior.

O enfoque tradicional de cadeia, segundo ZYLBERSZTAJN (2000), descreve as cadeias em três subsistemas:

- **Produção:** engloba o estudo da indústria de insumos e produção agropastoril;
- **Transferência:** focaliza a transformação industrial, estocagem e transporte;

- **Consumo:** permite o estudo das forças de mercado. O sistema de commodities tende a focar como a força central que dá forma ao sistema de *agribusiness*.

Portanto, a cadeia produtiva de um insumo engloba desde o momento de sua concepção, no caso de um insumo agrícola a semente para o plantio, até seu uso final como óleo de soja em um supermercado ou mesmo o etanol em um posto de combustíveis.

2.3 Pesquisa e desenvolvimento

O processo de mudança é resultado do esforço das empresas e dos governos em investir em atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e na incorporação posterior de seus resultados em novos produtos, processos e formas organizacionais. Os fatores determinantes da produtividade das pesquisas situam-se, em grande parte, fora do domínio da economia. Há vários fatores que exercem influência nesse processo, de acordo com BLANCHARD (2001):

- A produtividade da pesquisa depende da bem sucedida interação entre pesquisa básica (busca por princípios e resultados gerais) e da pesquisa aplicada (adaptação desses resultados a usos específicos e desenvolvimento de novos produtos). A pesquisa básica não conduz em si ao progresso tecnológico. Mas o sucesso da pesquisa aplicada e do desenvolvimento de produtos depende, em última análise, da pesquisa básica. Boa parte do desenvolvimento da indústria de computadores pode ser atribuída a algumas poucas inovações, da invenção do *transistor* à invenção do *microchip*.
- Alguns países parecem ter mais sucesso na pesquisa básica; outros são mais bem sucedidos na pesquisa aplicada e no desenvolvimento de produtos. Estudos apontam para a relevância do sistema educacional. Por exemplo, argumenta-se freqüentemente que o sistema de ensino superior francês, com sua forte ênfase no pensamento abstrato, gera pesquisadores mais adaptados a pesquisa básica que a pesquisa aplicada e ao desenvolvimento. Outros estudos apontam para a "cultura dos empreendedores" na qual boa parte do progresso tecnológico parte da habilidade dos empreendedores em organizar o desenvolvimento e marketing de novos produtos.
- Leva muitos anos e, com freqüência, muitas décadas, para que o pleno potencial das grandes descobertas seja percebido. A seqüência usual é aquela

em que a grande descoberta conduz a exploração de aplicações potenciais, então ao desenvolvimento de novos produtos e depois a adoção desses novos produtos.(pág 187)

Além da empresa e de suas atividades de P&D, o conjunto de instituições que contribuem para a inovação e a ligação entre elas compreende o que o autor LUNDVALL, citado por KUPFLER (2002), chamou de sistemas de inovação nacional. Tais instituições são universidades, institutos de pesquisa, agências públicas e privadas de fomento ao investimento em inovação e sistema educacional.

Segundo o autor BLANCHARD (2001), o progresso tecnológico tem várias dimensões, podendo ser representado por uma função de produção do tipo: $Y = F(K, NA)$, sendo que Y = Produto Agregado, K = Capital Agregado, N = Emprego Agregado, A = estado da tecnologia. Esta equação nos mostra que a produção Y depende do capital K e do trabalho N multiplicado pelo estado da tecnologia A .

Portanto, se considerarmos o produto como o conjunto de serviços implícitos, proporcionados pelos bens produzidos na economia, é possível concluir que o progresso tecnológico provoca aumentos do produto, dadas as quantidades de capital e trabalho.

A equação nos diz que a produção depende do capital e do trabalho multiplicado pelo estado da tecnologia. Desta forma podemos analisar os efeitos da inovação na relação entre produto, capital e trabalho.

Dado o estoque de capital, o progresso tecnológico reduz o número de trabalhadores necessários para obter determinada quantidade de produto. A duplicação de A permite a empresa ou economia produzir a mesma quantidade de produto com apenas metade dos trabalhadores, N . O progresso tecnológico aumenta NA , a quantidade de trabalho efetivo da economia ou produtividade do trabalhador. Se o estado da economia dobra, é como se a economia tivesse o dobro de trabalhadores. Portanto, o autor considera razoável que exista uma ação linear das variáveis K e NA com relação a variável Y .

$$2Y = F(2K, 2NA)$$

Ou, de uma forma mais geral, considerando que $s > x$:

$$sY = F(xK, xNA)$$

Podemos assim reconhecer que a função de produção implica que o progresso tecnológico é fator de aumento do trabalho, multiplicando o trabalho na função de produção, assim como o progresso tecnológico é fator de aumento de capital.

A hipótese desta linearidade da função F é uma forma de simplificar o modelo de crescimento no longo prazo.

Considerando a existência do progresso tecnológico, o número dos trabalhadores efetivos (NA) aumenta ao longo do tempo. Portanto, para manter a mesma razão entre capital e trabalho efetivo (K / NA) precisamos de um aumento no estoque de capital proporcional ao aumento no número de trabalhadores efetivos.

Se a população cresce a uma taxa anual gn , considerando que o quociente entre emprego e população total permanece constante, o número de trabalhadores também cresce a taxas gn . Levando-se em conta que a taxa de progresso técnico é igual a ga , a taxa de crescimento do trabalho efetivo (NA) é igual a $ga + gn$. Se o número de trabalhadores aumenta a uma taxa de 1% ao ano e a taxa de progresso técnico é de 2% ao ano, então a taxa de crescimento efetivo do trabalho é igual a 3%. Considerando que existe uma depreciação do capital, o nível de investimento necessário para manter o nível de capital por trabalhador efetivo é alcançado por meio do seguinte cálculo:

$$\delta K + (ga + gn)K$$

Para manter o nível de estoque de capital constante é necessário investir no mesmo nível que ocorre a depreciação δ . Se a taxa de depreciação for igual a 10% e a taxa de crescimento do trabalho efetivo for de 3% então o investimento necessário tem de ser igual a 13% do estoque de capital para manter um nível constante de capital por trabalhador efetivo.

2.4 Sustentabilidade da produção

Segundo MACEDO (2005), com o modelo vigente de crescimento econômico, a humanidade se defrontou com a possibilidade real de, através de suas ações, comprometer a sua sobrevivência e a vida no planeta. Nas décadas seguintes ao pós-guerra, a enorme expansão industrial trouxe o aumento exponencial dos problemas de contaminação nos ambientes. Como resultado dessas preocupações, em 1972 foi realizada em Estocolmo, Suécia, a Primeira Conferência Mundial de Meio Ambiente promovida pela Organização das Nações Unidas (ONU). Além das questões relativas à poluição e dos problemas causados pelo uso cada vez mais intensivo dos recursos naturais, evidenciou-se, a partir daí, a indissolúvel vinculação existente entre a necessidade do combate à miséria e à exploração humana, e a necessidade de desenvolvimento e de melhoria na qualidade de vida (e, conseqüentemente, a qualidade do ambiente que ocupamos)

A adoção formal por parte da ONU do conceito de desenvolvimento sustentável, parte da criação da Comissão Mundial sobre Ambiente e Desenvolvimento (WCED) que em 1987 publicou um relatório intitulado "Nosso futuro comum", também conhecido como o relatório Brundtland. O desenvolvimento sustentável foi concebido como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades.

Apesar de criada a consciência dos males do crescimento desenfreado, não existia uma percepção comum sobre os problemas ambientais e sociais nem como resolvê-los. O desenvolvimento da Agenda 21 surgiu para gerar uma consciência universal. Este documento começou a ser elaborado em 23 de dezembro de 1989 com a aprovação, em assembléia extraordinária, das Nações Unidas. Todos os atos subseqüentes culminaram com a segunda Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Eco-92.

Vinte anos depois da conferência de Estocolmo, realizou-se no Rio de Janeiro a Eco 92 (*U. N. Conference on Environment and Development*). As 179 nações do mundo que participaram da Conferência no Rio de Janeiro, concordaram em implementar um ambicioso projeto para promover um “desenvolvimento sustentável”. Nesta ocasião, implementou-se a Agenda 21, documento que constitui a mais abrangente tentativa já realizada de conseguir uma orientação para um novo padrão de desenvolvimento no século XXI, cujo alicerce é a sinergia da sustentabilidade ambiental, social e econômica. Dentre os princípios básicos da Agenda 21, destaca-se:

- o processo de decisão integrado (desenvolvimento e proteção ambiental);
- o princípio “poluidor paga” (não transferir o custo a outros);
- a busca de níveis sustentáveis de população e consumo;
- o princípio de precaução: em casos de riscos sérios, a falta de certeza científica não deve adiar medidas de proteção ambiental;
- a equidade intergeracional;
- a participação da população;
- responsabilidades comuns, mas diferenciadas (entre países desenvolvidos e em desenvolvimento).

A Agenda 21 apresenta o difícil problema da agricultura nos próximos anos, conforme enuncia o MME (2006):

No ano 2025, 83% da população global estimada em 8,5 bilhões de pessoas residirá nos países em desenvolvimento. Mas a existência de recursos disponíveis e tecnologias para satisfazer as demandas desta população crescente por alimentos e outros produtos agrícolas permanece incerta. A agricultura deve enfrentar este desafio, principalmente aumentando a produção em terras já em uso e evitando avanços adicionais em terras que sejam só marginalmente adequadas para o cultivo.

A Agenda 21 apresenta uma visão única sobre o conceito de desenvolvimento sustentável. O documento se constitui num poderoso instrumento de reconversão da sociedade industrial rumo a um novo paradigma, que exige a re-interpretação do conceito de progresso, contemplando maior harmonia e equilíbrio entre o todo e as partes, promovendo a qualidade, não apenas a quantidade do crescimento.

Cinco anos após a Eco92, em 1997, em continuidade às discussões sobre o desenvolvimento sustentável, foi realizada uma conferência em Kyoto, Japão. Foram discutidas medidas efetivas contra o aquecimento global e se estabeleceram metas de redução de gases poluentes para os países industrializados. O Protocolo de Kyoto propôs um calendário no qual os países desenvolvidos têm a obrigação de reduzir a emissão de gases do efeito estufa em, pelo menos, 5% em relação aos níveis medidos em 1990 no período entre 2008 e 2012, também chamado de “Primeiro Período de Compromisso” (para muitos países, como os membros da UE, isso corresponde a 15% abaixo das emissões esperadas para 2008).

O protocolo foi aberto para assinaturas em 16 de março de 1998 e ratificado em 15 de março de 1999. Oficialmente, entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005, depois que a Rússia o ratificou em novembro de 2004.

A redução das emissões deverá acontecer em várias atividades econômicas. O protocolo estimula os países signatários a cooperarem entre si, através de algumas ações básicas, quais sejam:

- Reformar os setores de energia e transportes;
- Promover o uso de fontes energéticas renováveis;
- Eliminar mecanismos financeiros e de mercado inapropriados aos fins da Convenção;
- Limitar as emissões de metano no gerenciamento de resíduos e dos sistemas energéticos;
- Proteger florestas e outros sumidouros de carbono.

O gás carbônico e os outros gases, ditos de efeito estufa, que são combatidos pelo protocolo de Kyoto, são responsáveis por impedir o resfriamento natural da superfície pela radiação infravermelha. Em climas frios, sabe-se que as noites de inverno sem nuvens são muito frias, exatamente devido a esse resfriamento por radiação. Ao impedir o resfriamento natural, o efeito estufa, que é um efeito natural, causa um aumento da temperatura da superfície e outras mudanças decorrentes no clima em geral. O que está ocorrendo é que, aumentando a concentração do gás carbônico na atmosfera, a estufa de nosso planeta se torna mais eficiente. Com a

mudança climática, mudam os regimes de chuvas em diversas regiões do planeta prejudicando a agricultura, o abastecimento de água para os centros urbanos e ainda com o derretimento das calotas polares poderão desaparecer diversas áreas do planeta, que serão inundadas pelo mar.

Portanto o desenvolvimento de mecanismos de desenvolvimentos limpos ou MDL se apresenta como uma necessidade no desenvolvimento de novos projetos e políticas de desenvolvimento econômico.

CAPÍTULO III

3 HISTÓRIA DA PRODUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL

Há mais de 500 anos, o açúcar tinha valor tão alto quanto o ouro em toda a Europa porque sua produção era limitada a quantidades que não supriam a demanda do mercado. Assim, o plantio de cana-de-açúcar era um negócio bastante rentável, mas que não era possível ser realizado naquele Continente, principalmente por questões climáticas. Graças ao domínio da tecnologia naval, os portugueses se lançaram nas Grandes Navegações em busca de terras. Uma das idéias era plantar cana nas novas áreas para produzir açúcar. Alguns exemplos são as lavouras nas ilhas de Cabo Verde, Açores e Madeira. No Brasil, o cultivo começou após a expedição de Martim Afonso de Souza.

A condição dos fatores como proposto por PORTER (1991), que é a posição do país quanto aos fatores de produção como mão de obra qualificada, infra-estrutura e oferta de matéria prima, que proporcionaram a cana-de-açúcar ser base do combustível renovável no Brasil, foi gerada ao longo de quase 500 anos desde o início da sua colonização. Sua produção foi determinante para a manutenção da integridade do território quando ainda era Colônia. Assim, começou o primeiro ciclo econômico brasileiro, o “Ciclo da Cana-de-Açúcar”.

As terras onde se encontram o Brasil e as demais nações do continente americano constituíram um episódio da expansão comercial da Europa. Inicialmente, as terras pertenciam a Portugal e Espanha devido ao Tratado de Tordesilhas, que dividiu o Novo Mundo entre as duas nações. Porém, outras nações européias, que não estavam incluídas no tratado, passaram a se interessar por este território e a proclamar que às terras que não estivessem efetivamente ocupadas não caberia direitos as duas nações signatárias.

A “miragem do ouro”, como FURTADO (2003) descreve, fez com que se realizasse um esforço relativamente grande para conservar as terras americanas. Sem embargo, os recursos que Portugal dispunha para alocar na defesa de um território improdutivo eram limitados.

Coube, então, a obrigação de encontrar uma forma de utilização econômica das terras americanas. Somente assim seria possível cobrir os gastos de defesa destas terras.

Vários foram os fatores que contribuíram para o êxito da primeira grande empresa colonial agrícola européia. Segundo FURTADO (2003), os portugueses haviam já iniciado há algumas dezenas de anos a produção, em escala relativamente grande, nas ilhas do Atlântico, de uma das especiarias mais apreciadas no mercado europeu: o açúcar.

O acúmulo de conhecimento gerado nesta experiência possibilitou ganhos de produtividade, pois Portugal já tinha uma indústria de equipamentos para os engenhos açucareiros. Isto significa que o produto médio do trabalho conquistado por Portugal neste ramo permitiu gerar excedentes suficientes para justificar a ocupação das terras.

As causas do crescimento da produtividade é uma das áreas de pesquisa importantes em economia. Sabemos que uma das fontes mais importantes desse crescimento é o aumento do estoque de capital, isto é, da quantidade de bens de capital para uso produtivo. Como um aumento do capital significa mais e melhor maquinaria, cada trabalhador produz mais por hora trabalhada. Uma outra fonte importante do crescimento da produtividade é a mudança tecnológica, que permitem o uso mais eficiente da força de trabalho. PINDIK, Cap. VI, pg. 187, (2002).

Pode-se afirmar que, sem o relativo avanço técnico, o êxito da empresa brasileira teria sido, sem dúvida, sensivelmente diminuído. A projeção dos lucros, considerando a distância da metrópole e a dificuldade de se encontrar mão de obra, poderia não ser interessante aos empreendedores. Portanto, segundo FURTADO (2003), o êxito da grande empresa agrícola do séc. XVI – única na época – constituiu, portanto, a razão de ser da continuidade da presença dos portugueses em uma grande extensão de terra como o Brasil.

3.1 Pré Pró-Álcool no Brasil

A história da indústria sucroalcooleira, ao contrário que muitos pensam, iniciou-se em 1927, com a Usina Serro Grande de Alagoas, que lançou no Nordeste o álcool-motor “USGA”, que em seguida foi copiado por produtores das principais regiões canavieiras do país à época (São Paulo, Rio de Janeiro, Pernambuco). No final da década de 1920, o Instituto Nacional de Tecnologia - INT, que ainda se chamava Estação Experimental de Combustíveis e Minérios, fez experiências com motores a álcool testados em um Ford de 4 cilindradas. Em 20 de fevereiro de 1931, o governo brasileiro estabeleceu o Decreto nº 19.717 que determinou a mistura de 5% de álcool na gasolina importada consumida pelo país.

A criação do Instituto do Açúcar e do Alcool - IAA, em 1933, organizou as bases para o aumento da produção alcooleira nacional por meio de financiamentos de destilarias anexas às usinas de açúcar. Em 23 de setembro de 1938, o Decreto-lei nº 737 estendeu a mistura de 5% de álcool à gasolina produzida no país, com a implantação da primeira refinaria nacional de petróleo.

No período entre 1942 e 1946, com as dificuldades de abastecimento de petróleo e derivados provocados pela II Guerra Mundial, a mistura de álcool carburante à gasolina chegou a alcançar 42%.

Nas décadas de 1950 e 1960, porém, o álcool como carburante tornou-se menos interessante, tanto para o governo como para o empresariado do setor, pois o custo do petróleo caiu a patamares baixíssimos. Isto fez com que se reduzisse sensivelmente o percentual da mistura, que atingiu no início da década de 1970 a marca de 2,9% em todo o país.

Em meados da década de 1970, uma nova inversão da conjuntura econômica internacional, devido à queda do preço externo do açúcar e o aumento do preço do petróleo, foram fixadas as bases para o retorno do álcool combustível à matriz energética nacional, inclusive com a introdução do uso exclusivo do etanol como carburante.

3.2 Pró-Álcool

O Pró-Álcool ou Programa Nacional do Álcool foi um programa de substituição em larga escala dos combustíveis veiculares derivados de petróleo por álcool. Fomentado pelo governo brasileiro, o Decreto n.º 76 5930/1975 criou o programa idealizado pelo físico José Walter Bautista Vidal, que surgiu como solução para enfrentar o primeiro choque do petróleo, ocorrido dois anos antes. O Pró-Álcool priorizou o incentivo à produção da cana-de-açúcar, da mandioca e de qualquer outro insumo produtor de etanol. Ao final, verificou-se que a fonte mais eficiente era a cana-de-açúcar. A base do programa estava na expansão da produção, que seria incentivada pela expansão da oferta de matérias-primas, com especial ênfase no aumento da produção agrícola, da modernização e ampliação das destilarias existentes e da instalação de novas unidades produtoras, anexas a usinas ou autônomas, e de unidades armazenadoras.

As conseqüências dos choques do petróleo foram especialmente graves para o país que, àquela época, segundo a ÚNICA (2007), importava praticamente 80% do petróleo consumido. Num único ano, entre 1973 e 1974, as despesas com a importação de combustível saltaram de US\$ 600 milhões para mais de US\$ 2 bilhões.

O impacto acentuou o déficit na balança comercial de US\$ 3,3 bilhões para US\$ 4,7 bilhões, resultado que influiu fortemente na dívida externa brasileira (da época e futura) e na escalada da inflação, que saltou de 15,5%, em 1973, para 34,5% em 1974.

O programa se dividiu em duas fases. Na primeira, focou-se a produção de etanol anidro, portanto, basicamente para uso na mistura à gasolina. Criou-se, paralelamente, a Comissão Executiva Nacional do Álcool – CENAL para, entre outras atribuições, definir as participações programáticas dos órgãos direta ou indiretamente vinculados ao Programa, com vistas a atender a expansão da produção do etanol, definir os critérios de localização a serem observados na implantação de novos projetos de destilarias, estabelecer a programação anual dos diversos tipos de etanol,

especificando o seu uso, decidir sobre o enquadramento das propostas e/ou projetos para modernização, ampliação ou implantação de destilarias nos objetivos do Programa e definir os critérios de localização a serem observados na implantação de unidades armazenadoras.

Decidiu-se, igualmente, que os investimentos e os dispêndios relacionados com o Programa seriam financiados pelo sistema bancário. Os financiamentos foram realizados em sua grande maioria pelo Banco do Brasil, como agente financeiro do governo, com juros inferiores aos praticados na época. Já ao Conselho Nacional do Petróleo - CNP - cabia assegurar aos produtores de etanol preços sujeitos a ágios ou deságios, em função das especificações técnicas do tipo adquirido. Os preços eram divulgados pelo IAA. Nessa fase, buscava-se mais a produção em destilarias anexas, implantadas junto às usinas de açúcar que operavam no país, basicamente em regiões tradicionais. Entre 1975-1976 e 1978-1979, foi possível ampliar a produção de etanol combustível no país: de 555,6 mil metros cúbicos para 2.490,9 mil metros cúbicos, sendo 2.095,9 mil metros cúbicos de etanol anidro, portanto, basicamente para uso na mistura à gasolina.

Conforme a ÚNICA (2007), na segunda fase, em 1979, o Governo Federal decidiu reformular aspectos do Pró-Álcool para estimular a produção do etanol hidratado, que viria a ser usado diretamente em motores de veículos de passageiros especialmente desenvolvidos para tal fim. Foi criado neste momento, o Conselho Nacional do Álcool – CENAL. Para a garantia da comercialização do etanol destinado para uso combustível, o CNP permaneceu com a responsabilidade de estabelecer programas de distribuição do produto às empresas consumidoras e às distribuidoras de petróleo. Já os preços do álcool destinado a fins carburantes eram propostos pelo CNP e fixados pelo CENAL.

Na segunda etapa do programa, a produção de etanol hidratado passou a crescer mais do que a do anidro, evoluindo de 395 milhões de litros na safra 1978/79 ao volume máximo a que chegou na safra de 1991/92 – 1,7 bilhões de litros. As vendas anuais de carros movidos exclusivamente a etanol hidratado cresceram de 240.638 unidades em 1980, para o máximo de 698.564 unidades vendidas em 1986, atingindo cerca de 96% dos veículos novos vendidos para o mercado doméstico.

3.3 A desregulamentação do setor sucroalcooleiro

Entretanto, a agroindústria da cana até este momento contava com elevados subsídios para expandir seu parque produtivo. Com a volta da democracia e o aprofundamento da crise econômica, a capacidade do estado brasileiro de apoiar o setor acabou. O elemento agravante desse quadro foi o chamado *contrachoque* do petróleo, quando os preços desse insumo desabaram no mercado mundial. Essa queda das cotações internacionais se refletiu nos preços internos da gasolina e dos derivados do petróleo. O preço do álcool, por estar atrelado ao da gasolina, também seguiu tendência de queda, ao mesmo tempo em que cessaram os investimentos subsidiados para novas destilarias.

Assim, em 1988 iniciou-se no Brasil um processo paulatino de eliminação da intervenção governamental na produção de açúcar e álcool, conhecido como “desregulamentação do setor”. Tal processo incluiu desde a extinção do Instituto de Açúcar e Álcool em 1990 até a eliminação de praticamente todos os instrumentos legais de regulamentação dos preços, por volta de 1997-1998. Dentro desse processo de “desregulamentação” aconteceram algumas crises. A mais lembrada de todas ocorreu entre o final de 1989 e início de 1990, quando os produtores, incentivados pelo aumento dos preços do açúcar no mercado internacional, destinaram grandes quantidades de cana para a produção de açúcar, em detrimento da produção de álcool. Coincidência ou não, a indústria automobilística começou a inverter a curva da produção de carros a álcool, para alívio da estatal brasileira de petróleo, que reclamava de excedentes na produção de gasolina. A participação anual caiu de 63% da produção total de veículos fabricados em 1988 para 0,44% em 1990. Como consequência, (sem contar a queda nos preços de açúcar) desencadearam-se, naquele período, sérios problemas de falta de álcool e grandes filas nos postos de abastecimento de combustível. Isso provocou uma grande desconfiança por parte dos consumidores e prejudicou a imagem dos produtores e, conseqüentemente, gerou uma rejeição dos consumidores aos veículos movidos a etanol.

3.4 Aspectos Gerais

Segundo consta no documento “Diretrizes de Política de Agroenergia”, elaborado pelo MME (2006), o Brasil é pioneiro no uso deste produto como combustível em veículos automotores, assim como em aeronaves (Embraer Ipanema). Nossa tradição estabelece duas formas para sua utilização: álcool hidratado, para uso como combustível utilizado em veículos projetados para seu uso; e o álcool etílico anidro, usado na mistura com a gasolina em proporção que varia entre 20 a 25%. Este intervalo, estabelecido de forma consensual entre o poder público e os fabricantes de veículos, é considerado o limite máximo recomendável para a tecnologia dos motores de nossa frota.

Estas duas formas de uso do etanol carburante transformaram o Brasil em maior usuário mundial do produto e o volume de consumo anual tem oscilado em torno de 12,0 bilhões de litros desde a segunda metade da década de 1990, chegando a 15 bilhões de litros no ano de 2006.

No ano de 2003, o mercado de veículos leves no Brasil apresentou uma novidade: o veículo do tipo *flex-fuel*. Seu sucesso comercial culminou no domínio de vendas desse tipo de veículo, que alterou o modelo tradicional de mercado. Este novo veículo tem a capacidade técnica de utilizar 100% de álcool etílico hidratado como combustível, 100% de gasolina convencional ou a mistura de ambos em qualquer proporção. A participação dos veículos “flex-fuel” já representa 70% das vendas de automóveis novos no país. A flexibilidade oferecida pela tecnologia, que funciona como uma demanda cruzada (que é a medida de o quanto varia a demanda por um bem em resposta a uma variação de preço de outro bem), traz duas consequências imediatas: 1) incorpora um sistema automático de prevenção de crise de abastecimento (na suposição de que a oferta de gasolina será sempre regular), o álcool passa a ser substituto perfeito (bem que pode ser consumido em substituição a outro) da gasolina, o que acontece quando a taxa marginal de substituição TMS de um bem pelo outro é constante; 2) o volume do consumo de álcool vai estar diretamente vinculado à

capacidade de nossos industriais em oferecer todo o produto demandado a preços competitivos, onde o teto sempre vai ser 70% da cotação do petróleo.

Em seus 20 anos, o Pró-Alcool desenvolveu três vantagens evidentes em relação ao uso de derivados do petróleo. A primeira está ligada ao desenvolvimento tecnológico; a segunda relaciona-se com o desempenho da economia e o nível do emprego; e a terceira é de aspecto ambiental (a combustão do etanol é significativamente menos poluente do que a combustão do petróleo).

De acordo com a ÚNICA (2007), para produzir a mesma quantidade de energia, o álcool emprega 152 vezes mais pessoas do que a indústria do petróleo. Sob a ótica monetária, ainda de acordo com a ÚNICA, o desenvolvimento do setor trouxe uma economia de divisas, desde a sua criação, de US\$ 61 bilhões para um investimento total de US\$ 11 bilhões,

3.5 Conquista técnica

Conforme o Artigo “Produção e uso do Etanol combustível no Brasil” – ÚNICA (2008), o estabelecimento do Programa Brasileiro do Álcool Combustível, em 1975, tinha como pressuposto a possibilidade técnica de se aumentar a produção de álcool para atender às novas necessidades de combustível, sem prejuízo da fabricação de açúcar, produto essencial à economia brasileira desde o Brasil Colonial. E também a preços condizentes com os parâmetros do mercado, gerados por melhor tecnologia e maior produtividade.

Além da melhor tecnologia de cultivo, as pesquisas levaram ao desenvolvimento das novas variedades da cana-de-açúcar utilizadas na região Centro-Sul. Elas têm sido responsáveis por um crescimento da produtividade dos canaviais entre 15% e 20% nos últimos anos. Atualmente, os pesquisadores concentram esforços no campo da biologia molecular, com o objetivo de acelerar o processo de seleção de variedades de cana-de-açúcar mais eficientes.

As usinas estão extraindo cada vez mais açúcar da cana processada. O índice de extração, que era de 89%, alcança hoje 97%. Paralelamente, disseminou-se a técnica de queima de bagaço para produção de energia, tornando 95% das usinas do Estado de São Paulo auto-suficientes em eletricidade. Parte dessa energia já é, inclusive, direcionada para a rede elétrica estadual. Atualmente pouco expressiva, essa contribuição poderá chegar a 700 mW de energia assim que forem equacionadas questões legais e tarifárias. Dentro de dez anos, com a incorporação de nova tecnologia já disponível, as usinas paulistas poderão fornecer até 3.000 mW de energia, um terço de todo o adicional que São Paulo irá necessitar. A venda de energia não será um mero subproduto, mas um terceiro grande negócio de dimensões comparáveis aos do açúcar e do álcool.

Hoje, além da energia elétrica, do açúcar e do etanol, a indústria sucroalcooleira produz insumos para a indústria química, substituindo a necessidade dos derivados oriundos do petróleo. Portanto, a evolução tecnológica do setor trouxe novos produtos à cadeia produtiva.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISE APLICADA À CADEIA SUCROALCOOLEIRA

Esta parte do trabalho parte dos modelos estudados no capítulo II, traçando-se um paralelo entre a teoria e as características que compõe a cadeia do setor sucroalcooleiro. Portanto, verifica-se a importância do esforço da inovação tecnológica, a análise do diamante de Porter e se as características da cadeia estão dentro dos padrões de sustentabilidade.

Os dados coletados neste capítulo são baseados no autor MACEDO (2005), em revistas como a FAPESP (2008) e nos web sites da ÚNICA (2007) e do MME (2006).

4.1 Sistema nacional de inovação

Além da empresa e de suas atividades de P&D, o conjunto de instituições que contribuem para a inovação e a ligação entre elas compreendem o que LUNDVALL, citado por KUPFLER (2002) chamou de sistemas de inovação nacional. Tais instituições são Universidades, Institutos de Pesquisa, Agências Públicas e Privadas de Fomento ao investimento em inovação e sistema educacional.

A União da Indústria de Cana-de-Açúcar – UNICA – destaca os esforços desenvolvidos pelo próprio Governo Federal com a criação do Programa Nacional do

Melhoramento da cana-de-açúcar (Planalsucar), em 1981, e pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) instalado na cidade paulista de Piracicaba como exemplos desta cooperação para inovação, referente à agroenergia do etanol.

Voltado desde sua fundação, em 1979, para a pesquisa de técnicas, processos e métodos ligados à cultura da cana e à produção de açúcar e álcool, o CTC aplica US\$ 25 milhões por ano em pesquisas, sendo US\$ 16 milhões provenientes de contribuições diretas das 36 maiores usinas paulistas e US\$ 9 milhões da venda de tecnologia e de royalties. Esforços de pesquisa semelhantes foram desenvolvidos por Universidades estaduais e federais brasileiras.

O Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), por exemplo, trabalha com 11 programas de pesquisa que vão desde o melhoramento genético até novas técnicas de produção industrial do álcool, com foco no desenvolvimento de tecnologias para o açúcar, o álcool e a energia.

Nos últimos quarenta anos, o melhoramento genético da cana-de-açúcar contribuiu significativamente para o aumento da produtividade da lavoura no Brasil. A produtividade média dos canaviais, em termos de toneladas de cana por hectare, aumentou de 43, em 1961, para 74 em 2005 - um avanço de quase 80%. Grande parte desse aumento pode ser atribuída ao uso de variedades geneticamente melhoradas.

Nos seus trinta e cinco anos de existência o CTC desenvolveu e liberou para o plantio comercial 70 variedades de cana que, coletivamente, respondem por 50% da área plantada com a cultura no país. Além de contribuir para o aumento de produtividade, a diversificação genética da cana proporcionada pelas variedades constitui um importante instrumento de gerenciamento de risco.

De acordo com a FGV (2006), em 1984, a variedade mais plantada - NA56-79 - ocupava 43% da área nacional, sendo que as 4 variedades mais cultivadas somavam 70% da área. Em 2005 foi necessário somar as áreas das 8 variedades mais significativas para atingir 60% da área plantada, sendo que as variedades mais cultivadas ocupam apenas 12% da área de cana no país. Este fato contribui para a estabilidade da cultura frente a possíveis epidemias, uma vez que a diversificação genotípica cria uma barreira para as epidemias.

Podemos observar que na cadeia do etanol há um esforço de diversos setores tanto públicos quanto privados no desenvolvimento de conhecimento, afim de melhorar a produtividade e a utilização de um maior numero de derivados para serem utilizados como insumo.

4.2 Análise aplicada do “diamante” da vantagem nacional

Como vimos no capítulo II, a análise das vantagens comparativas dos países, do autor Michael Porter, é um mecanismo avaliação da vantagem nacional que se baseia em quatro tributos no qual o autor monta um “diamante”. Estes quatro pontos são condição dos fatores, condições da demanda, setores correlatos e de apoio, estratégia, estrutura e rivalidade das empresas.

4.2.1 A condição dos fatores

Os fatores de produção nos setores sofisticados, que constituem a espinha dorsal de qualquer economia avançada, o país não herda. Pelo contrario, cria os mais importantes fatores de produção como os recursos humanos qualificados ou base científica. Ademais, o estoque de fatores do país num determinado momento é menos importante do que a velocidade e a eficiência com que os gera, aprimora e os distribui nos diferentes setores.

O Brasil, ao longo do século 20, criou diversos centros de pesquisa na área agrícola. O etanol, desde 1933 com criação do Instituto do Açúcar e do Alcool - IAA,

passou a contar com um apoio para criar as bases para o aumento da produção alcooleira nacional. Já na década de 70 e 80 diversos planos e centros de pesquisa foram criados no intuito de aumentar a eficiência do combustível, como o Planalsucar (Programa Nacional do Melhoramento da cana-de-açúcar), Centro de Tecnologia Canaveieira (CTC), EMBRAPA, o país também conta com uma ampla base de universidades que tem pesquisas na área de biotecnologia. A acumulação de conhecimento na cadeia de produção de álcool tem em torno de 80 anos. Além de todos estes centros de pesquisa que ajudaram o setor alcooleiro aumentar as sua vantagem competitiva, a terra utilizada no cultivo no Brasil é altamente produtiva e possui abundancia de sol o ano inteiro.

Vale destacar, de acordo com a FAPESP (2008), a posição atual do Brasil no cenário científico: é o líder de pesquisa sobre cana-de-açúcar bem como está dentre os 5 maiores pesquisadores de etanol de 1ª e de 2ª geração.

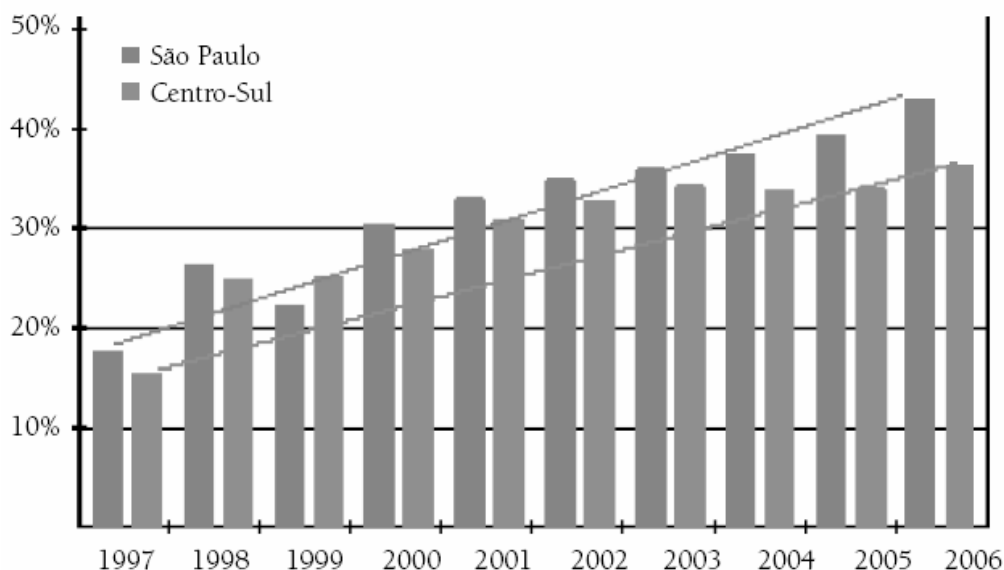
4.2.2 Condições de demanda

A composição e a natureza do mercado doméstico são importantes, pois gera um efeito de como as empresas percebem, interpretam e respondem às necessidades dos compradores. Os países ganham vantagem competitiva em setores em que a demanda interna proporciona as empresas, com maior antecedência, um quadro mais nítido das necessidades incipientes dos compradores, e em que compradores as pressionam para inovar com maior rapidez e para conquistar vantagens competitivas mais sofisticadas do que os rivais externos.

De acordo com PORTER (1991), o tamanho da demanda interna se revela muito menos significativo do que sua natureza. As condições da demanda interna ajudam a construir a vantagem competitiva quando um determinado segmento setorial é o maior ou mais sofisticado no mercado doméstico do que nos mercados externos,

pois acumula um nível maior de capital e conhecimento do que seus possíveis concorrentes externos.

Gráfico 2 NÍVEL DE MECANIZAÇÃO



Fonte: ÚNICA

Analisando o setor sucroalcooleiro, identificamos uma cadeia complexa onde temos toda uma indústria de bens de capitais que fornecem máquinas às destilarias e às fazendas nos plantios e colheita da cana. Segundo a GAZETA MERCANTIL (2006), as vendas de colheitadeiras para o setor vêm crescendo 40% ao ano. Em 2006 foram vendidas 180 mil colheitadeiras e, para 2010, se estima a venda de 400 mil unidades. Este aumento previsto da demanda por máquinas e equipamentos ocorre porque apenas 40% da colheita em São Paulo e no Centro-Sul do país, onde 80% da produção é realizada, é feita de forma mecanizada. Já o setor de biotecnologia desenvolvido em função da indústria sucroalcooleira é um dos mais avançados do mundo. O que prova isto é o pioneirismo brasileiro nos estudos dos genomas das plantas que pretende mapear a cadeia genética da cana-de-açúcar. A partir daí, por meio de manipulações genéticas, se gerará novas variedades de plantas capazes de se adaptarem os mais diversos desafios (falta de água; frio; espaços limitados). O gráfico 2 demonstra o nível de mecanização no Estado de São Paulo e na Região Centro-Sul.

Outro fator importante é que a demanda interna do álcool, desde a década de 70, foi relativamente alta em comparação com outros países. Essa demanda se manteve alta mesmo após a crise de abastecimento graças a sua mistura obrigatória com a gasolina.

Hoje, a produção cresce de forma sustentável. Provavelmente permanecerá assim contanto que o preço continue nos patamares acima de US\$60 ou, ainda, que o valor do combustível seja 70% do valor da gasolina. O quadro 1, a seguir, traz alguns dados acerca do tamanho do mercado brasileiro e da produção:

Quadro 1- MOVIMENTO FINANCEIRO DO SETOR

Os negócios com álcool no Brasil movimentaram bilhões no ano 2006
2,9 bilhões de dólares com a venda de álcool para misturar na gasolina
2,2 bilhões de dólares com a venda de álcool combustível
766 milhões de dólares em exportação para 46 países
373 milhões de dólares para indústrias de alimentos, perfumes e cosméticos
19 milhões de dólares com a venda de álcool como insumo para a indústria química
Total 6,2 bilhões de dólares
<i>Fonte: Datagro</i>

4.2.3 Setores correlatos ou de apoio

O terceiro grande determinante da vantagem nacional é a presença, no país, de setores correlatos e de apoio que sejam competitivos no mercado internacional. Os fornecedores internos, dotados de competitividade internacional, criam diferentes tipos de vantagens nos setores adjacentes. Primeiramente, fornecem insumos com maior eficácia de custo, de um modo eficiente, antecipado, rápido e às vezes preferencial.

No entanto, muito mais significativa do que o simples acesso aos componentes e máquinas é a vantagem proporcionada pelas empresas domésticas correlatas e de apoio, em termos de inovação e melhoria baseadas, sobretudo, em estreitos relacionamentos de trabalho. Os fornecedores e usuários finais que se localizam próximos um do outro auferem as vantagens das linhas de comunicação mais curtas, do rápido e constante fluxo de informações e do constante intercâmbio de idéias e de inovações.

O exemplo que buscamos foi o da indústria açucareira, na qual o Brasil é líder mundial em produção e exportação. O país também é o maior *trade* de açúcar do mundo e sua indústria tem uma sinergia muito grande no desenvolvimento da produção da cana de açúcar. No que concerne à parte agrícola (plantio e colheita), os dois setores possuem as mesmas necessidades. Assim, todo setor açucareiro brasileiro se torna um entrante potencial no mercado energético, a partir do etanol e de usinas termo elétricas que queimam o bagaço de cana. A demanda por açúcar garante o fornecimento de matéria prima à indústria do etanol.

Dentro da ótica dos combustíveis o desenvolvimento de uma grande indústria da distribuição dos derivados do petróleo facilitou a oferta do etanol aos consumidores, visto que ambos os setores utilizam a mesma plataforma de distribuição. Portanto a indústria do açúcar e a do petróleo são os principais setores correlatos e de apoio da indústria sucroalcooleira.

4.2.4 Estratégia da empresa, estrutura e rivalidade

No quarto ponto da análise do “diamante”, o autor mostra a importância do ambiente concorrencial interno. A rivalidade doméstica exerce pressões sobre a empresa em direção à inovação e às melhorias. Os rivais locais empurram uns aos outros para menores custos, para a melhoria da qualidade e dos serviços para a criação de novos produtos e processos. De acordo com PORTER (1991), *“ao contrário da rivalidade com os concorrentes externos, que tendem a ser analíticos e distantes, a rivalidade local quase sempre vai além da pura economia e da competição empresarial, para se transformar em algo pessoal”*. O êxito de um concorrente local demonstra mais rapidamente aos demais a possibilidade do avanço. As empresas, em geral, atribuem o sucesso dos concorrentes externos a vantagens injustas. No caso de rivais domésticos, não há desculpas.

Buscando encaixar a teoria no setor, temos no Brasil 9 empresas produtoras de etanol listadas entre as maiores produtoras do mundo, todas elas ficam no Centro-Sul do Brasil. A presença de rivais poderosos é um poderoso estímulo à criação e preservação da vantagem competitiva. As políticas governamentais brasileiras criaram um ambiente onde as empresas foram e são capazes de ganhar vantagem competitiva.

Atualmente, o Brasil e os Estados Unidos são os maiores produtores e têm as maiores empresas de biocombustíveis do mundo.

A tabela 3 demonstra a concentração da produção do etanol no Brasil pelas 9 maiores empresas nacionais:

Tabela 3- RANKING DOS MAIORES PRODUTORES BRASILEIROS

Brasil	
Empresa	Produção anual (1) (em milhões de litros)
Copersucar (Brasil)	2.700
Crystalsev (Brasil)	1.030
Cosan (Brasil)	1.000
São Martinho (Brasil)	440
Irmãos Biagi (Brasil)	403
João Lyra (Brasil)	251
Tércio Wanderley (Brasil)	230
Nova América (Brasil)	200
Carlos Lyra (Brasil)	196
Total	6.449
Demais empresas	9.497
Produção brasileira em 2005	15.946
(1) <i>Em 2005 Fonte: Datagro</i>	

Conclui-se, pois, que o mercado brasileiro de produção de etanol é pouco concentrado uma vez que as maiores empresas representam menos de 50% do volume total produzido.

Atualmente, a política de preços do etanol é dada pela livre concorrência, ao contrário do que ocorria no passado, quando era controlada pelo Estado.

4.3 A sustentabilidade da cadeia da cana-de-açúcar

Após a análise do conceito de desenvolvimento sustentável dado no capítulo II, cabe verificar se alternativa do etanol é, de fato, benéfica à sociedade, se ela se encaixa ou não neste modelo de desenvolvimento, propostos na Agenda 21 e Protocolo de Kyoto. Para tanto, se analisará o impacto do uso de recursos materiais, o impacto no meio ambiente e impactos socioeconômicos do setor sucroalcooleiro.

Segundo o WORLDWATCH INSTITUTE - WWI (2006), os biocombustíveis têm a habilidade de reduzir a emissão de gases nocivos ao nosso meio ambiente, mas eles também causam uma pressão na produção de alimentos, pois disputam terras. Segundo esta instituição é necessário fazer um balanço energético da produção dos bicombustíveis, pois algumas culturas requerem o uso de diversas fontes não renováveis como fertilizantes, tratores e caminhões que utilizam diesel. Este balanço tem sido melhorado em diversas culturas com a queima da biomassa para a geração de energia, além de combustível. Segundo o WWI (2006), o *fossil energy balance* (balanço de energia fóssil utilizada X energia renovável produzida) o resultado obtido do etanol da cana é de 8, o do etanol do milho é 1,5 e do biodiesel da soja é de 3 vezes.

O maior risco dos bicombustíveis é que o crescimento destas culturas além de pressionar o preço dos alimentos, a expansão da produção dos bicombustíveis pode dizimar áreas ecologicamente frágeis. Acelerando assim processos de erosão dos solos e secando aquíferos WWI (2006).

4.3.1 Impacto no uso de recursos materiais

Embora se saiba que há necessidade e possibilidades de reduzir consumos específicos de energia e materiais nos países desenvolvidos sem comprometer a qualidade de vida, tal objetivo não tem sido alcançado. A análise dos impactos no uso de recursos materiais causados pelas atividades do setor da cana-de-açúcar indica uma situação de inversão deste cenário: o setor é um fornecedor de energia que substitui a energia fóssil e também pode tornar-se um fornecedor de materiais (com base renovável) como plásticos e insumos químicos.

Uma das metas a serem alcançadas pela sociedade é a de consumir produtos menos nocivos ao meio ambiente e, de preferência, que se tente diminuir o consumo de materiais *per capita*. Contudo, o que vem acontecendo é que o consumo mundial *per capita* de materiais e recursos continuou crescendo nos últimos dez anos, assim como os impactos ambientais decorrentes. Como no caso da energia, as políticas públicas não têm sido suficientes para reverter as tendências, agravadas pelo avanço de grandes áreas em desenvolvimento com China, Índia e todo o resto do Sudeste Asiático, que vem apresentando um significativo crescimento de suas economias.

De acordo com MACEDO (2005), mesmo em países que já atingiram a sua maturidade econômica, vemos um aumento na produção de materiais e um aumento ainda mais significativo no impacto ambiental. Os EUA, por exemplo, aumentou de 1992 até 2002 em 10% o seu consumo de materiais, porém, neste mesmo período, estes materiais geraram um impacto 15% maior.

Tal acontecimento nos leva a conclusão de que os materiais utilizados pelos consumidores são ainda mais nocivos do que na década passada, mesmo perante um contexto de mudança desse paradigma.

A agricultura, considerando a energia solar com insumo, é um setor que pode, em alguns casos, desenvolver a produção sustentável de materiais. A percepção disto promove produtos de base biológica como “ecologicamente saudáveis”.

A alcoolquímica é o segmento da indústria química que utiliza o álcool etílico como matéria-prima para fabricação de diversos produtos químicos. Com efeito, boa parte dos produtos químicos derivados do petróleo pode ser obtida também do etanol, em particular o eteno, matéria-prima para resinas, além de produtos hoje importados derivados do etanol, como os acetatos e o éter etílico. Da mesma forma, muitos produtos químicos eram obtidos de outras fontes fósseis, como o carvão, até serem suplantados pela petroquímica como fonte principal de matérias-primas quando o modelo de produção americano calcado no petróleo barato tornou-se hegemônico. Hoje, a indústria química mundial obtém mais de 90% da matéria-prima para síntese de moléculas orgânicas com base no petróleo. No futuro, por razões econômicas, a alcoolquímica poderá vir a substituir a petroquímica e o etanol poderá assumir o lugar do petróleo como fonte de matérias-primas.

Há vários trabalhos de prospecção sobre novos produtos “ecologicamente saudáveis”: a sacarose, por exemplo, apresenta algumas aplicações exclusivas além de poder substituir a glicose em quase todos os casos de fermentação de interesse. As categorias principais são: edulcorantes, polióis, solventes, plásticos biodegradáveis, aminoácidos e vitaminas, polissacarídeos, ácidos orgânicos, enzimas, leveduras e ésteres. Algumas podem incluir produtos que utilizariam grandes volumes de açúcar (plásticos, solventes, alguns ácidos orgânicos) e outras corresponderiam a produtos de menor volume, com alto valor agregado. A autonomia energética é possível em todas: apenas com o uso do bagaço e com sistemas convencionais (comerciais) de geração, já em utilização, podem ser disponibilizados para o processamento cerca de 2,4 kWh / kg sacarose (energia térmica) e 0,6 kWh / kg sacarose (energia elétrica).

Tabela 4- Balanço de Energia fóssil utilizada

Fluxos de Energia na Produção de Etanol (MJ/t cana), 2005	
Produção/ Transporte de Cana	182,2
Processamento para etanol	43,1
Energia Fóssil Usada	225,4
Energia Produzida Etanol	
Energia no Bagaço Excedente	1.897,4
Eletricidade Excedente	95,3
Energia Renovável Produzida	19,8
Renovável Produzida / E. Fóssil Usada	
Etanol+ Bagaço	8,8

Fonte: MACEDO (2005)

A tabela 4 nos mostra a relação de uso de energia fóssil para a produção de etanol com a energia renovável produzida. Esta relação exhibe o valor de 8,8, que é extremamente interessante, indicando a grande capacidade do sistema para economizar energia fóssil. De fato, nenhum outro sistema de produção aproxima-se disto hoje (etanol de amido de milho, nos Estados Unidos, tem atingido nos melhores casos, 1,5).

Portanto, nota-se que a cadeia de produção do etanol apresenta-se, do ponto de vista do consumo de materiais fósseis, extremamente eficiente e tende a se tornar ainda mais com o desenvolvimento de setores como a álcoolquímica. Estes novos setores correlatos à indústria do etanol devem trazer novos materiais renováveis e biodegradáveis reduzindo, assim, o impacto dos materiais consumidos pela população brasileira.

4.3.2 Impacto ambiental do etanol - produção e uso

Os impactos no meio ambiente, considerados na produção agrícola em geral, devem ser vistos em relação à cultura da cana, assim como os relacionados com a produção industrial e uso final. Eles incluem a poluição do ar, localmente, na queimada da cana e no uso do etanol combustível; as emissões de gases de efeito estufa, em todo o ciclo de vida; os impactos do uso de novas áreas, inclusive na biodiversidade, os impactos na conservação do solo, erosão, no uso de recursos hídricos e na qualidade da água e no uso de defensivos e fertilizantes.

As restrições legais ao uso do solo, visando proteger o meio ambiente, são objetos de legislação extensa no Brasil. Esta mudança aparece na legislação ambiental com a resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 01/1986, impondo a necessidade da elaboração de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para a obtenção de licença para atividades que possam alterar significativamente o meio ambiente. A Resolução CONAMA nº 01/86 de 23/01/86, artigo 1º, define impacto ambiental como:

...qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais.

No artigo 20, são relacionadas as atividades que dependem do EIA/RIMA para obterem licenciamento. Incluem estradas, pontes, unidades industriais e agroindustriais - incluindo destilarias de álcool - entre vários outros que, em função da sua dimensão e/ou localização ou potencial modificador do meio, “deverão ter seus impactos identificados, interpretados quanto a sua magnitude e relevância, grau de reversibilidade, propriedades cumulativas e sinérgicas e a distribuição do ônus e benefícios sociais”.

4.3.2.1 Emissão de gases

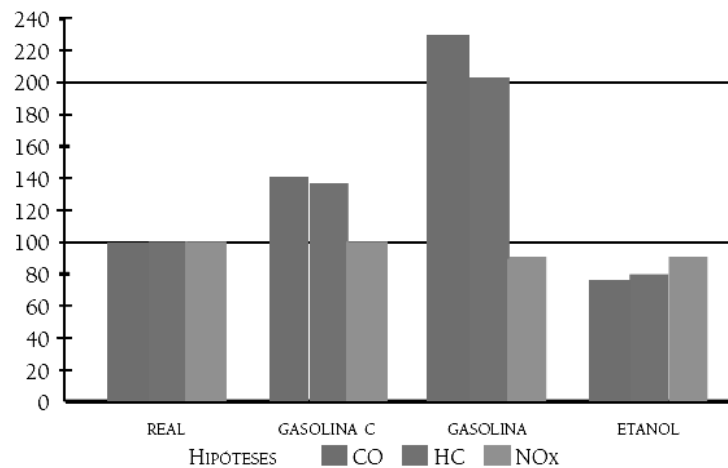
A poluição atmosférica é um grande desafio para o desenvolvimento sustentável no mundo, pois causa danos à saúde humana e aos eco-sistemas de várias formas. Monóxido de carbono (CO), material particulado (MP), óxidos de enxofre (SOx), óxidos de nitrogênio (NOx), compostos orgânicos voláteis (COV), ozônio troposférico (oriundo de reações na atmosfera que envolvem principalmente COV e NOx) e chumbo têm sido problemas sérios na maioria dos grandes centros urbanos, similarmente ao que acontece em muitas outras cidades do mundo. O MP (com a contribuição de NOx e SO₂) tem sido associado a dezenas de milhares de mortes prematuras nos Estados Unidos e outros países; o CO está associado a vários efeitos cardíaco-respiratórios e neurológicos e também é um gás de efeito estufa (GEE); o ozônio troposférico, outro GEE, ataca materiais e prejudica a agricultura além de ser irritante das vias respiratórias; o NOx e o SOx, além de afetarem a saúde também contribuem para a acidificação das chuvas, reduzindo a produtividade agrícola dentre outros efeitos indesejados e o chumbo tem efeito tóxico e cumulativo nos organismos vivos.

A Agenda 21 estabelece como objetivo eliminar riscos “inaceitáveis ou não razoáveis” da poluição do ar “até o limite economicamente possível” e recomenda ações para controle da poluição do ar tanto nas áreas urbanas como através das fronteiras geográficas. Claramente, a chuva ácida, o ozônio troposférico, as partículas finas e os GEE merecem atenção especial no contexto da poluição transfronteiriça, pois o que de fato acontece é que a poluição é transportada pelo ar a regiões não poluidoras, mas que são afetadas pela poluição de terceiros.

No caminho da discussão do etanol e de seus impactos no meio ambiente, foi realizado em 1989 um estudo para a Região Metropolitana de São Paulo, que comparou a emissão de poluentes por veículos operando com etanol, gasolina C e gasolina pura. Como referência, foi adotada a situação real da frota de veículos leves à época, formada por 76% de veículos alimentados com gasolina C e 24% somente com etanol (vide gráfico 3) - UNICA (2007).

De acordo com MACEDO (2005), o estudo indicou que se a frota fosse operada exclusivamente com gasolina pura haveria um aumento de 130% na emissão de CO, de 100% na de HC e uma redução de 10% na emissão de NOx em relação ao cenário de referência. No caso de uso exclusivo de gasolina C, haveria aumento de 40% para a emissão de CO e de 37% para HC, sem alteração na emissão de NOx. Finalmente, se o cenário considerasse somente o uso de etanol haveria uma redução de 23% para CO, 20% para HC e 10% para NOx. O estudo evidencia a importância ambiental do uso do etanol, seja em mistura com a gasolina ou não, e demonstra o acerto da decisão para a sua utilização. Pode-se inferir do estudo que os níveis de poluição atmosférica da região da grande São Paulo, que na época eram bastante elevados, particularmente para CO, teriam sido ainda mais críticos que os observados sem o uso do etanol. O estudo representa, também, uma indicação da relevância ambiental do produto para as demais regiões urbanas do país.

Gráfico 3 - Emissão de Gases



Fonte: Confederação Nacional da Indústria, Veículos Automotores "O Proálcool e a Qualidade do Ar",

De acordo com o enunciado pela UNICA (2007), pelo fato de ter elevada octanagem, o etanol tem substituído com sucesso o uso de aditivos tóxicos à base de chumbo. Em termos de emissões atmosféricas, o uso do etanol vem contribuindo para a redução de poluentes importantes como o monóxido de carbono (CO), óxidos de

enxofre (SO_x), partículas (MP) e de vários compostos orgânicos tóxicos como: benzeno, tolueno, xileno e 1-3 butadieno.

4.3.2.2 Utilização dos recursos hídricos

De acordo com um estudo feito por MACEDO (2005), o Brasil possui a maior disponibilidade hídrica do mundo. As terras cultivadas pela agroindústria brasileira utilizam, em sua grande maioria, água proveniente de chuvas. De um modo geral, pode-se dizer que alguns problemas ambientais decorrentes de irrigação observados em muitas lavouras de cana e beterraba no mundo, não ocorrem no Brasil. Uma avaliação da EMBRAPA classifica hoje os impactos das lavouras de cana na qualidade da água no nível 1 (nenhum impacto).

O fato da cultura da cana-de-açúcar no Brasil não utilizar irrigação é de grande importância na redução de impactos ambientais (não só pelo menor uso da água como também por evitar arraste de nutrientes, resíduos de agrotóxicos, perdas de solo etc). A água entra nas usinas com a cana (cerca de 70% do peso dos colmos) e com a captação para usos na indústria. A água captada é usada em vários processos, com níveis diferentes de reutilização; uma parcela é devolvida para os cursos de água, após os tratamentos necessários, e outra parte é destinada, juntamente com a vinhaça, à fertirrigação. A diferença entre a água captada e a água lançada é a água consumida internamente (processos e distribuição no campo).

4.3.2.3 Utilização de químicos na produção canavieira

A utilização de defensivos e fertilizantes agrícolas altera a condição natural do solo, além de afetar a qualidade dos recursos hídricos (rios e águas subterrâneas). A preocupação com o impacto do uso de defensivos agrícolas está presente em várias

instâncias da Agenda 21, que prevê ações específicas de controle. O uso de novas tecnologias baseado em modificações genéticas de plantas é uma promessa (redução de defensivos), mas leva a cuidados adicionais. Idealmente, seriam usados controles biológicos e, na medida do possível, técnicas da agricultura “orgânica” (MACEDO, 2005).

Entre as principais pragas da cana, os controles da broca (praga mais importante) e da cigarrinha são biológicos. A broca tem o maior programa de controle biológico no país. Formigas, besouros e cupins têm controle químico. Tem sido possível reduzir muito os defensivos, com aplicações seletivas. Doenças da cana são combatidas com a seleção de variedades resistentes, em grandes programas de melhoramento genético. Este procedimento tem sido suficiente para resolver, com a substituição de variedades, ocorrências de grandes proporções como o vírus do mosaico (1920), o carvão e ferrugem (anos 1980) e o vírus SCYLV (anos 1990). Modificações genéticas (em fase de testes de campo) produziram plantas resistentes a herbicidas, ao carvão, ao vírus do mosaico, ao vírus SCYLV e à broca da cana.

4.3.2.4 Situação sócio-econômica da cadeia canavieira

Responsabilidade social é um termo usado para descrever ações na área de negócios ligadas a valores éticos: conformidade legal, respeito às pessoas, comunidades e meio ambiente. Mais especificamente, é o entendimento dos negócios como uma parte integrada da sociedade, contribuindo diretamente para o seu bem-estar, preocupando-se com os impactos sociais das políticas e práticas dos negócios; os impactos do negócio específico nos níveis abaixo e acima na cadeia de valores; os impactos das contribuições voluntárias dos negócios nas comunidades que afetam (MACEDO, 2005).

O acompanhamento das condições de vida da mão-de-obra rural no Brasil está entre os principais desafios para que o país possa atender as recomendações da

Agenda 21. Os tópicos acolhidos cobrem uma gama extensa de aspectos da vida humana e requerem acompanhamento por meio de um sistema criterioso de medida. Sob os preceitos maiores, ali estão propostas que nações jamais tinham se preocupado em quantificar. E mesmo que a posição contrária de alguns governos como o dos EUA tenha dificultado a implantação de alguns desses conceitos, houve progresso considerável. Descentralização nas decisões e valorização da existência humana figuram entre as condições necessárias à evolução da consciência ambiental, com particular atenção para os espaços ocupados por atividades até então consideradas de menor desenvolvimento relativo, caso da agricultura. Daí o conceito do desenvolvimento sustentável e a preocupação com os métodos usados para contabilizar problemas e ações em curso para saná-los (MACEDO, 2005).

Estima-se que a cadeia da agroindústria canavieira empregue cerca de um milhão de trabalhadores de forma direta e alguns milhões de forma indireta entre a produção da cana de açúcar e a fabricação de etanol e açúcar. Devido ao uso intensivo e descentralizado de mão de obra pelo interior do país, a atividade reflete um histórico de inserção social e, atualmente, é responsável pelo processo de redução dos fluxos migratórios para as cidades. A indústria canavieira investe cerca de US\$ 10mil por emprego criado, enquanto a de bens de consumo demanda US\$ 44 mil para criar um posto de trabalho. Na petroquímica, esse investimento chegava a US\$ 200 mil.(UNICA2008)

Comparando com a média brasileira de 55% de formalidade, a área agrícola do setor da cana apresenta hoje 68,5% (evoluindo de 53,6% em 1992). No Centro-Sul, a produção de cana tem 82,8% de formalidade e em São Paulo atinge 88,4% (2003). Além de carteira assinada, os trabalhadores de usinas do setor em São Paulo são alvos de ações socialmente responsáveis nas áreas de educação, habitação, meio ambiente e saúde, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida em centenas de municípios brasileiros. As unidades produtoras mantêm, no Brasil, mais de 600 escolas, 200 creches e 300 ambulatórios médicos.

De acordo com a ÚNICA (2007), uma pesquisa realizada no Estado de São Paulo obteve respostas de 50 empresas sucroalcooleiras, constatando que 34 milhões de pessoas, residentes nos 150 municípios da sua área de influência direta, foram por

elas beneficiados direta ou indiretamente. Abaixo, estão listados alguns indicadores do relacionamento das organizações que responderam ao questionário:

- 95% das empresas possuem creche/berçário;
- 98% das empresas possuem refeitório;
- 86% oferecem alojamento para a mão-de-obra de outras localidades;
- 84% das empresas já têm programas de participação nos lucros ou resultados;
- 90% dos trabalhadores são registrados pelas empresas e 10% terceirizados;
- 58,3% dessas empresas já mantêm empregados portadores de deficiência nos percentuais exigidos pela lei (Art. 93 da Lei 8213/91).

Essas características suportam o reconhecimento do setor, de que o desempenho a começar pelo crescimento da produção precisa de respaldo segundo os modernos parâmetros na área de responsabilidade social, como definidos na Agenda 21.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar a cadeia do etanol aliada à ótica da necessidade de investimento em tecnologia na conquista das vantagens competitivas e do desenvolvimento sustentável. Para isso, foram colocadas em pauta as características da teoria concorrencial schumpeteriana, levando em consideração as inovações em suas diversas fases e utilizando a análise das vantagens competitivas das nações de Porter, mostrando e analisando os fatores que tornaram o Brasil líder mundial no segmento.

O desenvolvimento sustentável é um importante conceito presente no trabalho como um indutor de inovação. É tema no debate político internacional, em especial quando se trata de questões referentes à qualidade ambiental e a distribuição global de uso de recursos.

A sociedade, como um todo, acaba por sofrer as conseqüências de um problema nascido de sua relação com o meio ambiente. Os grandes problemas que emergem dessa relação são complexos e altamente correlacionados

O meio ambiente tornou-se elemento chave para repensar os valores, as ideologias vigentes e se estabelecer novas formas de pensamento e ação em todas as práticas produtivas. O tema tem se tornado um elemento vital no estabelecimento de novos paradigmas da concorrência e, por isso, aflora como importante questão para se definir os rumos futuros dos mercados e da sociedade.

No caso da indústria sucroalcooleira, vemos duas variáveis importantes na análise das suas vantagens competitivas. A primeira delas é o enorme aumento da

demanda mundial por petróleo, o que gerou um aumento significativo do custo da *commodity* e tornou o etanol produzido no Brasil um produto competitivo. Isto só ocorreu porque o país investiu ao longo dos últimos 40 anos em pesquisas que aumentaram significativamente a sua produtividade. A segunda vantagem veio com a criação do modelo de desenvolvimento sustentável apresentado pela Agenda 21 e principalmente de tratados como o Protocolo de Kyoto que criou regras limitando as emissões de carbono (o etanol é um produto que diminui as emissões de gases do efeito estufa).

A posição de liderança brasileira neste segmento é dada por diversos fatores como terras produtivas, baixo custo dos trabalhadores, enorme oferta de matéria prima propiciada por uma cultura secular, por um enorme esforço em propiciar o desenvolvimento deste setor por parte do estado brasileiro e da própria indústria sucroalcooleira que trouxe ganhos fantásticos de produtividade na cadeia de produção do combustível. Importante destacar que o governo brasileiro foi o grande promotor do desenvolvimento deste setor, pois lançou mão de um conjunto de políticas que contribuíram de forma direta para o desempenho da cadeia do etanol.

O esforço de pesquisa dado ao setor de etanol, que propicia ao Brasil uma posição confortável nesta corrida pela liderança do setor alcoolquímico, serve como exemplo para sociedade de que este tipo de investimento gera dividendos consideráveis. O investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) foi fundamental na conquista da liderança brasileira no setor de biocombustíveis e poderá aflorar outros setores da economia brasileira melhorando a competitividade das mais diversas cadeias de produção.

O etanol e sua cadeia produtiva, a partir da cana-de-açúcar, demonstram ser uma alternativa de desenvolvimento sustentável, tanto pela ótica da sua utilização quanto pela sua produção considerando, principalmente, que são menos nocivos ao meio ambiente dos que seus substitutos derivados do petróleo e outras culturas produtoras de biocombustíveis.

BIBLIOGRAFIA

BATALHA, Mario. **Gestão Agroindustrial**. São Paulo, Ed Atlas, 1997.

BLANCHARD, Oliver. **Macroeconomia Teoria e Política Econômica**. São Paulo Ed. Campus, 2001.

FURTADO, Andre; SCANDIFFIO, Mirna. A Energia do Futuro. Revista **SCIENTIFIC AMERICAN**, São Paulo outubro de 2006.

FURTADO, Celso. **Formação Econômica do Brasil**. Ed. Nacional, 2003.

GAZETA MERCANTIL. Edição de 17 de maio de 2006, caderno, B-12.

Histórico do Etanol. Disponível em <www.biodieselbr.com/proalcool/historia/proalcool-industria-sucroalcooeira.htm>. Acesso em janeiro de 2008.

KUPFLER, DAVID; HASENCLEVER, LIA. **Economia Industrial - Fundamentos Teóricos e Práticos no Brasil**. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2002.

MACEDO, Isaias de Carvalho. **A Energia da Cana –de- Açúcar**. São Paulo Ed. Berlendis, 2005.

FAPESP MARQUES, FABRÍCIO. O Etanol do Futuro. Revista PESQUISA,. São Paulo Julho 2008.

(**MME**) MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Balanço Energético Brasileiro - Exercício 2006. Disponível em <www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=1432&pagId=11459>. Acesso em 2008.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Diretrizes de política de Agroenergia. Disponível em <www.mme.gov.br/download.do?attachmentId=4520&download>. Acesso em 2008.

(**MMA**) MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Documento Agenda 21 da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=575>>. Acesso em janeiro de 2008.

PINDYCK, R.; RUBINFELD, D. **Microeconômica**. São Paulo: Ed. Prentice Hall, 2002.

PORTER, Michel. **Vantagens Competitivas**. Rio Janeiro: Ed. Campus, 1991.

REVISTA AGROANALYSIS – FGV. Disponível em <<http://www.agroanalysis.com.br/>>. Acesso em julho de 2008.

SCHUMPETER, J. **Teoria do Desenvolvimento Econômico**. Ed. Abril, 1982.

ÚNICA. **Produção e uso do Etanol combustível no Brasil**. Disponível em <www.unica.com.br/pages/publicacoes>. Acesso em janeiro de 2008.

VASCONCELOS, M. A. S.; OLIVEIRA, R.G. **Microeconômica**. São Paulo: Atlas, 2.ed., 2000.

WORLDWATCH INSTITUTE. *Biofuels for Transportations*. 2006. Disponível em <<https://www.worldwatch.org/node/4078>>. Acesso em outubro de 2008.

ZYLBERSTAJN, Decio. **Economia e Gestão dos Negócios Agroalimentares**. Editora Pionera, 2000.