

Francisco José Peixoto Rosário

COMPETITIVIDADE E TRANSFORMAÇÕES ESTRUTURAIS NA AGROINDÚSTRIA
SUCROALCOOLEIRA NO BRASIL: uma análise sob a ótica dos sistemas setoriais de
inovações

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Economia

Orientador: Professora Dra. Maria da Graça D. Fonseca

Rio de Janeiro

Julho de 2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Francisco José Peixoto Rosário

COMPETITIVIDADE E TRANSFORMAÇÕES ESTRUTURAIS NA AGROINDÚSTRIA
SUCROALCOOLEIRA NO BRASIL: uma análise sob a ótica dos sistemas setoriais de
inovações.

Rio de Janeiro, 11 de Julho de 2008.

Profª. Dra. Maria da Graça Derengowski da Fonseca, IE - UFRJ

Prof. Dr. Josealdo Tonholo, CCEN - UFAL

Prof. Dr. José Vitor Bomtempo Martins, EQ - UFRJ

Profª. Dra. Renata Lèbre La Rovere, IE – UFRJ

Prof. Dr. Luiz Martins de Melo, IE – UFRJ

AGRADECIMENTOS

Concluir um trabalho dessa natureza não é uma tarefa simples. Precisei de muitas pessoas ao longo dessa caminhada e que o registro de sua ajuda seja lembrado por todos que tiverem acesso a esse trabalho.

Inicialmente agradeço a Deus, por ter me dado perseverança, sabedoria e uma companheira que me ajudou em cada momento para concluir essa etapa tão importante em minha vida.

Agradeço também aos meus filhos, por minha ausência em alguns momentos para que esse objetivo fosse alcançado. A meus pais, por sempre ter me incentivado em alçar vôos mais altos e distantes e que me trouxe até aqui.

Um agradecimento especial a professora Maria da Graça, minha orientadora, por me conduzir pelos intrincados caminhos da teoria econômica e por me ajudar pessoalmente em momentos críticos ao longo do curso de doutorado.

Agradeço, finalmente, a todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram com a conclusão dessa importante caminhada, que para muitos seria difícil ou mesmo impossível, mas que só fez me fortalecer e crescer para chegar a este final feliz.

RESUMO

A presente tese descreve a agroindústria sucroalcooleira como um sistema setorial de inovação, como forma de entender as transformações da estrutura industrial e o conjunto de inovações que mantém essa agroindústria competitiva. A principal motivação desta tese vem do fato que a agroindústria sucroalcooleira, uma das mais tradicionais do país, estar vivendo um momento de expansão e mudanças, após quatro séculos de intervenção do governo e uma década de desregulamentação e incertezas. Diante disso, as questões relevantes para essa agroindústria no momento é como as firmas constituintes da indústria irão se comportar diante do substancial aumento da demanda nacional e internacional pelo açúcar e álcool, como as redes de agentes de inovação estão se reestruturando com o advento de novas tecnologias, e como a potencial entrada de novas firmas com novas tecnologias e novos modelos de negócio direcionados para a agroenergia, pode reconfigurar a estrutura setorial? Para responder a essas questões, inicialmente se buscou no conceito de Sistema Setorial de Inovações (SSI) o marco analítico necessário para entender melhor as questões postas. O SSI permite identificar e entender de forma mais profunda, a estrutura e os limites setoriais no processo de geração e adoção de inovações, bem como seus agentes, instituições e formas organizacionais características. Essa abordagem aplicada ao estudo da agroindústria sucroalcooleira mostrou que as fontes de inovação vêm de uma forte parceria entre o setor público e a iniciativa privada, entretanto, as condições de apropriabilidade são baixas, a cumulatividade do conhecimento é grande em relação à pesquisa em genética da cana-de-açúcar, contudo, as oportunidades de mercado são maiores que as tecnológicas. Esses fatos definiram o regime tecnológico como empreendedor, com a entrada contínua de várias firmas novas e a estrutura industrial se mantém desconcentrada e com poucas barreiras a entrada. Essa entrada de novas firmas e a heterogeneidade nas tecnologias de produção gera, internamente a indústria, grupos estratégicos distintos que foram descritos na tese em forma de uma taxonomia específica para a agroindústria sucroalcooleira.

ABSTRACT

This thesis describes the sugar and ethanol industrial sector as a Sectoral System of Innovation (SSI) as a way to understand the changing in the industrial structure and the set of innovations which maintains this industry competitiveness. The main objective of this thesis comes from the fact that the sugar and ethanol industrial sector, one of the most traditional of the Brazil, is the time of expansion and change, after four centuries of government intervention and a decade of deregulation and uncertainties. So, there are relevant issues at the moment that show how agribusiness incumbents firms will behave face the substantial increase in domestic and international demand for sugar and ethanol; how the networks of agents of innovation are re-structuring with the advent of new technologies, how the potential entry of new firms with new technologies and new business models, driven by agroenergy, can reconfigure the sectoral structure? To answer these questions, first of all was examining the Sectoral System of Innovations (SSI) concept, an analytical framework necessary to better understand the questions put. The SSI allow identify and understand in more depth, the structure and limits of the sector in the generation and adoption of innovations, as well the economic agents, institutions and organizational forms properties. This approach applied to the study of sugar and ethanol industrial sector showed that the sources of innovation comes from a strong partnership between the public sector and private initiative, however, the conditions of appropriability are low, the cumulativeness of knowledge is great in regarding by genetic research in the sugar-cane, however, the market opportunities are greater than the technology opportunities. These facts defined the technological regime as entrepreneur, with the continued entry of several new firms and industrial structure remains no concentrated and with few barriers to entry. The entry of new firms and heterogeneity of the production technologies generates, within the industry, strategic groups that were described in separate in the form of a specific taxonomy to the sugar and ethanol industrial sector.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - RIDESA - Universidades Participantes	110
Gráfico 1 - Evolução da Produção do Açúcar e Álcool no Brasil	69
Gráfico 2: Esmagamento de cana (mil toneladas).....	70
Gráfico 3 - Produção, Exportações e Consumo de Açúcar (mil/tons).....	71
Gráfico 4 – Relação produção de açúcar e taxa de câmbio de açúcar.	72
Gráfico 5 - Destino das Exportações de Açúcar do Brasil em 2005 (<i>share</i> de mercado).....	73
Gráfico 6- Evolução das Exportações Brasileiras de Açúcar (1996-2006).....	74
Gráfico 7: Produção e Comércio Mundial de Etanol (em milhões de m ³).....	76
Gráfico 8 – Vendas de veículos a álcool e gasolina em unidades (1980–2005).....	77
Gráfico 9 – Exportações Brasileiras de Álcool (US\$ mil/FOB)	78
Gráfico 10 - Produção científica em etanol, biomassa e cana-de-açúcar (base ISI).....	84
Gráfico 11 - Produção de conhecimento em países selecionados (base ISI).....	85
Gráfico 12 – Indicadores de Produtividade Agrícola e Industrial em ART	89
Gráfico 13 - Evolução da porcentagem da área total cultivada com variedades de cana-de-açúcar no Brasil. 98	
Gráfico 14 -Taxas de Concentração por Grupo Agoindustrial (2002/2006)	147
Gráfico 15 – Escalas médias de produção por grupos econômicos	155
Gráfico 16 – Evolução do número de usinas operando por ano/safra.	157
Gráfico 17: Escala Mínima Eficiente das Usinas do CS nos Períodos Estudados	160
Gráfico 18 - Mudança no perfil das unidades produtoras de Açúcar e Álcool.....	165
Tabela 1 – Evolução dos índices de concentração da agroindústria sucro-alcooleira.	148
Tabela 2 - Clusters a partir das médias móveis das safras 1996- 97 - 98. Estatísticas descritivas dos clusters (médias e desvios padrão).....	161
Tabela 3: Anova das variáveis normalizadas para o período 1	162
Tabela 4: Anova das variáveis normalizadas para o período 2	171
Tabela 5: Clusters das médias móveis das safras 1999 – 00- 01 com estatísticas descritivas dos clusters (médias e desvios padrão).	172
Tabela 6 - Clusters das médias móveis das safras 2004 – 05- 06. Estatísticas descritivas dos clusters (médias e desvios padrão).....	178
Tabela 7: Anova das variáveis normalizadas para o período 3	179
Tabela 8: Comparação do indicador de tamanho relativo da usina por período em % (EMEP).....	181
Tabela 9: Análise de variância entre os agrupamentos das usinas entre período 1 e 3 (EMEP)	183
Tabela 10: Comparativo da Produtividade Industrial a partir do ART (Açúcares Redutores Totais).....	184
Tabela 11: Análise de variância entre os agrupamentos das usinas entre o período 1 e 3 (ART)	185
Quadro 1: Variáveis Operacionais.....	12
Quadro 2 - Fontes de melhorias e inovações incrementais na agroindústria sucro-alcooleira:	87
Quadro 3 - Programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar no Brasil.....	92
Quadro 4 - Recursos do MCT assegurados para Biocombustíveis e Agronegócio.....	119
Quadro 5: Variáveis operacionais da pesquisa	135
Quadro 6: Participação de grupos estrangeiros na moagem da safra 2006/07	150
Quadro 7 – Fusões e Aquisições da Agroindústria Sucro-alcooleira (1995 – 2005).....	152
Quadro 8 - Taxonomia Proposta para os Agrupamentos de Empresas	188

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO 1	18
ANÁLISE DA INOVAÇÃO E CONCORRÊNCIA EM UM SISTEMA SETORIAL.....	18
1.1 Organização industrial e estudos setoriais	18
1.2 Estrutura industrial e progresso técnico: a visão de Sylos-Labini, Steindl e Penrose. ...	21
1.3 Sistemas de Inovação e dinâmica setorial.....	28
1.3.1 Sistemas de Inovação, padrões de concorrência schumpeteriana e regimes tecnológicos.....	30
1.3.2 Elementos analíticos dos regimes tecnológicos e padrões de concorrência.....	40
1.4 Conclusões	46
CAPÍTULO 2	48
DESCRIÇÃO DA EVOLUÇÃO E DA DINÂMICA SETORIAL DA AGROINDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA NO BRASIL	48
2.1 As regras institucionais no Setor Sucroalcooleiro	48
2.2 O Proálcool: evolução e ressurgimento	51
2.3 O fim da Intervenção Estatal e mudanças institucionais na década de 1990.....	56
2.4 Configuração do sistema de produção sucroalcooleiro	64
2.4.1 O Processo produtivo do açúcar e do álcool	65
2.4.2 A Diversificação Produtiva na Agroindústria Sucro-alcooleira.....	69
2.4.3 Características do Mercado de Álcool	76
2.4.4 Características do Mercado de Energia Elétrica para a Agroindústria Sucroalcooleira.....	80
2.5 O Sistema de Inovações Sucroalcooleiro.....	83
2.5.1 Redes de Pesquisa Públicas e Privadas na Agroindústria Sucroalcooleira: uma descrição.....	92
2.6 Conclusões	124

CAPÍTULO 3	129
METODOLOGIA PARA A ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	129
3.1 Plano amostral e instrumentos de coleta de dados.....	130
3.2 Definição das variáveis operacionais.....	134
3.3 Método de tratamento dos dados	136
3.3.1 A análise de aglomerados.....	137
3.4 Conclusões	144
CAPÍTULO 4.....	145
Padrão de Concorrência e Taxonomia para as Empresas da Agroindústria Sucroalcooleira no Brasil	145
4.1 Padrão de Concorrência da Agroindústria Sucroalcooleira no Brasil.	145
4.2 Análise dos clusters de usinas e suas caracterizações.....	158
4.3 Uma taxonomia a partir dos clusters de usinas	188
4.3 Conclusões	192
CAPÍTULO 5	195
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	195
REFERÊNCIAS.....	201

INTRODUÇÃO

Por mais de três décadas, o Brasil tem sido líder mundial na produção e utilização da cana-de-açúcar como matéria-prima para o álcool. Em 2006, a produção de açúcar registrou 28,7 milhões de toneladas, em 2007 a produção aumentou para cerca de 30 milhões de toneladas. Em 2007, o Brasil exportou 18,8 milhões de toneladas de açúcar, significando cerca de 40% do mercado mundial de açúcar e 3,4 bilhões de litros de álcool, atingindo de 52% do mercado internacional do produto.

Diante disso o país vem se consolidando em âmbito mundial como o principal produtor agrícola de cana-de-açúcar e o álcool brasileiro vêm se destacando como o combustível pouco poluente mais viável no curto prazo e dentro dos ditames internacionais para a redução da emissão de CO₂ na atmosfera.

Mas, num passado recente a agroindústria sucroalcooleira era aos olhos da opinião pública um reduto de uma oligarquia agrícola secular e de ineficiência subsidiada pelo contribuinte. Desde sua introdução no Brasil no século XVI, essa agroindústria passa por ciclos de decadência e ressurgimento, e geralmente esses ciclos vêm acompanhados com maior e menor inserção internacional, mostrando que a competitividade industrial dessa agroindústria é continuamente recuperada.

Entretanto, após a abertura comercial brasileira e, particularmente, após a desregulamentação dessa agroindústria, com a saída do governo nas decisões de produção, compra e venda de açúcar e álcool, as empresas que operavam nessa indústria passaram a se organizar de forma diferente e de modo mais competitivo e eficiente.

O resultado disso foi que a partir de meados da década de 1990 o Brasil começou a despontar como o maior produtor e exportador mundial de açúcar, e a partir de 2001 como o maior exportador mundial de álcool.

Essa mudança competitiva refletiu um esforço de 30 anos de pesquisa em cultivares melhores, nativos e adaptados as condições específicas de solo e clima brasileiros. Por outro lado, empresas anteciparam as novas condições de mercado e mantiveram o crescimento da produção industrial e ano após ano essa agroindústria vem aumentando de forma significativa sua produção de cana, açúcar, álcool e energia elétrica.

O novo cenário desenhado pelo ambiente competitivo vem mostrando que a competitividade da indústria pode ser resultado do aumento do nível tecnológico das empresas e do aprofundamento da diversificação produtiva, que é resultado exatamente de novas tecnologias e novas formas de organizar, produzir e distribuir os produtos da agroindústria sucroalcooleira.

Assim, o problema que se mostra é como entender as mudanças nessa indústria e como as inovações adotadas garantiram no passado e podem garantir no futuro a competitividade da agroindústria sucroalcooleira. Além disso, como as transformações industriais podem ser descritas e entendidas do ponto de vista analítico.

Para tanto, utiliza-se o modelo analítico do Sistema Setorial de Inovações (SSI), que segundo Malerba (2006) permite detalhar análises das inovações nos setores em termos dos processos de aprendizado e geração de conhecimento, bem como a partir das estruturas setoriais e instituições. O autor também ressalta que a descrição de mecanismos específicos, relações causais e interações entre as variáveis que compõem o sistema setorial podem ser estudadas em grande profundidade, tanto a partir de uma abordagem puramente teórica, como

por uma abordagem empírica, requerendo para tanto: o desenvolvimento de análises quantitativas, estudos econométricos e modelos formais específicos para cada caso.

Entretanto, todos os trabalhos envolvendo esse método analítico fundamentam-se em uma ampla base de informações oriundos de países com longa tradição em levantamentos de dados estatísticos para fins de estudos, como os países europeus e os EUA. Mas, nessa tese foi realizado um esforço de levantamento de dados primários e secundários sobre inovações e que possibilitasse estudar a evolução da indústria sucroalcooleira.

Desta forma, esse tipo de pesquisa e análise a respeito de setores industriais e empresas brasileiras, que respeite o rigor necessário para as pesquisas empíricas na área da economia industrial são complexas e exigem arranjos metodológicos complementares ao marco analítico original, como é o caso específico desse trabalho.

Diante disso, a primeira questão de pesquisa levantada é a seguinte:

1. A abordagem setorial de sistemas de inovação na forma proposta por Malerba (2002, 2003, 2006) possibilita analisar uma indústria específica, como o caso da agroindústria sucroalcooleira?

Essa questão de pesquisa desdobra-se nas seguintes:

2. Como está ocorrendo às mudanças e transformações no setor agroindustrial do açúcar e álcool?

3. De que forma a interação entre as redes de pesquisa no desenvolvimento de inovações está alterando o padrão de concorrência setorial?

4. Qual a regra institucional que está sendo construída através dos processos de interação entre os agentes do setor?

Essas questões de pesquisa subsidiarão o método investigativo e a aplicação das variáveis operacionais, na busca por suas respostas. Para responder a essas questões foi elaborado como objetivo principal analisar a agroindústria sucroalcooleira a partir dos elementos propostos na literatura de Sistemas Setoriais de Inovação. E como objetivos mais específicos pretendeu-se:

1. Verificar a operacionalização dessa teoria no estudo do processo evolutivo desse setor industrial.
2. Enquadrar essa indústria dentro de uma classificação proposta pelos regimes tecnológicos.
3. Descrever como as mudanças estruturais provocaram mudanças no padrão de concorrência setorial.
4. Identificar o papel das redes de agentes de inovação na nova configuração industrial do setor sucroalcooleiro.

O conjunto de variáveis operacionais da tese está fundamentado nos trabalhos de Malerba (2002, 2006) e capta as três dimensões centrais do modelo analítico desse autor, a saber: a) o domínio do conhecimento e tecnologia utilizado pelos agentes do setor; b) os agentes e suas redes de relacionamento e; c) instituições.

No quadro 1 abaixo é mostrado as variáveis operacionais em suas respectivas dimensões analíticas.

Quadro 1: Variáveis Operacionais

Dimensão analítica	Descrição de Variáveis	Operacionalização
Domínio tecnológico ligado a produção	Indicadores de estrutura de mercado.	CANAT - Volume total esmagado de cana de açúcar em toneladas, por safra. Representa a capacidade de esmagamento de cana em uma dada safra.

		EMEP - A escala mínima eficiente da planta expressa como uma porcentagem do volume esmagado pela indústria no ano/safra ¹ .
		Índices de concentração: C4, C20, HHI.
	Indicador de desempenho da firma.	ART - Volume de açúcares redutores a partir da moagem de cana. Essa variável indica o nível de produtividade da tecnologia utilizada pela usina, no tocante ao uso de variedades (teor de sacarose) e da eficiência da extração e fermentação.
Agentes e redes de relacionamento	Agentes não-mercantis de caráter privado.	Cooperativas de produtores, sindicatos patronais, empresas e centros de pesquisa, consórcios empresariais.
	Agentes não-mercantis de caráter público.	Universidades, agências governamentais, redes de pesquisa.
	Agentes mercantis ligados ao produto final.	Usinas e grupos de usinas.
Contexto Institucional	Leis, órgãos reguladores.	

Assim sendo, a pesquisa foi operacionalizada em duas fases. Uma fase de levantamento de dados quantitativos e documentais, necessários para proceder à análise subsequente. Em um momento posterior foram processados e analisados os dados coletados de modo que fossem obtidas as respostas das questões postas.

Os dados quantitativos foram organizados em variáveis que pudessem fornecer informações a respeito das mudanças na estrutura industrial ao longo do período pesquisado, que compreendeu os anos/safra de 1996 a 2006.

O tratamento de dados foi realizado utilizando o software estatístico SPSS versão 13, com o programa de análise de cluster e o software estatístico XLSTAT para o tratamento da variância entre os clusters. Para discriminar os clusters foram utilizadas três variáveis distintas, duas relacionadas com o tamanho da planta (volume de moagem por safra) e o

¹ A construção desse indicador é mostrada em Caves, Shirazi-Khalilzadeh, Porter (1975) e por Davies (1980), ambos citando os trabalhos iniciais de Weiss (1963).

market-share de cada usina (escala mínima eficiente na indústria por safra), respectivamente. A terceira variável trata do desempenho tecnológico da usina, representado pelo ART (açúcar recuperado total por safra).

As informações obtidas mostram uma variabilidade significativa entre os clusters, mas em termos de estrutura (mudanças dentro dos clusters) os resultados mostraram que existiu pouca transformação nos períodos analisados.

A contribuição dessa tese reside em três questões básicas: a) analisou um setor agroindustrial a partir de um marco analítico próprio para setores de tecnologia avançada; b) aplicou um instrumento estatístico pouco utilizado para estudos na área de organização industrial e; c) desenvolveu uma taxonomia específica para a agroindústria sucroalcooleira de modo a permitir comparações futuras que permitam a descrição e análise da evolução dessa indústria.

A tese está organizada em quatro capítulos e as conclusões de cada um deles. O primeiro capítulo tem com objetivo construir o referencial teórico/analítico para o trabalho empírico do estudo. Esse capítulo trata da descrição e conceituação dos elementos analíticos de um sistema setorial de inovações ressaltando a existência de duas abordagens que são utilizadas em conjunto para sustentar o *framework* de um sistema setorial. A primeira abordagem argumenta a respeito dos aspectos sistêmicos e institucionais da inovação, ressaltando características importantes no processo de desenvolvimento e difusão de inovações a partir de relações que estão fora do mercado, mas resultam em impactos significativos na dinâmica da concorrência em um setor industrial específico.

A segunda linha de argumentação presente no capítulo 1, diz respeito à análise das transformações estruturais de uma indústria a partir da introdução de inovações. Essas transformações são descritas em termos de mudanças no padrão de concorrência e são

explicadas a partir de utilizam variáveis tradicionais da estrutura de mercado e do comportamento das firmas para explicar mudanças nos setores industriais. Essa abordagem analítica utiliza o conceito de regimes tecnológicos como *framework* para caracterizar o padrão de concorrência *schumpeteriano* observado empiricamente, e esse conceito é complementar ao sistema setorial de inovações.

A junção dessas duas linhas de argumentação, a característica sistêmica da inovação e o padrão de concorrência *schumpeteriano* em um setor industrial, constituem o marco analítico do sistema setorial de inovações, utilizado como instrumento chave nas análises empíricas dessa tese. Esse capítulo tenta contribuir para a elaboração de um referencial de análise, baseado na característica sistêmica da inovação, para uma agroindústria que geralmente é caracterizada como tradicional e com baixa tecnologia (EID; PINTO; CHAN, 2008).

O capítulo 2 trata de uma descrição da agroindústria sucroalcooleira a partir da implantação do Proálcool. O capítulo contém a descrição da construção das principais institucionalidades da agroindústria sucroalcooleira desde o IAA, além disso, essa parte da tese relaciona as institucionalidades com o sistema de produção sucroalcooleiro e a criação das redes de agentes de inovação dessa indústria. Esse capítulo faz um resumo dos últimos 70 anos da agroindústria sucroalcooleira a respeito da construção da teia institucional, com dados históricos e informações relevantes para esse período.

Os principais resultados desse capítulo é mostrar como se constituiu a regra institucional regulamentada pelo governo federal desde a criação do Instituto do Açúcar e Alcool (IAA) e como após o fim dessa regulação a agroindústria se reorganizou a partir de organizações políticas distintas. O capítulo mostra também como se formou as redes de pesquisa que garantem a competitividade agrícola e industrial desse setor.

No capítulo 3, está descrito a metodologia da análise de aglomerados (*cluster analysis*) como o método estatístico utilizado na tese para a construção da taxonomia de firmas dentro da indústria. Seguindo a recomendação de Schumpeter (apud SCHERER; ROSS, 1990) de que a análise econômica seria mais rigorosa se fosse utilizado à história, a estatística e a teoria econômica de modo conjunto, essa tese busca utilizar uma ferramenta estatística mais apropriada para realizar estudos de taxonomias e o comportamento competitivo das firmas dentro de uma indústria em particular, segundo Peneder (2007).

Apesar de não ser um método comum em análises setoriais, a *clusters analysis* se mostra superior aos procedimentos *cut-off*, mais subjetivos e discricionários na classificação de taxonomias em estudos de setores industriais, e portanto, pode conter vieses na definição das categorias taxonômicas (PENEDER, idem).

A taxonomia extraída da análise de conglomerados é validada tanto pelas escolhas dos algoritmos específicos para essa validação, como por um tratamento de análise de variância de um fator (ANOVA), a qual referenda as diferenças entre os clusters selecionados sinalizando a validade da classificação.

No capítulo 4, encontra-se a descrição do padrão de concorrência da agroindústria sucroalcooleira, a descrição do regime tecnológico e a interpretação dos resultados da análise de aglomerados para os grupos de firmas. O padrão de concorrência encontrado na agroindústria sucroalcooleira é definido por desconcentração industrial relativa, mas existe um grupo de empresas líderes que estão impondo estratégias competitivas voltadas para a diversificação produtiva, integração vertical e um forte movimento de fusões e aquisições (F&A).

Por outro lado, a tese desenvolve uma taxonomia específica para essa agroindústria com quatro agrupamentos de empresas, a taxonomia discrimina os grupos a

partir de seus tamanhos relativos frente à indústria, do volume de cana moída por usina e a partir do desempenho tecnológico da planta industrial de cada usina. A taxonomia é composta por 4 grupos de empresas, nomeadas de: a) empresas marginais; b) empresas quase-marginais; c) empresas médias e; d) empresas progressistas.

A taxonomia tem como referência, em termos de classificação, o trabalho de Steindl (1983), pois esse autor desenvolve uma taxonomia de empresas também utilizando seus tamanhos relativos e os interpretando a partir da tecnologia empregada na produção e as conseqüentes vantagens de custos, sendo essa última variável muito relevante para a agroindústria.

Finalmente, nas conclusões serão apresentados os principais resultados e respostas das questões de pesquisa e das diversas análises desenvolvidas ao longo da tese.

CAPÍTULO 1

ANÁLISE DA INOVAÇÃO E CONCORRÊNCIA EM UM SISTEMA SETORIAL

1.1 ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL E ESTUDOS SETORIAIS

A teoria da organização industrial tem em sua gênese a estrutura teórica da microeconomia neoclássica, mas se desenvolve a partir de uma série tópicos relacionados à estrutura da indústria e do mercado e ao comportamento das firmas. Nessa abordagem teórica predominam os testes empíricos e, não raro, os fundamentos teóricos neoclássicos se mostram insuficientes para explicar os resultados observados.

Estudos industriais são importantes para se entender questões a respeito do processo de desenvolvimento nas economias capitalistas e, várias abordagens dentro da organização industrial buscam desenvolver modelos explicativos que melhor interpretem e apresentem entendimento de questões ligadas à economia industrial e sua relação com a competitividade de firmas e regiões.

Uma das abordagens pode ser descrita como o estudo das transformações industriais a partir da lógica neo-schumpeteriana, interpretando a competitividade como resultado de um conjunto de situações postas no sistema econômico circundante às firmas. Portanto, uma abordagem sistêmica, que considera em seu arcabouço explicativo os fundamentos para o surgimento de inovações e as implicações que a estrutura institucional tem para o desenvolvimento das atividades inovativas dentro desse sistema.

Essa abordagem não está dissociada do surgimento e desenvolvimento de estudos na tradição da organização industrial. Tendo nas obras de Alfred Marshall seu surgimento, a

teoria da organização industrial se desdobrou em duas vertentes distintas com as contribuições teóricas posteriores. De um lado, desenvolveu-se uma corrente mais ortodoxa que fundamenta seu desenvolvimento nos pressupostos da concorrência perfeita, presentes no modelo de equilíbrio geral walrasiano e nos modelos tradicionais da economia neo-clássica. Contudo a concorrência perfeita não é uma criação de Marshall, mas uma agregação posterior a sua obra (CORLEY, 1990).

O surgimento dessas vertentes deve-se a obra seminal de Joe Bain (apud KUPFER, 2006) a qual postula, de modo geral, que barreiras a entrada garantem preços mais altos no mercado. As primeiras formulação de Joe Bain dizem respeito ao estabelecimento de preços-limite na presença de barreiras a entrada e, nessa abordagem conhecida como hipótese estruturalista básica, definia-se que a estrutura do mercado determinava de forma direta o desempenho das firmas nesse mercado, suprimido-se da análise as estratégias assumidas pelas firmas para reagir a seu ambiente competitivo (KUPFER , 2006). Os desenvolvimentos posteriores a obra de Bain se fundamentou basicamente nos princípios da microeconomia neoclássica, que entendia a concorrência como um estado no decorrer dos anos enredou-se ortodoxo o suficiente para perder a riqueza da análise econômica.

Essas contribuições pioneiras de economistas como Mason e Bain (apud MALERBA; ORSENIGO, 1996), enfatizou a importância de algumas características invariantes observadas nas tecnologias de produção e que atuam como determinantes das estruturas e desempenhos industriais, sob o pressuposto implícito de que o comportamento microeconômico seria moldado por profundos limites técnicos a produção.

Por outro lado, a corrente mais heterodoxa da organização industrial e por assim dizer, mais realista, trabalha com princípios estruturais ricos na descrição de detalhes e análises do progresso técnico e sua influência nas estruturas industriais e no desempenho das firmas. Contudo, essa linha de investigação foi negligenciada ao longo do tempo de desenvolvimento

do *mainstream* da organização industrial (DOSI, et. al; 1997; MALERBA, ORSENIGO, 1996).

Entretanto, nessa linha de investigação os representantes principais são Sylos-Labini (1984) e Steindl (1983), e a partir desse trabalho é que os trabalhos posteriores se constroem como crítica e avanços da análise das estruturas de mercado em oligopólio.

Ambos os autores acima trabalham com o pressuposto de existência de correlação direta entre as condições estruturais da indústria com o grau de poder de mercado que uma firma pode exercer e como conseqüência no desempenho da lucratividade e dos preços médios de uma indústria. Esse pressuposto foi desenvolvido pelos autores seminais da organização industrial como Bain em 1956, Mason em 1957 e Sylos-Labini em 1967 (DOSI, et al., 1997).

Mas de um modo geral, nos trabalhos de Sylos-Labini (1984), Steindl (1983) e Penrose (2006) as empresas concorrem pela obtenção de diferenciais competitivos e criam barreiras à entrada e à mobilidade de capitais em um dado segmento. Para estes autores os impactos da adoção de novas tecnologias, de novas formas organizacionais e estratégicas e da diferenciação de produto como táticas para aumentar as vendas e a participação de mercado, causam um processo de concentração industrial e crescimento da firma.

Assim, a análise sobre a adoção do progresso técnico torna a análise tradicional da organização industrial mais dinâmica e definidas em padrões de concorrência específicas a cada tipo de setor industrial. Portanto, esses autores contribuíram para uma visão da concorrência como um processo dinâmico pelo qual as firmas menos eficientes desaparecem por perder lucros e parcelas de mercado, enquanto novas firmas entram no mercado, com novas técnicas, crescendo e ganhando mercado. Assim, indústrias surgem e desaparecem a partir da adoção ou não de novas técnicas de produção ou de gestão.

1.2 ESTRUTURA INDUSTRIAL E PROGRESSO TÉCNICO: A VISÃO DE SYLOS-LABINI, STEINDL E PENROSE

Para Sylos-Labini (1984), Steindl (1983) e Penrose (2006), a firma ao adotar estratégias que incorporem o progresso técnico redefine o sentido estático da concorrência para um processo, no qual está incluído o crescimento da firma como o ponto chave na construção de barreiras a entrada. Ou seja, as barreiras a entrada passava a ser não só um elemento estrutural, mas a própria estrutura estaria subordinada as condutas da empresa e vice-versa.

O enfoque estrutural de barreiras à entrada, construído a partir das contribuições de Bain (1959) e Sylos-Labini (1984), estabelece que a estrutura industrial submete o desempenho das firmas estabelecidas e que esse desempenho não é resultado, também, do comportamento estratégico e individual delas. Logo, o desempenho das firmas depende do nível das “barreiras estáticas estruturais”, como definidas por esses autores.

Mas críticas referentes às afirmações de Bain (idem) e Sylos-Labini (idem) argumentam a respeito da fragilidade dessas afirmações quanto às expectativas (estratégias ou condutas) das firmas entrantes acerca do comportamento das firmas estabelecidas, após a instalação de uma nova capacidade produtiva.

Por outro lado, o trabalho de Sylos-Labini (1984), permitiu evoluções futuras de modo a descrever a estrutura de mercado como relativamente estável, podendo se modificar em períodos de longo prazo, devido à dinâmica das relações industriais. Portanto, esse autor introduz nos estudos de organização industrial a percepção da concorrência como um processo. Labini (1980) em sua análise da dinâmica concorrencial traz, ainda, a discussão a questão do oligopólio concentrado ou homogêneo e o oligopólio diferenciado, ou seja, dos

padrões de concorrência a partir das estruturas de mercado partindo da constatação da crescente concentração da produção para afirmar que as empresas oligopolistas não teriam um padrão de concorrência voltado basicamente no preço.

Sylos-Labini (idem) incorpora em sua análise a possibilidade da adoção de progresso técnico como estratégia da firma, pois a tecnologia incorporada na produção iria garantir vantagens em custos para as firmas inovadoras em relação às demais firmas que não absorveram novas tecnologias. Ressaltando-se que as tecnologias propostas por Sylos-Labini (idem) são geralmente redutoras de custos e incrementais.

Para Sylos-Labini (1984) existem três tipos de inovações, a saber: 1) a produção de um novo bem, 2) a variação das técnicas de produção dos já existentes e; 3) a variação da qualidade dos produtos. Em todos os casos, surgem oportunidades e decisões de investimento, motivadas pela diminuição dos preços dos fatores produtivos, ou seja, pela queda dos custos de produção, pela diminuição do custo do dinheiro ou por um aumento de demanda (VIAN, 2008).

Então as inovações, como instrumento de conduta estratégica, constituem elemento importante para a construção de barreiras a entrada e, portanto, permitir lucros extraordinários para a firma. Com isso, é possível afirmar que as inovações afetam as decisões de investimento nas firmas ao criar expectativas de lucros e aumentar a capacidade financeira da firma no futuro, permitindo que as firmas inovadoras cresçam mais rapidamente quando há um fluxo contínuo de inovações.

Quanto ao tamanho da firma, Steindl (1983) e Penrose (2006) rompem em definitivo com a idéia de firma representativa e homogeneidade de tamanho das firmas em uma indústria ao desenvolverem, mesmo que de forma diferentes, uma teoria do crescimento

da firma. Esses autores argumentam que uma teoria da firma e da concorrência deve abordar o desenvolvimento interno da firma, fato que a teoria da organização industrial de cunho mais ortodoxo trata de forma incompleta.

Esses dois autores em particular, tentam desenvolver um escopo mais dinâmico quanto ao crescimento das firmas, e Steindl (1983) em particular, mostra como isso causa transformações na estrutura industrial. Em comum, Steindl e Penrose apresentam rejeição a idéia de equilíbrio e estabilidade das firmas e das estruturas de mercado, bem como aceitam a existência de economias de escala. Para esses autores, não são as restrições externas de demanda e de tecnologia que impedem o crescimento da firma, mas restrições internas como suas capacitações gerenciais e tecnológicas (PENROSE, 2006) ou limites ao acesso de financiamento e ativos físicos, especificamente maquinários (STEINDL, 1983).

Steindl (1983) discute a influencia do progresso técnico em termos de aumento das economias de escala nas firmas, o contexto de sua análise foi o aumento da concentração industrial no processo de maturidade e estagnação do capitalismo americano. Em sua obra *Maturidade e Estagnação no Capitalismo Americano*, na 1ª edição de 1952, Steindl argumenta que existe uma vantagem para as grandes empresas devido às economias de escala. Isso implica em assumir a existência de melhorias na produtividade que ocorrem em um ritmo desigual entre empresas de uma mesma indústria e produz diferenças nos custos de produção, mesmo entre empresas de mesmo tamanho. A existência dessas diferenças nos custos resulta em rendas diferenciais para as empresas que incorporavam melhorias em suas máquinas e equipamentos (STEINDL, 1983).

Diante disso, Steindl (1983) introduz uma análise mais dinâmica da estrutura industrial. Para esse autor, as empresas com diferentes níveis do custo de produção, podem conviver na mesma indústria devido à concorrência imperfeita com uma tendência geral a

rigidez dos preços (STEINDL, 1983). Quando os preços são rígidos, inovações redutoras de custos conduzem, num primeiro momento, a um aumento das margens de lucro das empresas inovadoras. Se o nível do excesso de capacidade para as empresas com mais baixo custo unitário de produção está dentro dos limites aceitáveis, essas empresas "progressistas" não têm qualquer incentivo para reduzir os preços. Isso permite que as empresas de alto custo sobrevivam, mesmo quando as empresas "marginais" não tenham acesso às tecnologias redutoras de custos.

Steindl insere em seu trabalho a questão do risco, e sustenta o argumento de sua análise do risco que o investimento por parte das empresas está ligado ao volume de sua acumulação interna. Pois, quanto mais elevados forem os lucros obtidos pelas empresas progressistas, menos ariscado será conduzir a expansão de sua capacidade produtiva em relação aos marginais empresas, assim, eventualmente, essas empresas tornam-se progressivamente as maiores empresas do setor. Se o número de produtores marginais é constante, a indústria está sujeita a concentração relativa, no sentido de que existirá uma maior taxa de crescimento da indústria e o aumento do *market-share* para um número limitado de grandes firmas (STEINDL, 1983).

No entanto, uma elevada taxa de crescimento da demanda da indústria irá atrair novos entrantes, que geralmente são pequenas empresas e de custo relativamente mais elevado, podendo atenuar o processo ou mesmo o início da concentração relativa.

Quando o progresso técnico aumenta os lucros das empresas progressistas, há um aumento da taxa interna de acumulação para o conjunto da indústria e um aumento na taxa de crescimento da capacidade da indústria. Em um inesperado excesso de capacidade surge quando a taxa de crescimento da capacidade indústria sobe para, eventualmente, ultrapassar a taxa de expansão da demanda da indústria. Então, as firmas progressistas reagem a esse

excesso de capacidade não planejada através de uma concorrência agressiva de preços ou esforço de vendas. Por outro lado, as firmas marginais não conseguem corresponder à agressiva concorrência devido a menor margem de lucro, de modo que elas perdem parcelas de mercado para as empresas progressistas. Em alguns casos, eles vão à falência ou saem da indústria. Além disso, a redução da margem de lucro desencadeia um processo de dissuasão a entrada de novas firmas. Nesse momento, a concentração da indústria é absoluta, no sentido de que, com a diminuição do número e dimensão das empresas marginais, há um decréscimo do total das vendas das pequenas empresas e um aumento do total das vendas de grandes empresas (STEINDL, 1983).

A análise de Steindl (1983), além de descrever uma teoria da concentração industrial, mostra como a dinâmica industrial define essa concentração e, portanto, define a estrutura de mercado como um elemento endógeno e influenciado pelas estratégias empresariais. Pois, é a introdução de inovações e a apropriação privada dos benefícios dessas inovações, seja através das reduções dos custos de produção seja através da redução do risco financeiro das grandes empresas, que garante o crescimento e a heterogeneidade de tamanhos das firmas em uma indústria e, por conseguinte, a estrutura dessa indústria.

Edith Penrose foi uma das autoras que também romperam com os princípios neoclássicos do conceito de firma. Para essa autora, as firmas são um conjunto de recursos produtivos que são organizados num padrão administrativo que define o total e o tipo de “serviços” que os recursos podem render (FOSS, 2007). Essas firmas eram grandes empresas, dotadas de capacidade de sobreviver a seus fundadores e de planejar seu crescimento, e a autora não considerava limites ao crescimento das empresas, não existindo um tamanho ótimo nem uma lucratividade máxima.

Penrose (2006) direciona sua análise para os fatores internos e potencializadores do crescimento da firma em detrimento aos fatores externos e que possam restringir esse crescimento (o mercado, por exemplo). Esses fatores internos são os responsáveis pela articulação entre os recursos produtivos de propriedade da empresa, na geração de serviços diferenciados, e esses serviços por sua vez, são resultados dos conhecimentos e experiência acumulados pela firma no processo histórico de crescimento. Mas, a potencialização ou atenuação do impacto desses serviços na taxa de crescimento da firma está relacionada de alguma forma com os esforços de pesquisa e desenvolvimento realizados internamente nas empresas (SZMRECSARYI, 2001).

Diante disso, Penrose (2006) foca seu trabalho no crescimento da empresa como resultado de inovações que conduzam a novos serviços e novas combinações de recursos produtivos. Essa interpretação aproxima Penrose (idem) a Schumpeter (1961) ao enquadrar a firma como uma entidade que busca lucro e crescimento através de inovações, ao invés de ser maximizadora de lucros.

Na verdade, Penrose (2006) argumenta que, nas maiores e mais bem sucedidas firmas os lucros são desejados como o único modo de garantir a sobrevivência da própria empresa, e a fim de facilitar um fluxo contínuo de lucros no longo prazo, a firma sustenta sua expansão através da criação, desenvolvimento e combinação de recursos e capacidades que geram vantagens competitivas e oportunidades de crescimento para a empresa.

Assim, a autora alegou que a contínua busca por lucros e aumento da taxa de investimento de longo prazo torna a taxa de crescimento da empresa dependente da adaptação inovadora e da ampliação da base de recursos da empresa. Então, em acordo com Schumpeter (1961), Penrose (2006) considera que a inovação é a única base confiável para o crescimento de longo prazo das empresas, se diferenciando de ganhos de curto prazo obtidos a partir de

práticas monopolistas ou de poder de mercado, pois segundo a autora, crescimento de longo prazo baseados exclusivamente na proteção via poder de mercado não são comuns, ao passo que inovações sustentadas de modo menos efêmero vantagens competitivas nas grandes empresas (PENROSE, 2006).

Assim, por meio das inovações Penrose (*idem*) mostra como e porque as firmas mais eficientes e maiores são geralmente mais diversificadas e integradas verticalmente. Por outro lado, a diversificação produtiva ocorre em sua maioria a partir de uma base de especialização que se fundamenta num conjunto de tecnologias e capacitações amplamente dominados pela empresa e desenvolvidos, geralmente, a partir de grandes investimentos em P&D (SZMRECSARYI, 2001).

Em suma, Sylos-Labini (1984), Steindl (1983) e Penrose (2006), cada um ao seu modo, desenvolve um conjunto de argumentos importantes que possibilitam analisar de forma apurada as transformações estruturais que ocorrem numa indústria. A abordagem alternativa ao *mainstream economics* utilizada por esses três autores resultou numa visão dinâmica da organização industrial e ampliou o debate sobre a evolução das indústrias como um todo. Em comum, esses autores tratam a questão das inovações como ponto chave para entender os padrões de mudança nas organizações econômicas e em suas estruturas, não só em termos de condições de entrada e saída de empresas, mas também em termos de integração vertical, diversificação, a criação e as restrições de relacionamentos e as redes entre as empresas e a evolução do papel das instituições.

1.3 SISTEMAS DE INOVAÇÃO E DINÂMICA SETORIAL

Mudanças nas estruturas industriais requerem progressos nos métodos de produção de modo a envolver tanto novas tecnologias, como novas formas de organizar a produção e as regras institucionais vigentes.

Quanto ao progresso técnico e a organização da forma de produzir, Schumpeter (1961) já relaciona esses fatos como a própria forma da concorrência, descartando, pois os ajustes para o equilíbrio de preços e quantidades como forma de competição intra-firmas em uma indústria, mas definindo em sua teoria a inovação como elemento de desequilíbrio estrutural em uma economia capitalista:

“[...] processo de mutação industrial – se é que podemos usar esse termo biológico – que revoluciona incessantemente a estrutura econômica a partir de dentro, destruindo incessantemente o antigo e criando elementos novos. Esse processo de destruição criadora é básico para se entender o capitalismo (SCHUMPETER, 1961, p. 106)”.

Essa visão da inovação em Schumpeter (1961) define que a concorrência de mercado é um processo de busca incessante por lucros que provoca alterações em toda a estrutura do capitalismo. Sob inspiração dos trabalhos de Schumpeter (1961, 1985), surge a abordagem neo-schumpeteriana, que se constituiu teoricamente, em certa medida, ao reforço da contraposição às representações neoclássicas da tecnologia e do progresso técnico e oferece uma análise da tecnologia que coloca a dinâmica tecnológica como motor do desenvolvimento das economias capitalistas.

A inovação tecnológica é central na explicação da dinâmica econômica em teorias que possuem influências neo-schumpeterianas, pois constitui o principal fator: a) de crescimento e de dinâmica do sistema econômico e; b) de geração e sustentação de assimetrias e de diferenciais de competitividade de firmas/regiões ou países que se expressam na obtenção de maiores margens de lucro e/ou *market-shares* (NELSON, 2006).

Dessa forma, a competitividade está associada à posse de vantagens absolutas de custo, qualidade e/ou desempenho, desenvolvidas a partir de processos complexos de aprendizado tecnológico. Esse aprendizado apresenta característica de ser parcialmente tácito, e não codificável e específico aos processos, sendo indissociáveis da execução das atividades produtivas, que permite a apropriabilidade privada do conhecimento tecnológico (DOSI, 1988).

Nesse contexto, a firma é o agente focal da análise econômica e representa os avanços na competitividade, pois é nela que as estratégias são definidas, a partir das restrições ambientais (principalmente as decisões relativas ao investimento) e é no processo de desenvolvimento interno da firma que ocorre a geração de competências e de rotinas que, por sua vez, sustentam a geração de diferenciais de poder de mercado e competitividade (RAHMEYER, 2007).

De modo geral, os autores da vertente neo-schumpeteriana da firma estão voltados em seus trabalhos para “à análise dos processos de geração e difusão de novas tecnologias em sua natureza e impactos, destacando sua inter-relação com a dinâmica industrial e a estrutura dos mercados, neste último caso inclusive lançando mão de modelos de simulação” (POSSAS, 1988). Esta corrente do pensamento econômico, além de assumir um caráter dinâmico adota, como critério metodológico, o desequilíbrio e a incerteza, e, como princípio teórico, a concorrência no sentido posto em Schumpeter (1961).

1.3.1 Sistemas de Inovação, padrões de concorrência schumpeteriana e regimes tecnológicos.

A inovação tecnológica constitui-se em um elemento de destaque entre os fatores de concorrência das empresas modernas, e uma constatação nos diversos trabalhos a respeito do modo como a inovação ocorre nas empresas é que ela depende fundamentalmente de fontes externas.

Inicialmente, define-se o conceito de inovação utilizado nessa tese amplo o suficiente para incluir inovações em processos tanto quanto inovações em produtos. Inovações em produtos são novos ou melhores bens assim como novos tipos de serviços (intangíveis). Inovações em processos são novas formas de produzir bens e serviços. As inovações ainda podem ocorrer no sentido estritamente tecnológico ou na forma de inovações organizacionais (EDQUIST, 2005).

Segundo Dosi (1988) as inovações surgem como resultado da busca por soluções de problemas relacionados à produção, aos produtos ou aos métodos de organização da produção. O processo de busca é realizado com geração de conhecimento, que pode ser público, de fácil acesso a todos ou privado, específico. Dosi (idem) argumenta a existência de aspectos econômicos que justificam o surgimento de inovações. Esses aspectos são definidos pelas características específicas da tecnologia, e são definidos como dimensões do processo inovativo, tais como:

a) condições de oportunidade – o conhecimento tecnológico disponível possibilita oportunidades em inovações que são economicamente viáveis para as firmas;

b) condições de apropriabilidade – são condições do ambiente inovativo que permitem níveis diversos para apropriação privada dos benefícios da inovação, e com isso garantir vantagens diferenciais para a firma inovadora e;

c) graus de cumulatividade – devido a especificidade e a tacitividade de parte do conhecimento tecnológico, as firmas desenvolvem diferentes graus de acumulação de conhecimento por meio de atividades formais (laboratórios de Pesquisa e Desenvolvimento e universidades) ou de atividades informais (learning-by-doing, learnig-by-using - que mostram a natureza tácita do conhecimento).

Dito isso, é possível afirmar que as mudanças tecnológicas são resultado de um conjunto de fatores que induzem o desenvolvimento de inovações nas firmas, e que dependem não só da cumulatividade de conhecimento, mas também, da capacidade de apropriabilidade dos benefícios dessas inovações desenvolvida.

O processo de inovação nas empresas ocorrerá de forma heterogênea, dependendo das capacitações individuais das firmas para inovar. Contudo, as capacitações das firmas se mostram heterogêneas em função de dois fatores determinantes:

1) As firmas apresentam uma grande diversidade no processo de inovação devido às assimetrias tecnológicas, às variedades tecnológicas e à diversidade comportamental (NELSON, 2006b).

2) Os esforços tecnológicos das firmas mostram-se condicionados pelo paradigma e pela trajetória tecnológica².

Malerba e Orsenigo (1997) argumentam que as diferenças entre as firmas refletem nas diferenças entre indústrias ou setores industriais, pois quando se observa as especificidades entre os setores em relação a base de conhecimento, a forma de desenvolvimento e proteção da inovação e a mudança técnica nota-se que essas características

² Paradigma tecnológico pode ser definido como o “padrão” ou “modelo” de princípios derivados de conhecimentos das ciências naturais e da tecnologia existente, o qual define o campo de investigação, os problemas a serem resolvidos e os procedimentos para resolvê-los. Dentro de um paradigma tecnológico desenvolvem-se trajetórias tecnológicas, definidas como o padrão da atividade normal de solução de problemas colocados pelo paradigma. A trajetória tecnológica pode ser representada pelo movimento de trocas multidimensionais entre as variáveis tecnológicas definidas como relevantes pelo paradigma. A mudança de um paradigma geralmente implica na mudança da trajetória tecnológica (DOSI, 1988; 2006).

são similares as relatadas por Nelson e Winter (1982) referindo-se ao ambiente de aprendizado e conhecimento no qual uma firma opera (MALERBA, *ibidem* idem).

Um conjunto de características similares quanto às bases de aprendizado e conhecimento e quanto as dimensões competitivas do processo inovativo (oportunidade, apropriabilidade e cumulatividade) conformam o conceito de regime tecnológico, definido inicialmente em Nelson e Winter (1982). Das dimensões competitivas, duas são fundamentais para se entender como os regimes tecnológicos afetam a capacidade de competir através de inovações, às oportunidades tecnológicas e às condições de apropriabilidade (MALERBA, ORSENIGO, 1993; 1997).

De modo geral, o conceito de oportunidade tecnológica tem sido desenvolvido como uma explicação sobre como o conhecimento científico e tecnológico conduzem forças subjacentes as transformações percebidas em diferentes setores industriais. Dessa forma, diferenças nas oportunidades tecnológicas nos setores industriais ajuda a entender por que a tecnologia avança mais rápido em alguns setores e em outros não (NELSON; WINTER, 1982; DOSI, et al., 1997). O outro conceito importante é a apropriabilidade, que diz respeito às vantagens competitivas e aos possíveis lucros extraordinários obtidos a partir dos esforços de P&D. Por último, a combinação do grau de cumulatividade do conhecimento na firma/setor e a propriedade da base tecnológica vigente no setor, definem o nível de complexidade da tecnologia/conhecimento existente no setor industrial que implicará na velocidade de difusão da tecnologia (MALERBA, ORSENIGO, 1993; 1997; BRESCHI, et al., 2000).

Dentre as tipologias existentes para explicar o comportamento inovativo das firmas, a abordagem desenvolvida e testada por Malerba e Orsenigo (1997) e Breschi, et al. (2000), mostra como se conformam as diferenças tecnológicas observadas entre setores industriais. Breschi, et al. (2000) argumentam que a estrutura industrial reflete o resultado da

concorrência schumpeteriana e do regime tecnológico (aprendizado) específico ao setor industrial, que por sua vez pode resultar em indústrias estáveis ou dinâmicas, desestabilizando-se em momentos de rupturas inovativas (destruição criadora).

Essas propriedades, que definem um regime tecnológico, estabelecem limites à concorrência schumpeteriana (via inovações) em uma indústria. A dinâmica industrial, definida pelo nível da concorrência schumpeteriana, contudo, pode ser vista no nível da firma e a partir de suas características analisadas em termos da estabilidade dos inovadores, concentração industrial e a importância de novos entrantes (MALERBA, ORSENIGO, 1997).

Nessa tese, a importância do conceito de regimes tecnológicos se encontra na possibilidade de explicar as transformações industriais a partir das dimensões competitivas do processo de inovação dentro da abordagem de Sistemas Setoriais de Inovação (MALERBA, 2002; 2003; 2005).

Estudos setoriais sobre inovações têm mostrado que o fenômeno difere profundamente de um setor para outro, e várias abordagens são utilizadas pela análise econômica para explicar as características, as fontes e os impactos da inovação no sistema econômico.

A abordagem mais tradicional de estudos setoriais são os trabalhos dentro da tradição de estrutura-conduta-desempenho. Estes estudos têm analisado a estrutura de um setor industrial a partir de variáveis como concentração, integração vertical, diversificação, entre outras; a dinâmica setorial a partir do progresso técnico, condições de entrada, crescimento das firmas e a interação entre as firmas em termos de comportamento estratégico (MALERBA, 2006).

Essa tese adota o conceito de sistema setorial de inovação (SSI) proposto por Breschi e Malerba (1997) e Malerba (2002, 2003, 2005). Esse conceito permite identificar e entender de forma mais profunda, a estrutura e os limites setoriais no processo de geração e

adoção de inovações, bem como os agentes, instituições e formas organizacionais características de diferentes setores industriais (MALERBA, *ibidem*).

Na verdade, a abordagem de sistema setorial consolida a idéia da existência da multiplicidade de interações entre os agentes no sistema e no ambiente geração da inovação. Tendo a firma como o agente central do sistema, essa abordagem busca descrever as interações entre os agentes e instituições no processo de geração e difusão das inovações.

Quanto a sua abordagem setorial, o conceito de sistemas de inovação avança para entender o comportamento de um setor industrial e incorpora elementos dinâmicos como aprendizado e geração de conhecimento, para complementar, e às vezes extrapolar, a análise industrial tradicional para uma análise setorial, ampla e sistêmica. Indo além das considerações a respeito da concentração, entrada e saída e crescimento das firmas de uma indústria, em sua forma estática.

Mais importante ainda, o conceito de Sistema Setorial de Inovações - SSI explora dimensões que vão além das relações de mercado dentro da indústria. Em um SSI, são consideradas relações fora do escopo de um mercado específico e entre organizações fora do âmbito da indústria em questão, mas que faz parte da teia de relações que conduzem ao aumento da geração e difusão de inovações e da produtividade em todo setor industrial.

Segundo Malerba (2002), a noção do SSI é complementar a outros conceitos de sistemas de inovação, em relação ao corte espacial/geográfico. Complementa, por exemplo, o sistema nacional de inovação que tem como foco os limites nacionais e as organizações e instituições além das firmas (FREEMAN, 1993); o sistema regional de inovação (COOKE, 2001) e o sistema tecnológico, no qual o foco se atém nas redes de agentes e suas interações para a geração, difusão e utilização de tecnologias (CARLSSON et al., 2002).

A noção de sistema setorial de inovação (SSI) é originária dos conceitos tradicionais de setor industrial, e pode ser considerada como uma evolução do trabalho seminal de Pavitt (1984). Esse autor, em seu trabalho original, inicia a tradição de incorporar elementos dinâmicos na análise setorial numa tentativa de ampliar o escopo explicativo das tipologias estáticas de oligopólio - proposto por Sylos-Sylos-Labini em seu livro *Oligopólio e Progresso Técnico* (1984), e tenta também explicar as mudanças estruturais na indústria a partir da idéia de progresso técnico proposto por Steindl, em seus diversos trabalhos.

Segundo Malerba (2005), as forças que explicam a dinâmica dos SSI (Sistemas Setoriais de Inovação) podem ser encontradas através do conceito de Regime Tecnológico, que é também importante para definir e caracterizar diferentes sistemas de inovação.

A proposta de Breschi e Malerba (1997) e Malerba (2002, 2003, 2005) contribuem com a análise setorial na medida em que incorpora outros agentes, além das firmas que compõe um setor industrial. A ênfase é puxada para as relações de mercado e não-mercado e na transformação dos limites setoriais que antes eram considerados estáticos. Assim, a abordagem do SSI enfatiza a estrutura do sistema em termos de produtos, agentes, conhecimento e tecnologias, em sua dinâmica e transformação (MALERBA, 2002).

A dinâmica da transformação industrial em um sistema setorial está fundamentada no processo evolucionário de criação de variedades, replicação e seleção, e se apresenta diferente de setor para setor. O processo de criação de variedades se refere ao desenvolvimento de produtos, tecnologias, firmas e instituições, bem como as estratégias das empresas que se tornam perceptíveis a partir das decisões de investimento, entrada em novos mercados, esforço de P&D, adoção de inovações, etc. (MALERBA, 2006).

Na verdade, por trás da idéia de transformação indústria, está o conjunto de trabalhos que mostra que de alguma forma, a estrutura de mercado é função dos padrões de

mudanças tecnológicas, e vice-versa. E esses trabalhos, sugerem que existem diversas estruturas industriais que correspondem a diversos estágios do desenvolvimento da tecnologia (DOSI, 2006).

Então, para captar essa dinâmica de transformação de uma indústria a partir da complexa inter-relação dos agentes e artefatos na geração da inovação e seu posterior impacto setorial, Malerba (2006) propõe um conjunto de elementos constitutivos da análise, os quais ele chama de *building blocks*, e que servem como as “lentes analíticas” para se entender o SSI. Abaixo, os elementos a partir dos quais se deve analisar um SSI:

- base de conhecimento e processos de aprendizado;
- tecnologias básicas, insumos e demanda, com suas relações determinantes e complementaridades dinâmicas;
- tipo e estrutura das interações entre firmas e organizações não-mercantis;
- instituições e;
- processos de geração de variedade e de seleção (MALERBA, 2002; 2006).

O conhecimento e os processos de aprendizado são elementos centrais para a inovação e produção, mas são idiossincráticos e o conhecimento não é difundido automaticamente e sem custos. A base tecnológica e o conhecimento setorial são as principais restrições para a diversidade de possíveis comportamentos das firmas. Estas restrições, aliadas aos *feedbacks* do comportamento da demanda por determinados tipos de produtos, determinam os contornos e a dinâmica inovativa e econômica do setor. O conhecimento setorial está diretamente relacionado com a dinâmica do setor, uma vez que o conhecimento tecnológico setorial apresenta uma trajetória específica determinada pelos graus de acessibilidade, oportunidade e cumulatividade próprios de cada indústria (MALERBA; ORSENIGO, 1993).

Segundo Marlerba e Orsenigo (1993), acessibilidade, oportunidade e cumulatividade referem-se ao regime tecnológico ou de conhecimento vigente em um setor. O grau de acessibilidade está diretamente ligado ao grau de oportunidade tecnológica setorial, ou seja, se o acesso a novas tecnologias é fácil e a existência dessas novas tecnologias também (oportunidade tecnológica) então isso definirá a estrutura industrial em termos de concentração de mercado e de atividade inovativa. Nesse caso, a entrada de novas firmas inovadoras será fácil e a hierarquia das firmas dominantes não será estável.

Por outro lado, o grau de cumulatividade está relacionado com a capacidade e os processos de aprendizado da firma. Uma estrutura de governança que promova a integração dos ativos de conhecimento e físicos de forma que a firma obtenha ganhos de produtividade dentro de uma trajetória tecnológica determinada, permitirá que a firma obtenha o grau de cumulatividade no aprendizado tecnológico necessário para a rápida absorção do conhecimento tecnológico (DOSI, 1988; TEECE et al., 1994; TEECE, 1996).

Para esse trabalho, se dará especial atenção a definição de regime tecnológico e aos elementos que o definem como idéia de grau de acessibilidade do conhecimento tecnológico, de oportunidades tecnológicas e cumulatividade tecnológica. Sobre o primeiro, é por que um regime tecnológico é a forma de se observar como os padrões de concorrência industrial são modificados pela entrada de novas firmas através de inovações em comparação com as firmas estabelecidas na indústria em construir barreiras a essa entrada a partir de seu conhecimento acumulado (MARSILLI; VERSPAGEN, 2002).

A importância da acessibilidade foi ressaltada anteriormente, uma vez que em estruturas de mercado onde as firmas tenham amplo acesso ao conhecimento tecnológico disponível e, em função disso, as barreiras tecnológicas sejam baixas, a tendência é que haja baixa concentração (MALERBA, 2005).

A cumulatividade tecnológica é um elemento que remete a possibilidade de diversificação da firma. Pois, a tecnologia influencia diretamente no desempenho das firmas e o acúmulo de conhecimento tecnológico, permite a diversificação de forma exitosa e consistente (TEECE, et al., 1994). Esse conceito está ligado à diversificação relacionada, típica da agroindústria sucroalcooleira.

O êxito da estratégia de diversificação da empresa via “coerência corporativa³”, depende da escolha dentre os produtos/negócios que sejam relacionados uns aos outros, e que produzam economias pela sua produção e operação conjuntas. Esta coerência pode ser entendida tanto no sentido de características tecnológicas ou mercadológicas, comuns à firma.

Acima dos três elementos constitutivos dos regimes tecnológicos, se constrói o ambiente de interações entre os agentes setoriais. Esse ambiente é permeado por complementaridades de conhecimento, capacitações e especializações produtivas, reforçando as relações entre fornecedor e usuário de tecnologias. A percepção desses relacionamentos entre os agentes, dos mais diferentes tipos, dentro do SSI, determina o que Malerba (2002) chama de Estrutura Setorial, que amplia o conceito tradicional de estrutura industrial.

Enquanto numa estrutura industrial as relações mais fortes são de troca, concorrência e comando, integrados por elementos como: concentração de mercado, integração vertical e diversificação, uma estrutura setorial é composta por redes de interação entre diferentes tipos de agentes com diferentes crenças, objetivos, competências e comportamentos, afetando por fim o comportamento daqueles agentes, mesmo esses comportamentos sendo estáveis no tempo (MALERBA, 2006).

O funcionamento e a dinâmica de um SSI estão atrelados às relações estabelecidas entre os elementos dos *building blocks*. A base de conhecimento, as complementaridades e os

³ No sentido proposto por Teece, et al. (1994).

processos de aprendizagem, moldados pelas instituições, afetam os tipos de competências e as estratégias desenvolvidas pelas empresas de um setor.

Já a classificação dos Sistemas Setoriais de Inovação (SIS) é possível a partir da influência do regime tecnológico sobre os conceitos de dinâmica schumpeteriana, distribuição geográfica dos inovadores e da fronteira espacial de atuação do conhecimento no processo inovativo das firmas.

1.3.2 Elementos analíticos dos regimes tecnológicos e padrões de concorrência

Da interação entre acessibilidade tecnológica, oportunidade tecnológica e cumulatividade do conhecimento, forma-se o conceito de regime tecnológico de um setor industrial e seus padrões específicos de concorrência industrial através da inovação (MALERBA; 2005).

Esse trabalho entenderá que o conceito de regimes tecnológicos é uma forma de avançar a interpretação evolucionista da relação entre a tecnologia e as estruturas de mercado (MARSILI; VERSPAGEN, 2002). O conceito de regime tecnológico se associa a idéia de barreiras à entrada, dando o aspecto mais estrutural nessa abordagem.

A idéia inicial de regimes tecnológicos é estabelecida por Nelson e Winter (1982), que reconhecem a natureza dos limites do conjunto das tecnologias para o padrão de concorrência industrial, caracterizado como um “regime tecnológico”. A noção de regime tecnológico, para esses autores, diz respeito à tecnologia que definem a atividade das empresas no tocante a resolução de problemas produtivos. Esses autores identificaram dois diferentes regimes tecnológicos caracterizados por duas abordagens sobre a empresa inovadora feitas por Schumpeter em seus dois trabalhos de 1912 e 1942, os regimes “empreendedor” e o “rotinizado”.

Mas, de forma geral, um regime tecnológico pode ser definido como uma combinação própria de oportunidade tecnológica, apropriabilidade dos resultados das inovações, condições de cumulatividade tecnológica e propriedade da base de conhecimento.

Essas dimensões determinam a regularidade estratégica e são frutos da interdependência competitiva dos agentes de uma indústria.

Reconhecendo a herança schumpeteriana no conceito de regimes tecnológicos Malerba e Orsenigo (1997), realizam uma série de estudos empíricos, fundamentos nas premissas dos trabalhos de Schumpeter em 1912; 1942.

No trabalho de Schumpeter de 1912, a Teoria do Desenvolvimento Econômico, observa-se o empresário inovador como primeiro passo para o desenvolvimento de um novo padrão de comportamento concorrencial a partir de inovações radicais que destroem os fundamentos tecnológicos já existentes e lançam novos conceitos, mercados, formas de organização etc. Esse padrão tecnológico é chamado então de Schumpeter Mark I, apresentando altas oportunidades tecnológicas, mas baixas apropriabilidade e cumulatividade no nível da firma.

Na definição de regime tecnológico presente em Malerba e Orsenigo (1997), inicialmente não é considerado a acessibilidade ao conhecimento como elemento de um regime tecnológico, contudo, em um trabalho mais tardio, Malerba (2005) acrescenta o conceito de acessibilidade ao conhecimento em substituição ao conceito de apropriabilidade dos benefícios da inovação. A substituição é em virtude de que com maior acesso ao conhecimento, menor o grau de apropriação da inovação. Mas, de todo modo, o entendimento do conceito de regime tecnológico não fica prejudicado.

Assim, a partir dos fundamentos schumpeterianos, Malerba e Orsenigo (1997) caracterizam o regime tecnológico Schumpeter Mark I formado por empresas pequenas e inovadoras, que devido a algum tipo de descontinuidade tecnológica ou de mercado entra com mais facilidade em um novo mercado (para os empreendedores) e pode alterar a estrutura industrial. As oportunidades tecnológicas são altas e não existe um padrão competitivo claro,

pois a tecnologia geralmente é oriunda de uma fonte externa à indústria tornando seu acesso mais livre. Esse é o regime da *destruição criativa* (BRESCHI, et al., 2000).

No momento em que o mercado começa a se consolidar em grandes empresas, devido ao aumento das condições de apropriabilidade e quando as tecnologias começam a se definir como um padrão. Surge a grande empresa inovadora, típica de mercados mais concentrados, com menor grau de oportunidades tecnológicas, mas com maior grau de cumulatividade do conhecimento, que geralmente é sistematizado em laboratórios próprios de P&D. Esse é o regime da *acumulação criativa* (BRESCHI, et al., 2000).

Esse segundo tipo de regime está fundamentado no trabalho de Schumpeter de 1942, o qual é chamado por Malerba e Orsenigo (1997) de Schumpeter Mark II.

Considerando que a inovação é fruto do processo concorrencial e tomando as características das dimensões que configuram os regimes tecnológicos acima descritos, é possível afirmar que o tipo de concorrência padronizada pelas condicionantes de um regime específico define tanto as variáveis de estrutura de mercado e de conduta das empresas, de modo que os elementos explicativos da dinâmica do regime não estão distantes dos elementos explicativos da estrutura industrial, de um ponto de vista mais dinâmico.

Assim, os estudos empíricos recorrem a várias *proxys* estruturais e de conduta para explicar a transformação de um setor industrial.

A partir dos trabalhos de Malerba e Orsenigo (1997) e Marsili e Verspagen (2002) a interpretação dos regimes tecnológicos é uma forma de relacionar os comportamentos das firmas de uma mesma indústria em função da estrutura de mercado vigente e inovação, por que essas firmas compartilham condições similares de distribuição do conhecimento tecnológico e percebem de forma similar as oportunidades tecnológicas.

Logo é possível considerar os elementos abaixo relacionados como capazes de explicar a transformação industrial ocorrida em um setor em um determinado espaço de tempo a partir de padrões nos comportamentos das firmas e na estrutura de mercado. Esses elementos estão baseados nos trabalhos de Malerba e Orsenigo (1997):

1. concentração e assimetrias entre firmas de uma indústria;
2. tamanho das firmas;
3. estabilidade na hierarquia de firmas inovadoras na indústria;
4. relevância de entrantes em comparação as firmas estabelecidas.

A noção de regime tecnológico constitui uma importante ferramenta conceitual para a análise e caracterização da concorrência schumpeteriana em uma determinada indústria. A maioria dos estudos sobre este tema mostra sobre como as condições de oportunidade, apropriação e as bases de conhecimento afetam, em grande medida, a forma em que se efetivam as atividades de inovação (DOSI et al., 1997).

Assim, o conceito de regimes tecnológicos é o cerne da abordagem dos Sistemas Setoriais de Inovação (SSI). Para entender a evolução de um SSI é necessário, então, considerar os elementos analíticos dos regimes tecnológicos que influenciam a dinâmica da concorrência entre as firmas inovadoras, a distribuição geográfica das mesmas e os limites espaciais do conhecimento no processo de inovação do setor industrial.

A categorização dicotômica de dois padrões de concorrência schumpeteriana, de alguma forma são limitantes para explicar a evolução de diferentes indústrias (VON TUNZELMANN; ACHA, 2005), e quando aplicados em indústrias “low-tech” se faz necessário que se flexibilize os impactos de inovações que alterem radicalmente a estrutura da

indústria, para entender não só a dimensão da estrutura produtiva (tipo de produto, requerimentos tecnológicos e financeiros, estruturas de custos e interdependência setorial), mas também perceber as estratégias empresariais de concorrência (políticas de preço, financeira, de vendas, de expansão e de inovação), pois ambos são elementos a um só tempo "estruturais" e de "decisão", segundo Possas (1985).

Esse último conceito, de padrões de concorrência, irá permitir que se observe não só os fatores estruturais dominantes na estratégia das empresas, mas de forma integrada e concomitante quais variáveis da estrutura interferem na conduta e vice-versa, ou seja, como estrutura e conduta interagem no estabelecimento ou transformação das formas de concorrência dominantes (KUPFER, 2006).

Assim, o conceito de padrão de concorrência e regimes tecnológicos podem se apresentar como complementares, pois se de um lado os regimes tecnológicos englobam padrões de concorrência schumpeteriana *stricto-sensu*, ou seja, fundamentada unicamente em inovações de ruptura, mesmo que secundárias. Por outro lado, a noção de padrão de concorrência proposta em Possas (1985) e Kupfer (2006), ampliam as dimensões da concorrência schumpeteriana para em um espaço de competição definido (mercado ou indústria, região, nação), de modo que:

[...] vigoraria um padrão definido como um conjunto de formas de concorrência que se revelam dominantes nesse espaço. O universo de formas possíveis de concorrência engloba preço, qualidade, habilidade de servir ao mercado, esforço de venda, diferenciação de produto e outras. O padrão de concorrência seria, portanto, um vetor particular, contendo uma ou mais dessas formas, vetor esse resultante da interação das forças concorrenciais presentes no espaço de competição (as características estruturais e as condutas praticadas pelas firmas que nele atuam). Em outras palavras, as empresas buscariam adotar, em cada instante, estratégias de conduta (investimentos, inovação, marketing, compras, financiamento, etc..) voltadas para capacitá-las a concorrer por preço, esforço de venda, diferenciação de produtos, etc. compatíveis com o padrão de concorrência setorial (KUPFER, 2006).

Portanto, essa tese irá trabalhar com a perspectiva de junção de regimes tecnológicos e padrão de concorrência de modo a se adequar as limitações empíricas e de coleta de dados, fato comum em de estudos dessa natureza.

1.4 CONCLUSÕES

O entendimento de que as indústrias devem ser analisadas numa perspectiva explicitamente dinâmica não é um fato novo na teoria econômica. Desde Marshall (1982), o interesse por padrões de dinâmica e evolução industrial está no cerne dos estudos de economia industrial, desde a gênese dessa disciplina.

Apesar da consolidação do *mainstream economics* nos estudos industriais, abordagens alternativas a respeito das mudanças estruturais nas indústrias surgiram quase que concomitante a consolidação do modelo Estrutura – Conduta – Desempenho, em sua acepção estrutura-desempenho (ortodoxo). Autores como Sylos – Labini (1984), Steindl (1983) e Penrose (2006), assumem a inovação como característica central da mudança nas estruturas industriais, causando profundas transformações nos padrões de concorrência. Entretanto, esses autores não conseguem definir a origem da inovação no sistema econômico, apesar de entendê-la como primordial para sua evolução.

As transformações nas estruturas industriais são captadas a partir de variáveis oriundas dos estudos baseados numa metodologia de estática-comparativa, como por exemplo, níveis de concentração industrial, as condições de entrada e saída de empresas, a integração vertical e graus de diversificação produtiva.

A partir dos princípios da concorrência schumpeteriana, metodologias de corte neo-schumpeteriano ampliam a interpretação das variáveis estáticas citadas acima. Ao incorporar aspectos mais dinâmicos e qualitativos na análise econômica das indústrias, essas metodologias desenvolvem não apenas observações transversais de dados, mas análises longitudinais que permitam a observação da evolução das variáveis e sua posterior interpretação no comportamento das firmas e indústrias.

Diante disso, a abordagem específica dos Sistemas Setoriais de Inovação descrevem não só as transformações industriais como resultado da introdução de inovações no sistema econômico, mas também, procura entender e descrever as origens do processo de inovação, quais são seus determinantes e os impactos e toda a estrutura do setor industrial. Essa abordagem faz isso aglutinando as variáveis tradicionais da economia industrial com a descrição da criação, desenvolvimento e possíveis restrições nos relacionamentos entre os agentes, bem como as redes entre as empresas e a evolução do papel das instituições.

De forma operacional, as variáveis de trabalho para essa tese foram originadas na sistematização proposta por Malerba e Orsenigo (1997), a saber: a) concentração e assimetrias na distribuição dos tamanhos entre firmas (captadas pelo HHI); b) tamanho das firmas inovadoras; mudanças ao longo do tempo na hierarquia das firmas inovadoras e; c) a relevância das firmas inovadoras entrantes em relação às firmas estabelecidas.

Analisando de modo conjunto as variáveis acima e as novas conformações institucionais, que modificam o comportamento empresarial (estratégias) face às mudanças na estrutura de mercado, é possível obter o que se chama de padrão de concorrência, conforme definido em Kupfer, 2006.

Em suma, para entender as relações concorrenciais que ocorrem no interior de uma indústria, apenas uma só teoria não consegue dar conta do quadro como um todo. Nessa tese, para entender como a tecnologia, as alterações nas estruturas de mercado e as regras institucionais moldam as transformações e o desempenho das firmas da agroindústria sucroalcooleira no Brasil, será utilizado a abordagem de Sistema Setoriais de Inovação, com especial ênfase analisando o regime tecnológico e o padrão de concorrência que caracteriza esse setor industrial.

CAPÍTULO 2

DESCRIÇÃO DA EVOLUÇÃO E DA DINÂMICA SETORIAL DA AGROINDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA NO BRASIL

2.1 AS REGRAS INSTITUCIONAIS NO SETOR SUCROALCOOLEIRO

Até o Proálcool, a agroindústria sucroalcooleira não existia com tal. Seu principal produto era o açúcar e sua estrutura produtiva estava baseada em engenhos renovados em usinas, remanescentes da expansão da década de 1950. A partir da década de 1950, o crescimento da indústria foi caracterizado pela modernização do parque industrial e pelo aumento do consumo interno do produto. Mas, devido aos excedentes de produção, o açúcar rapidamente fez parte da pauta de exportações brasileiras, como um dos principais produtos, e o Brasil se transforma em um dos principais exportadores mundiais de açúcar.

Ainda nessa época os excedentes da produção de açúcar já era um problema. Devido aos incentivos do Instituto do Açúcar e Alcool (IAA) para modernização dos engenhos, a capacidade instalada excedeu o consumo interno e o açúcar começou a ser estocado ou transformado em álcool. Mesmo assim, os excedentes eram persistentes. Em grande medida, a persistência dos aumentos de produção refletia a proteção estatal para a indústria, garantindo preços mínimos e compra de toda a produção, através do IAA.

A partir da década de 1960 o governo aumentou a regulação e os subsídios para o setor. Soma-se a isso a criação do mercado preferencial dos EUA a partir da entrada de Cuba no bloco de influência soviético. Assim, aumentam as exportações devido à saída da Ilha do mercado americano e mundial, e se desenha um mercado cativo que até hoje é motivo de disputa pelas usinas do Nordeste. Mas a grande expansão industrial dessa fase ocorre,

primordialmente, nas usinas do Centro-Sul (CS), especificamente em São Paulo, consolidando esse estado como o maior produtor de cana-de-açúcar e seus produtos.

Ao longo de toda a década de 1960, portanto, a capacidade instalada do setor foi alavancada, saindo de 36 milhões de sacos de açúcar na safra 1956/57, para 100 milhões de sacos a partir de 1971. Cabe aqui ressaltar, que toda essa expansão ocorreu quase que exclusivamente as expensas de Estado, sob condições de subsídios e financiamentos extremamente vantajosos para as usinas e garantias de compra de toda produção por parte do IAA. Observa-se ainda a consolidação do *lobby* das usinas no Governo Federal, estando o planejamento de toda a política voltada para o setor e o controle do IAA, nas mãos dos usineiros. Todo esse crescimento, contudo, não ocorreu sem os tropeços das crises de superprodução nessa indústria ao longo dos anos de 1960.

A partir de 1968 a consolidação das políticas de exportação dos governos militares veio ao encontro dos anseios do setor, ao permitir o escoamento da produção via comércio internacional. O Governo Federal, por sua vez, atendeu prontamente aos pedidos do setor sucro-alcooleiro, a partir de três grandes programas de investimentos públicos:

- Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar (PLANALSUCAR).
- Programa de Racionalização da Indústria Açucareira.
- Programa de Apoio à Indústria Sucro-alcooleira.

Os dois primeiros programas começaram em 1971, e o último substituiu o segundo, em 1973. O Planalsucar foi o responsável pelo desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar adaptadas às condições de clima e solo brasileiro, pois, até então essas variedades eram importadas. A herança do Planalsucar, atualmente, está sendo continuada pela Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (RIDESA).

Os dois últimos programas tinham o objetivo de aumentar a capacidade da indústria, principalmente às unidades fabris estabelecidas nas regiões mais eficientes, promovendo concentração industrial e agrícola como meio para atingir economias de escala, justificadas pela expansão setorial.

Esses programas foram fartamente servidos com dinheiro público e prontamente aproveitados pelos proprietários das usinas, particularmente os paulistas e alagoanos. Dos três programas, o Planalsucar foi o que levou mais tempo para apresentar resultados, só a partir de 1980 as primeiras variedades de cana foram produzidas, enquanto os dois outros programas promoveram um substancial aumento na capacidade produtiva do país.

Esses resultados aumentaram as exportações e em 1971 elas foram de 1,2 milhões de toneladas métricas de açúcar (20 milhões de sacos de 60 kg), representando cerca de 6% do consumo mundial de açúcar à época (SZMRECSÁNYI; MOREIRA, 1991).

O monopólio do IAA sobre as exportações de açúcar, atribuição que cabia ao órgão desde a época de sua criação em 1930, de um lado era de extrema conveniência para o setor sucroalcooleiro, funcionando como um colchão protetor em épocas de superprodução e baixos preços do açúcar no mercado internacional. Por outro lado, na década de 1970 os ganhos da exportação do IAA garantiram o financiamento dos três programas de desenvolvimento setorial citados anteriormente.

Em 1975, outra crise de superprodução aconteceu com a queda dos preços internacionais do açúcar, deixando o setor em crise, mais uma vez. Mas, essa crise surgiu exatamente na época dos choques internacionais do petróleo, levando o Governo Federal a incentivar o aumento da produção específica de álcool e consolidando assim, essa indústria como uma agroindústria diversificada.

Anteriormente o álcool era um produto residual, produzido geralmente a partir do mel rico resultante da não cristalização dos açúcares, principalmente frutose e glicose. Esse

mel era fermentado e destilado, obtendo assim álcool que era vendido, até antes de 1975, para a indústria farmacêutica e vendido como produto final de consumo.

Após os choques do Petróleo o governo federal organizou um novo programa para o desenvolvimento do setor sucroalcooleiro fundamento no aumento da produção de álcool combustível.

2.2 O PROÁLCOOL: EVOLUÇÃO E RESSURGIMENTO

O Proálcool (Programa Nacional do Álcool) teve início em 14 de novembro de 1975 no governo Geisel, a partir do decreto nº 76593. Tinha como objetivo incentivar a produção de álcool de qualquer insumo, através o incremento da oferta de matérias-primas, visando ao aumento da produção agrícola, bem como a ampliação, modernização e instalação de novas unidades produtoras e armazenadoras.

Antes disso, o Instituto do Açúcar e do Álcool – IAA, já tinha adotado mecanismos para atenuar os impactos da crise de superprodução que se instalara no setor, uma vez que aumentou os preços pagos aos produtores a partir do incentivo a conversão do álcool de forma direta, ou seja, através da fermentação do caldo da cana. Esse preço pago tinha a intenção de evitar a produção de açúcar e reduzir a pressão para baixo, nos preços do açúcar.

Instalado o Proálcool, em sua primeira fase, tinha como objetivo adicionar álcool anidro à gasolina, na proporção de 20%, para reduzir a importação de petróleo. De acordo com o decreto, a produção do álcool, oriundo da cana-de-açúcar, da mandioca ou de qualquer outro insumo, deveria ser incentivado por meio da expansão da oferta de matérias-primas, com 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.

Para a execução do programa, o Governo desenvolveu uma estrutura institucional completa para avaliar e financiar novos projetos de ampliação e construção de novas unidades fabris, envolvendo diversos Ministérios e uma comissão interministerial (CINAL) criado para este fim. Durante os primeiros anos do programa o objetivo foi o de utilizar a estrutura produtiva existente na indústria para instalar destilarias anexas às usinas de açúcar e de produzir álcool anidro para ser misturado com gasolina (ROSILO-CALLE; CORTEZ, 1998). Nessa fase, o esforço principal coube às destilarias anexas. A produção alcooleira cresceu de 600 milhões de l/ano (1975-76) para 3,4 bilhões de l/ano (1979-80). Os primeiros carros movidos exclusivamente a álcool surgiram em 1978.

Os interesses envolvidos no Proálcool permitiram uma coordenação institucional chefiada pelo governo federal no sentido de unir os usineiros, o setor de máquinas e equipamentos, e a indústria automobilística. Essa última indústria, inicialmente resistiu na adoção do álcool como combustível, pelo motivo de que a indústria precisa realizar adaptações e melhorias importantes para a viabilidade técnica do carro à álcool, isso implicava em investimentos significativos, numa época de incertezas, pois no final da década de 1970 a crise do petróleo acabava com a euforia e o crescimento econômico mundial dos trinta anos após a II Grande Guerra.

Na verdade, o Proálcool consolida os interesses específicos desse setor agroindustrial, do governo federal e de outras organizações de interesse privado, estabelecendo de forma clara um corporativismo característico do setor sucroalcooleiro, que induz e conduz políticas públicas relacionadas aos interesses do setor, daquele momento até os dias de hoje. Segundo Shikida (1998), essa política tinha como objetivo tornar o álcool da

cana-de-açúcar combustível, mesmo sendo custosa, pois, o álcool, não era competitivo frente aos preços da gasolina.

Institucionalmente, o Proálcool foi gerenciado inicialmente pela Comissão Nacional do Álcool (CNAL), composta pelos Ministérios da Agricultura, Fazenda, Indústria e Comércio, Interior, Minas e Energia e Planejamento (SHIKIDA, *ibidem*). Essa estrutura deu lugar, posteriormente a Comissão Executiva Nacional do Álcool (CENAL), para dar suporte técnico e executar as decisões da CNAL. Esse novo formato aumenta a influência do IAA, pois o presidente desse órgão tomava parte na CENAL, e atribuía ao instituto importante papel no processo de tomada de decisões para o setor (MORAES, 2000).

A segunda fase do Proálcool teve como marco inicial o protocolo para a produção e comercialização efetiva de carros à álcool, assinado em 1979, entre o governo federal e a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA).

Nessa mesma época, o preço do álcool hidratado foi fixado em 64.5% do preço da gasolina e também foi reduzido o IPI para os carros movidos a álcool. Além disso, foram estabelecidos:

1. Um teto para a venda do álcool hidratado ao consumidor final de 65% do preço da gasolina.
2. A obrigatoriedade de adicionamento de 22% de álcool anidro na gasolina.
3. Modificou-se a relação entre álcool e açúcar de 44l/60kg para 38l/60kg, aumentando as margens da produção de álcool.

Nesta fase, houve também o aumento da intervenção estatal. E isto ocorre, mesmo diante de todo o Programa efetivado através do setor privado, com a instalação de destilarias autônomas em novas áreas de cultura para a cana-de-açúcar e com o início da produção em

larga escala de álcool hidratado, que seria usado efetivamente com combustível sem nenhuma mistura.

A expansão das destilarias autônomas foi fato marcante para a segunda fase do Proálcool, pois nessa fase a produção de álcool hidratado aumentou 13 vezes, e o álcool anidro (para ser misturado à gasolina) não chegou a duplicar. O Estado continuou a garantir a compra e a comercialização da produção de álcool através da PETROBRAS, e subsidiou parte dos custos de estocagem dos produtores (SHIKIDA, 1998).

Reforçando a teia institucional, o governo incluiu no Proálcool um conjunto de outros agentes de apoio como: bancos comerciais privados e demais agentes de financiamento a fim de aumentar o alcance dos financiamentos ao programa, mas todos sob o controle do Conselho Monetário Nacional que definiria as fontes dos recursos e as condições dos financiamentos (MORAES, 2000).

Outros agentes com relacionamentos no setor de bens de capital, como máquinas e equipamentos para a agroindústria sucroalcooleira e na indústria automobilística foram estimuladas as pesquisas para o desenvolvimento de tecnologias que suportassem o álcool combustível nos motores dos automóveis (SHIKIDA, *ibidem*). O fato interessante que ocorreu nesse período foi o rápido avanço das tecnologias automotivas para o álcool, na medida em que a escala de produção avançava, sinalizado para um aprendizado rápido e quase que definitivo, no uso do álcool como combustível final.

Nessa fase, também foi estabelecida a meta de produção de álcool em 10,5 bilhões de litros do combustível para 1985. No Brasil de todo o álcool produzido na década de 80 aproximadamente 85% eram destinados a fins combustíveis, e em 1986, a produção de carro álcool chega a 95% de sua produção total.

Mas, foi exatamente a partir do auge do Proálcool que se iniciou uma reavaliação do programa por parte do governo federal. Dificuldades fiscais e o déficit na conta álcool da Petrobrás, detonou um período de incertezas na produção e distribuição do combustível que culminou com a crise da distribuição de 1989, que minou a confiança do consumidor no fornecimento de álcool para os postos de combustíveis.

Soma-se a isso, o preço internacional do petróleo dava sinais de recuo, e o álcool que sempre fora subsidiado estava saindo caro demais ao governo num momento de desequilíbrios fiscais continuados. Por exemplo, em 1986 o Proálcool contava com 567 destilarias capazes de produzir 16 bilhões de litros de álcool, e em 1989, 28 dessas já haviam fechado, significando 500 milhões de litros a menos na produção (MORAES, 2000). Na entressafra de 1990, novamente uma crise derrubou de vez a confiança do consumidor e, ao mesmo tempo em que evidenciou o poder da Petrobras na regulação do setor através do monopólio da distribuição, mostrou a dependência da estatal ao álcool anidro como aditivo à gasolina (*idem, ibidem*).

Apesar de o Proálcool ter alcançado seus objetivos em relação à produção de álcool combustível durante a década de 1980. Mas em 1990 o Presidente Collor restringia o apoio estatal ao programa, reconhecendo que o álcool não poderia substituir os derivados do petróleo no Brasil, e com o aprofundamento da crise fiscal foram extintos o IAA e o Proálcool.

O setor, que habituado a intervenção estatal, entrou em crise novamente com o fim das garantias de mercado e com a queda do preço internacional do açúcar, iniciando então uma fase de incertezas institucionais que durou toda a década de 1990.

2.3 O FIM DA INTERVENÇÃO ESTATAL E MUDANÇAS INSTITUCIONAIS NA DÉCADA DE 1990

As reformas impostas pelo governo Collor define uma nova estrutura institucional para a agroindústria sucroalcooleira. Mas a transição do regime intervencionista de governança setorial para o regime de mercado não foi simples e linear.

Na verdade, esse governo inicia uma fase de liberalização da economia brasileira, fortalecida com a promulgação da nova constituição federal em 1988. A nova carta magna sinaliza para a redução da intervenção econômica pelo governo central, motivando um processo de abertura comercial e redução do tamanho do Estado brasileiro. Entretanto, esse último objetivo ainda está em curso no Brasil.

No caso do setor sucroalcooleiro, a saída do estado se deu de modo lento, pois, ao longo dos anos 90 várias “liberações” dos produtos e da própria cana-de-açúcar ocorreram. Um artigo da lei 8.178, permitia ao Ministro da Fazenda da época, de decidir sobre a liberação de preços em qualquer setor (MORAES, 2000). Isso influenciou a decisão de liberar os preços do setor sucroalcooleiro através da Portaria N° 64, mas inicialmente foram liberados apenas os preços da matéria-prima e seu frete, bem como o açúcar standard e o álcool carburante e não carburante, a data para a aplicação da portaria específica para a liberação seria em janeiro de 1997 (*idem, ibidem*).

Essa portaria teve vários adiamentos ao longo da década, culminando na liberação efetiva dos preços em fevereiro de 1999, onde se instalou em definitivo o regime de mercado. O motivo dos sucessivos adiamentos é resultado das pressões e contrapressões dos grupos de interesse envolvidos no setor e, mesmo, no desenvolvimento de uma nova rede de

relacionamentos que apresentavam diversas formas de movimentações e reivindicações para os diversos segmentos nos quais o setor se fragmentara após 1990.

No tocante ao novo desenho institucional, emergiram ao longo do período de transição entre o sistema intervencionista para o sistema de mercado. Do lado dos novos agentes públicos, o primeiro foi a Secretaria do Desenvolvimento Regional da Presidência da República que assumiu as atribuições do IAA, para posteriormente, em 1991, ser criada a Comissão Consultiva Nacional de Açúcar e Alcool.

Essa comissão englobava representantes de vários outros segmentos do setor e do poder público como: os Ministérios da Economia, da Agricultura e da Infra-Estrutura, as Secretarias de Ciência e Tecnologia e de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, o Diretor do Departamento de Assuntos Sucro-alcooleiros da Secretaria de Desenvolvimento da Presidência da República, os representantes da indústria privada de açúcar e álcool, fornecedores de cana-de-açúcar e trabalhadores do setor (MORAES, 2000).

No entanto, o problema da coordenação persistia na distribuição, uma vez que a eliminação do monopólio público na comercialização do açúcar deixava o setor desguarnecido nessa atividade. Assim, em 1993, foi estabelecida uma nova Comissão Interministerial, sob coordenação do Ministério de Minas e Energia.

Mas essa miríade de Secretarias e Departamentos fragmentava as decisões relativas ao setor, então, como forma de resolver essa questão, foi criado, em agosto de 1997, o Conselho Interministerial do Açúcar e do Alcool (CIMA), presidido pelo Ministério da Indústria e Comércio até 1999, composto por 10 ministros e respectivos secretários-executivos de cada ministério: Desenvolvimento, Indústria e Comércio, Fazenda, Agricultura, Minas e Energia, Meio Ambiente, Relações Exteriores, Ciência e Tecnologia, Casa Civil, Orçamento e Gestão e Extraordinário de Projetos Especiais (*idem, ibidem*).

A partir do ano 2000, o Conselho Interministerial do Açúcar e do Alcool (CIMA) passou a ser comandado pelo Ministério da Agricultura, e responde, desde então pela determinação do percentual de mistura de álcool anidro na gasolina. Do lado da produção, o acompanhamento ficou com o Departamento de Açúcar e Alcool (DAA) - órgão do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Segundo Moraes (2000), o Departamento não apresentou uma atuação expressiva na organização e coordenação do setor sucro-alcooleiro, nem construiu mecanismos de gestão que substituíssem o planejamento estatal, o que refletiu em profundas oscilações do preço do álcool hidratado no final dos anos de 1990.

O órgão mais influente atualmente é a Agência Nacional do Petróleo (ANP), criada para regular o mercado de combustíveis no Brasil. A ANP, entre outros atributos, assumiu as atividades de regulação do então extinto Departamento Nacional de Combustíveis (DNC) referentes à distribuição e revenda de derivados de petróleo e álcool combustível.

Até os dias atuais a política sucro-alcooleira é decidida no âmbito do CIMA e da ANP, e com o crescimento da co-geração e o aumento da agroenergia como produto setorial, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) vem ganhando destaque como outra organização de caráter público regulando atividades do setor.

A questão ambiental não pode ser descartada. A proibição da queima da cana, principalmente em São Paulo, vem forçando o setor a aumentar os investimentos na mecanização, e a coordenação desses esforços vem sendo conduzido, em São Paulo, pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB, vinculada à Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Nos demais estados produtores, as regras de queima não estão definidas totalmente, mas é provável que sejam seguidas as linhas paulistas para a regulação ambiental para o setor.

Os agentes privados não-mercantis no setor surgiram de forma rápida como forma de substituição aos antigos agentes. A principal representação, e que atualmente tem praticamente toda a voz do setor surgiu, em abril de 1997, como União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (UNICA), substituindo a Associação das Indústrias de Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo (AIAA) e a Sociedade de Produtores de Açúcar e Alcool (Sopral). Em 2004, a UNICA contava com 95 unidades produtoras associadas, atualmente a entidade conta com mais de 100 unidades produtoras, agrupadas em dois sindicatos - o da Indústria da Fabricação de Alcool no Estado de São Paulo (Sifaesp) e o da Indústria do Açúcar no Estado de São Paulo (Siaesp) (VIAN, 2002).

A UNICA é o resultado das tentativas de auto-regulação setorial, e ao longo da década de 90, a entendida era representativa apenas dos produtores paulistas (VIAN, 2002). Ainda em São Paulo, outra força institucional se consolidou com a União das Destilarias do Oeste Paulista (UDOP). Essa entidade congregava inicialmente destilarias, ao longo do período de desregulamentação e com a expansão do setor naquela região, a UDOP vem se consolidando sua representatividade setorial, também.

Com o objetivo de agregar maior competitividade para a região Centro-Sul, foi criada a Coligação das Entidades Produtoras de Açúcar e Alcool (Cepaal), agregando diversas Associações, Cooperativas e Sindicatos de Indústrias de Açúcar e Alcool dos Estados de: São Paulo, Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Rio de Janeiro e Espírito Santo.

Inicialmente houve um esforço de auto-gestão do setor, ao ponto que na safra 93/94, as cotas de exportação passaram a ser distribuídas e controladas pelas associações de produtores (AIAA e Sopral). A iniciativa não foi bem sucedida, pois os grupos empresariais desentenderam-se quanto à metodologia de concessão de cotas para os vários grupos (VIAN, 2002). O resultado da iniciativa e do conseqüente fracasso, foi que alguns grupos econômicos

mais estruturados fecharam contratos de exportação de longo prazo e especializaram-se em tal tipo de comercialização, como é o caso do Grupo Cosan, da Crystalsev e mais recentemente da Copersucar.

Na verdade, as organizações de interesse privado surgiram nas duas grandes regiões produtoras de açúcar e álcool, Centro-Sul e Nordeste, principalmente nos quatro principais estados produtores de cana-de-açúcar, São Paulo, Alagoas, Paraná e Pernambuco. Assim, as organizações citadas ficaram na verdade responsáveis pela distribuição das cotas de produção do extinto IAA para as usinas, mas a própria heterogeneidade de tamanho e produção entre os grupos econômicos que controlam as usinas (unidades produtoras) acabaram por impedir que este modelo prosseguisse. Assim, o excesso de oferta manteve os preços em patamar muito baixo.

Diante disso, os produtores de álcool se organizaram em torno de grupos de comercialização que inicialmente tomaram a forma de duas grandes empresas com a intenção clara de cartelização do setor, a Brasil Álcool e a Bolsa Brasileira de Álcool (BBA). Ambas foram criadas entre 1997 e 1998 e direcionadas para produtores do Centro-Sul (CS). Observe-se que a estratégia tinha o objetivo de aumentar os preços do álcool na usina e do combustível. Segundo os envolvidos no setor na época, eram controlados por um oligopsonio formado pelas maiores distribuidoras do país que respondiam pela compra de mais da metade da produção de álcool: as estrangeiras Agip, Esso, Shell e Texaco e as nacionais Ipiranga e Petrobrás (VIAN, 2002).

O movimento de cartelização do Centro-Sul surtiu efeito elevando o preço do álcool combustível hidratado em 1999. O aumento do álcool induziu a um aumento nos preços do açúcar inclusive no mercado internacional, causando com isso uma nova alteração no mix produtivo da agroindústria em questão e deixando clara a falta de coordenação na

produção de álcool que assegure a oferta interna do produto (VIAN, 2002). Para os produtores do Nordeste, o “choque de capitalismo” não foi menos problemático. Segundo Carvalho (2001) a liberalização da agroindústria sucroalcooleira, até então a mais regulamentada das indústrias no Brasil, colocou os principais e assimétricos centro produtores de açúcar em pé de igualdade formal na disputa pelos mercados nordestinos e externos, que sempre foram regulados por cotas de produção e vendas.

De certa forma, os produtores do Nordeste ainda obtiveram tratamento diferenciado do governo federal através da “taxa de equalização de custos” criada em 1971 pelo IAA e que se manteve até 2001, ano em que foi suspensa pelo governo federal. Além disso, os produtores nordestinos foram beneficiados por financiamentos do BNDES que, em 10 anos, liberou cerca de R\$124 milhões para renovação e aquisição de máquinas e equipamentos diversos para os produtores de cana e usineiros (CARVALHO, 2001).

O crescimento do consumo internacional do açúcar, a partir de 2000 e a crise do sistema elétrico, em 2001, além da ratificação do Protocolo de Kyoto, em 2002 pelo Brasil, passam a ser os novos condutores de dinâmica para a agroindústria sucroalcooleira no novo século.

O racionamento de energia elétrica no Brasil em 2001 permitiu que a indústria sucroalcooleira se tornasse fornecedor para as distribuidoras de energia elétrica. O Protocolo de Kyoto, ratificado pelo Brasil em 2002, habilitou as usinas a intensificarem a produção do álcool como aditivo ou substituto do petróleo no mercado internacional e nacional. Além disso, permite que as empresas vendam créditos de carbono no mercado internacional. Esses dois novos subprodutos aumentam as economias de escala e escopo do setor e alterando a configuração industrial vigente

Embora enfrente grandes oportunidades de crescimento, a agroindústria sucroalcooleira, que saiu de um ambiente intervencionista para um regime de mercado,

enfrenta desafios ligados a um novo processo de reestruturação produtiva potencializado pelo crescente interesse internacional pelo álcool e por uma grande heterogeneidade de eficiências produtivas nas empresas que formam essa indústria.

Além das organizações de interesse privado, que ajudaram a definir o padrão de concorrência e evolução setorial, um grande avanço para o setor foi a criação do Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool - Consecana⁴, que manteve basicamente as fórmulas e parâmetros do sistema de pagamento da cana pelo teor de sacarose (PCTS), privilegiando a qualidade da matéria-prima. Adicionalmente, acrescentaram na fórmula de pagamento dois outros elementos: a) incorporação em suas fórmulas a paridade “custos industriais *versus* custos agrícolas”; b) estabelecimento de preço unitário do açúcar contido na cana variaria proporcionalmente às oscilações dos preços praticados pelo mercado do açúcar e do álcool. O resultado foi a preservação e aumento da eficiência setorial construída pelo Proálcool e a criação de uma nova instituição – o CONSECANA - para regular as interações entre os produtores de cana-de-açúcar e de açúcar e álcool.

A criação do Consecana teve como agente importante a Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil - ORPLANA, que é uma entidade voltada para a organização dos produtores de cana-de-açúcar e garantir a representatividade desses agentes do setor no estado de São Paulo. Criada no início do Proálcool teve sua grande participação na implantação do sistema de pagamento da cana pela qualidade em todo o país, sistema que representou um significativo avanço na tecnologia do setor. No final da década de 90 a Organização e os membros da UNICA constituíram um grupo técnico com o objetivo de

⁴ O CONSECANA é uma associação civil, sem fins lucrativos, é formada por produtores de **cana** e industriais produtores de **açúcar** e **álcool** em cada estado produtor.

elaborar um modelo de autogestão, com regras de relacionamento e um sistema de remuneração da matéria-prima, que se consolidou no CONSECANA.

Esses agentes constituem a rede que define a taxa de mudança na agroindústria sucroalcooleira e que as instituições desenvolvidas pelas interações dessa rede de agentes configuram o que a literatura chama de estrutura setorial, estabelecendo os limites e as ligações entre os artefatos e os relacionamentos entre os agentes constituintes do sistema.

Enfim, a idéia de estrutura setorial e sistema de inovações serão abordados ao longo desse trabalho, iniciando a construção teórica a partir dos elementos tradicionais da organização industrial e, caminhando na direção de uma abordagem sistêmica que venha a englobar tanto os elementos tradicionais da estrutura de mercado como as relações inter-agentes que não sejam definidas pelo mercado, e mesmo organizações que não atuam no mercado *strictu-sensu*.

2.4 CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO SUCROALCOOLEIRO

O sistema de produção agroindustrial sucroalcooleiro tem como três principais produtos o açúcar, álcool e a energia elétrica, indicando um conjunto de oportunidades para a diversificação das atividades produtivas da firma. A matéria-prima básica para a produção desses produtos é a cana-de-açúcar, onde o Brasil desponta como líder mundial em sua produção. Na safra de 2006/07, foram processados 420 milhões de toneladas de cana, movimentando cerca de R\$ 41 bilhões de reais, ou 3,65% do PIB brasileiro (PROCANA, 2007). Na safra de 2005/06, os 177 grupos econômicos canavieiros, detentores de mais de uma usina, moeram 337 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, uma média de 1,9 milhões de toneladas de tonelada por grupo, e produziram 25,8 milhões de toneladas de açúcar, representando 20% da produção mundial (FONSECA et al., 2007).

Desde o lançamento do PROÁLCOOL em 1975, vem ocorrendo uma crescente e significativa participação do conhecimento técnico-científico que está resultando numa nova dinâmica do processo produtivo do açúcar e álcool. Mas, esse conhecimento se concentra no setor agrícola, especificamente no desenvolvimento de novas variedades de cana.

Além da tecnologia agrícola, três fatores definem as mudanças setoriais, principalmente assimetrias no tamanho e um leve aumento na produtividade das maiores empresas do setor. Entretanto, devido às diferenças nos tamanhos dos grupos empresariais, da desregulamentação na década de 1990 e na reorganização setorial, a adoção de novas tecnologias por parte das usinas tem acontecido de forma diferenciada, tanto na parte agrícola quanto na fabril.

2.4.1 O Processo produtivo do açúcar e do álcool

A produção de açúcar e álcool é realizada através de tecnologia conhecida e amplamente difundida em diversos países e regiões detentores de agroindústria sucroalcooleira⁵. Mas, ressalta-se que tanto no processamento do açúcar quanto do álcool existem variações, pois no Brasil esses produtos são oriundos de cana-de-açúcar e observam-se diferenças nas tecnologias utilizadas na produção.

Uma usina típica apresenta, em sua parte agrícola, diversos tipos de variedades de cana de modo a otimizar sua capacidade industrial e estender os dias de produção para além dos 230 dias no ano⁶. Para tanto, são desenvolvidas variedades precoces com alto teor de sacarose, variedades com maiores percentuais de fibras, maior resistência a pragas e doenças e capacidade de produção em cortes sucessivos.

O processo de produção de açúcar consiste na extração do caldo da cana-de-açúcar cozido e refinarias exclusivamente de açúcar não são mais comuns no Brasil. De modo geral o produto final é o açúcar bruto ou VHP (*very high pol* – açúcar de alta polarização)⁷, esse é o açúcar exportado e a commodity da agroindústria. Os demais tipos de açúcar são oriundos do processo de refinação que é integrado à planta de açúcar, os tipos são: açúcar refinado; açúcar cristal; glicose; xarope invertido; açúcar líquido; açúcar orgânico⁸.

O processo de produção de álcool consiste no resultado da fermentação do caldo de cana a partir de levedos industriais, submetido à posterior destilação. Através deste processo são produzidos três tipos de álcool: o álcool neutro, usado nas indústrias de bebidas,

⁵ O açúcar e o álcool podem ser extraídos da beterraba, do milho, do trigo, etc. Culturas comuns nos EUA e na Europa.

⁶ Em média, uma usina opera cerca de 180 dias no ano, o grande desafio da tecnologia agrícola é estender o tempo de safra para 300 dias.

⁷ A polarização é a porcentagem em peso de sacarose aparentemente contida em uma solução açucarada, determinada pelo desvio provocado pela solução no plano da luz polarizada.

⁸ O açúcar orgânico requer um processo agrícola e uma planta industrial exclusiva, pois precisa estar livre herbicidas e fertilizantes químicos.

cosméticos e produtos farmacêuticos; o álcool hidratado carburante (96GL – 96% de álcool e 4% de água), usado diretamente em veículos automotores e na indústria química e, finalmente, o álcool anidro (99,5GL), que é adicionado à gasolina na proporção de 24%⁹.

Além desses dois produtos básicos, da cana-de-açúcar obtém-se uma série de outros subprodutos, de fermento orgânico a herbicidas e inseticidas, com o importante diferencial de serem biodegradáveis e não ofensivos ao meio ambiente. Usando-se processos químicos avançados e métodos biotecnológicos inovadores também é possível produzir produtos plásticos biodegradáveis, goma xantana¹⁰, butanol e acetona.

Mas, atualmente a co-geração de energia elétrica está sinalizando que será mais uma oportunidade produtiva para a agroindústria. O processo de produção de energia elétrica começa pela própria necessidade de consumo de energia de uma usina integrada ou de uma destilaria de álcool. Na verdade dois tipos de energia são necessários para por em funcionamento uma usina/destilaria, a energia eletromecânica e térmica. O primeiro tipo de energia, a eletromecânica é utilizada para acionamentos, iluminação, etc., enquanto o segundo tipo de energia, a energia térmica é utilizada para o aquecimento, evaporação, cozimento, etc.

Contudo, esses dois tipos de energia têm a mesma fonte, que é a bomba de combustão do bagaço, que deve gerar vapor em quantidades superiores as necessárias para o processo. Esse vapor é expandido em turbinas que geram energia eletromecânica, e o vapor que sobra nesse processo é utilizado na geração de energia térmica necessária ao restante do processo. Portanto, uma usina/destilaria é auto-suficiente em energia, gerando simultaneamente energia térmica e eletro-mecânica a partir de um mesmo combustível, o

⁹No Brasil, ensaiou-se o surgimento de uma indústria alcoolquímica, para a produção de derivados de álcool: os desidratados (etilenos) e os desidrogenados (acetaldeídos). Entretanto, essa indústria ainda é incipiente e pouco representativa.

¹⁰A goma xantana é um espessante natural produzida a partir do açúcar, é utilizado em várias indústrias como a perfuração de petróleo, cosméticos, farmacêutica, alimentos e química. O butanol é um solvente biodegradável produzido a partir do álcool utilizado na indústria química e farmacêutica. A acetona é produzida do etanol e serve, também, como solvente.

bagaço da cana. Esse é o conceito de co-geração e que está levando o setor a despontar como um produtor de agroenergia.

Segundo Coelho (1999) a geração de energia elétrica no setor sucro-alcooleiro depende da tecnologia empregada¹¹, pois os custos unitários (R\$/kW instalado) são sensíveis à escala de produção. A questão é que a maior parte das usinas utiliza caldeiras com pressão de 22 bar à 300° C, que são consideradas pouco eficientes, uma vez que, estão disponíveis caldeiras de 40 a 100 bar, o que elevaria de forma significativa a eficiência energética. Outro ponto são as turbinas, pois a maioria das que estão instaladas são turbinas de simples estágio, e a troca para equipamentos de múltiplos estágios também traria efeitos positivos (*idem; ibidem*).

As produções de álcool e de energia elétrica consolidam a vocação para a produção de agroenergia (do álcool e do bagaço da cana) na indústria, e vem sinalizando como o forte dinamizador da produção total do setor sucroalcooleiro no Brasil. Entretanto, o açúcar não perdeu destaque, pois continua a ser de suma importância, tanto para o faturamento do setor como na pauta de exportações brasileira.

A produção de açúcar no Brasil vem crescendo de forma consistente desde fins da década de 1990. Em grande medida o crescimento é decorrente do aumento da demanda internacional pelo produto brasileiro, uma vez que em 1991 o Brasil exportou cerca de 4% do açúcar transacionada internacionalmente e em 1999 o país estava exportando quase 30% do total mundial.

Outro grande impulso na produção sucroalcooleira foi a introdução de novas tecnologias agrícolas e industriais que aumentaram a produtividade da agroindústria como um

¹¹ O termo tecnologia, nesse caso, se refere aos tipos de caldeiras, acionamentos e turbinas utilizados em todo o ciclo de produção do açúcar, álcool e co-geração.

todo. Diante disso, a competitividade setorial traduzida em menores custos de produção permitiu, ao menos em parte, o ganho de mercado no âmbito internacional.

As principais tecnologias introduzidas no setor estão concentradas em: a) inovações mecânicas, como o aumento da colheita mecanizada (do plantio até o sistema de recebimento da cana na usina) e do corte da cana crua; b) inovações agrícolas, novas formas de tratos culturais, utilização da vinhaça como fertilizante e fixação de nitrogênio no solo, ambos para substituir fertilizantes químicos e; c) inovações biológicas, como produção de novas variedades de cana-de-açúcar e desenvolvimento de novas cepas de leveduras para a fermentação do álcool e geração de subprodutos.

Muito das tecnologias citadas acima estão relacionadas inovações incrementais presentes na indústria, contudo está se desenvolvendo uma inovação radical para essa indústria que é a hidrólise do bagaço e da palha da cana para produção de álcool¹². No Brasil sendo desenvolvida pela Dedini, empresa tradicional de metal-mecânica do setor, em parceria com a Fundação de Fomento à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP. Essa tecnologia é chamada de Dedini Hidrólise Rápida – DHR. A parceria prevê financiamento por parte das duas organizações a projetos de pesquisa voltados ao desenvolvimento da melhor tecnologia de extração.

Outros produtos, como o plástico biodegradável, ácidos orgânicos (cítrico, glucônico, láctico, ascórbico); aminoácidos (MSG, lisina, treonina); polióis (sorbitol, glicerol); enzimas (volumes pequenos, alto valor agregado), dependem do desenvolvimento de processos econômicos viáveis, apesar de já haver tecnologia para a produção desses produtos, também podem ser consideradas tecnologias de 2ª geração. Somado a isso, a produção de

¹² Essa tecnologia na verdade prevê a extração de álcool de qualquer tipo de material a base de celulose.

produtos ligados a sucro-química significa uma mudança na orientação da produção da indústria.

2.4.2 A Diversificação Produtiva na Agroindústria Sucro-alcooleira

A evolução da produção de açúcar e álcool no Brasil desde a década de 70 é mostrada no gráfico 1, onde se observam o crescimento assimétrico entre açúcar e álcool entre 1985 e 2000, a queda na produção de ambos no final da década de 1990 e a recuperação dos dois produtos após 2002.

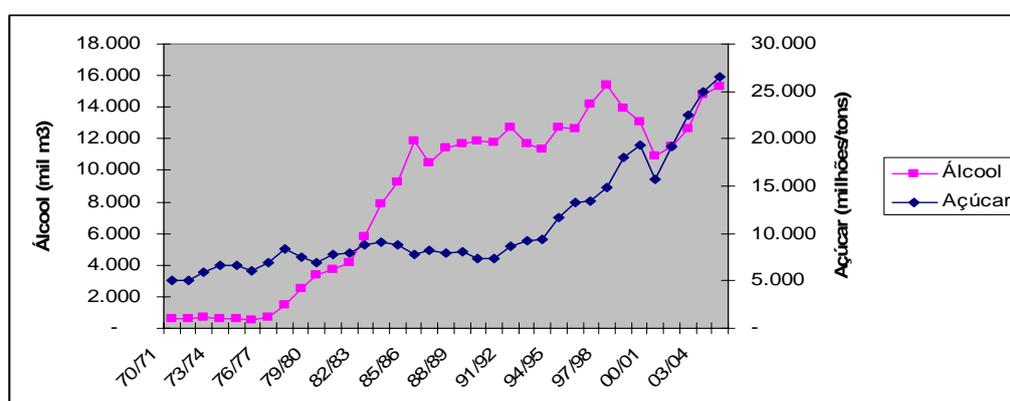


Gráfico 1 - Evolução da Produção do Açúcar e Álcool no Brasil

Fonte: INFOSUCRO, IE/UFRJ a partir de dados do MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, da UNICA e da UDOP (2007).

Apontam-se como os principais fatores que impulsionaram o crescimento das exportações brasileiras de açúcar na década de 1990: a liberalização das exportações em julho de 1994, que encerrou o regime de quotas tarifárias, quando se taxava em 40% os volumes exportados superiores aos estabelecidos como quota; o aumento da demanda mundial, que se refletiu em condições favoráveis no mercado internacional; e a extinção de acordos especiais de comércio entre governos, que propiciou a entrada do Brasil em mercados até então fechados (ALVES; BACHI, 2004).

As regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, que em conjunto formam a área de produção conhecida como Centro-Sul (CS), concentram cerca de 70% das unidades produtoras do Brasil e colhem 90% da cana-de-açúcar plantada no país. Atualmente, a área de expansão para essa indústria é na direção do Centro-Oeste¹³, utilizando solos degradados pela pecuária.

2.4.2.1 Características do Mercado Açúcar

Apesar de ter sido ultrapassado pela Índia na produção de açúcar, a agroindústria sucroalcooleira no Brasil, se mantém competitiva em virtude das economias de escopo oriundas da diversificação e na flexibilidade para a definição do mix de produção entre açúcar e álcool, fator pouco percebido em indústrias produtoras desses produtos de outras regiões.

O gráfico 2 abaixo mostra a evolução da produção nacional de cana-de-açúcar a partir do início do Proálcool (1973) até a safra 2006. Nota-se que até o fim da década de 1970 a produção se mantém estável, aparecendo um salto no início dos anos 1980. Isso se deve ao resultado do conjunto de incentivos à produção de álcool estabelecido em função do advento do Proálcool.

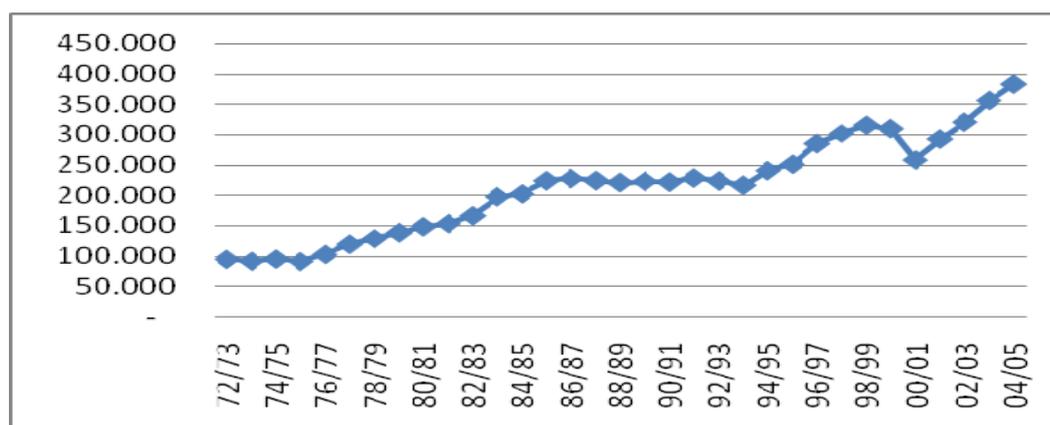


Gráfico 2: Esmagamento de cana (mil toneladas)

Fonte: elaboração a partir de dados da pesquisa.

¹³ Embora seja muito difundido o perigo de produção na Amazônia, a cultura de cana-de-açúcar não se desenvolve bem nestas regiões, necessitando de um regime hídrico muito bem definido, pois durante a estação chuvosa, a cultura recolhe água do solo e na estação seca, esta água é devolvida ao solo através do processo de produção de sacarose.

Nota-se também no gráfico 2 que, de meados da década de 1980 até meados dos anos 1990, há uma estagnação da produção. Dois fatos ocorreram nesse período: o primeiro foi o descrédito do mercado consumidor de álcool (automóveis) a partir de 1989 na sustentação da oferta do produto; o segundo fato importante é a desregulamentação do setor a partir de 1990. Esses dois fatos contribuíram para uma profunda mudança nas redes de relacionamento e instituições do setor, pois o setor perdeu o grande mercado interno de álcool e passou a ser regido diretamente pelas leis do mercado, sem mais o controle e a proteção governamental.

O grande *boom* da produção ocorre após a quebra da safra de cana-de-açúcar em 2001 e o aumento dos preços internacionais do açúcar. Desde 1994-95, o mercado internacional de açúcar já vinha se recuperando, principalmente com a entrada de países da Europa oriental e a Rússia com compras em escalas grandes. Mas foi a partir de 2001 que a demanda de açúcar se consagrou como o dinamizador do sistema.

Muito embora a produção e as exportações de açúcar aumentaram expressivamente desde meados da década de 1990, o consumo interno se manteve estável (Gráfico 3).

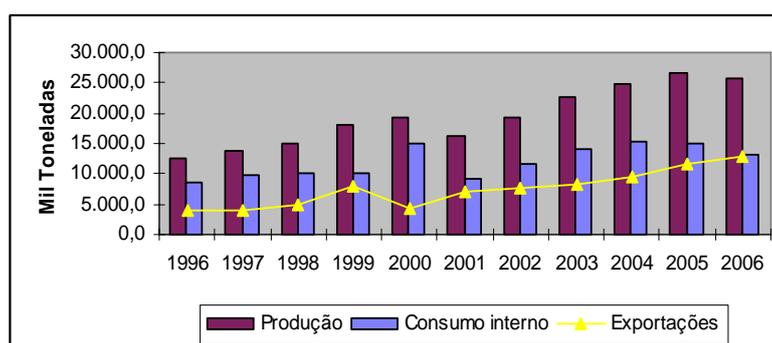


Gráfico 3 - Produção, Exportações e Consumo de Açúcar (mil/tons)
Fonte: INFOSUCRO IE/UFRJ, 2007.

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2006), a safra brasileira de cana-de-açúcar atinge 475 milhões de toneladas, das quais 86% serão produzidas

no Centro-Sul. Essa safra apresenta um crescimento de 10,3% em relação à safra anterior e é o resultado do aumento da demanda pelos principais da agroindústria. Já as exportações de açúcar apresentam crescimento sustentado pelo aumento do consumo internacional e por uma taxa de câmbio vantajosa¹⁴ para o produtor (Gráfico 4).

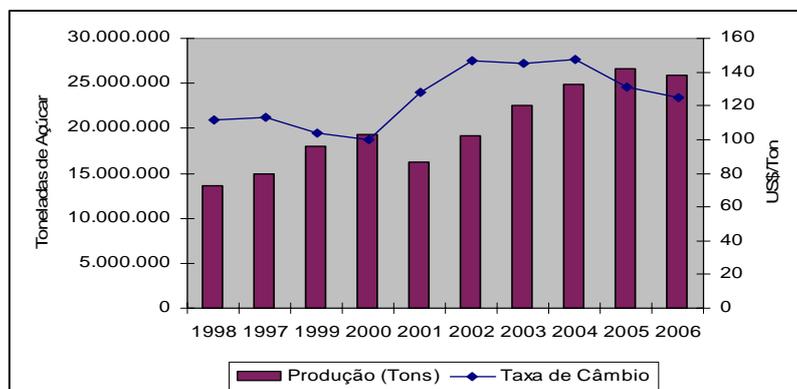


Gráfico 4 – Relação produção de açúcar e taxa de câmbio de açúcar.

Fonte: INFOSUCRO, 2007.

O crescimento da taxa de câmbio do açúcar está sinalizando a importância do Brasil para a formação internacional do preço do produto, pois em períodos de redução da produção o preço internacional cresce permitindo apreciação da taxa de câmbio para o açúcar, e vice-versa para períodos de aumentos da produção.

Os grandes compradores de açúcar do Brasil são países em desenvolvimento e o conjunto dos países que integram o BRICS¹⁵, o que representa 27% das compras de açúcar brasileiro, em valor. Cerca de 65% das compras de açúcar ao Brasil em 2005 (US\$ 5 bilhões

¹⁴ A taxa de câmbio para o açúcar é quanto vale uma tonelada de açúcar em dólar. Na época da obtenção desses dados a taxa de câmbio do real por dólar era de R\$ 1,95 por dólar.

¹⁵ **BRIC** é um acrônimo criado em novembro de 2001 pelo economista Jim O'Neill, do grupo Goldman Sachs, criou o termo para designar os 4 (quatro) principais países emergentes do mundo, a saber: **B**rasil, **R**ússia, **I**ndia e **C**hina no relatório "Building Better Global Economic Brics". Usando as últimas projeções demográficas e modelos de acumulação de capital e crescimento de produtividade, o grupo Goldman Sachs mapeou as economias dos países BRICs até 2050. Especula-se que esses países poderão se tornar a maior força na economia mundial (WIKIPEDIA).

FOB) foram realizadas por dez países: Rússia, Índia, Nigéria e Emirados Árabes, Marrocos, Arábia, Egito, Argélia, Paquistão e Canadá (Gráfico 5).

Embora as compras de países europeus sejam inexpressivas devido à competição com a produção subsidiada de açúcar de beterraba da Europa e dos acordos com ex-colônias europeias do Caribe e da África, que ainda recebem tratamento comercial preferencial. O sucesso do Brasil e outros países produtores de açúcar da Ásia no processo contenciosos contra a UE na OMC em 2005 pode representar uma importante oportunidade de negócios.

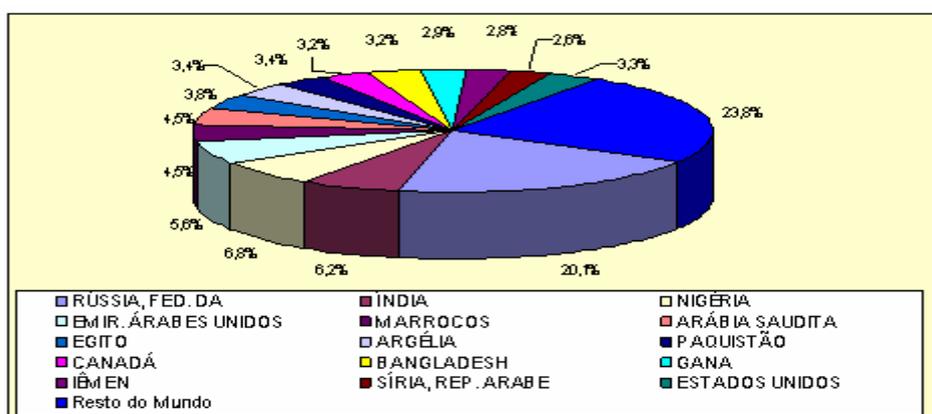


Gráfico 5 - Destino das Exportações de Açúcar do Brasil em 2005 (share de mercado).

Fonte: INFOSUCRO IE/UFRJ, a partir dos dados do MDIC/ AliceWeb, 2007.

Contudo, o crescimento das exportações brasileiras de açúcar se mostra expressivo (Gráfico 6). Isso é reflexo do esforço das grandes *tradings* e comercialização de produtos do setor, como a Copersucar e a Crystalsev, em São Paulo, e a Coopertrading no Nordeste.

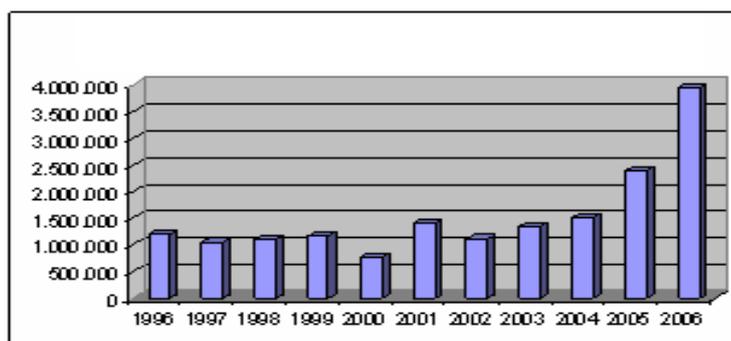


Gráfico 6- Evolução das Exportações Brasileiras de Açúcar (1996-2006)

Fonte: MDIC/ AliceWeb, 2007- US\$ FOB mil.

Esses grupos de comercialização ganharam força no momento do fim do IAA, pois se tornaram responsáveis por garantir contratos e mercados para as usinas de pequeno e médio porte que não possuíam estrutura de comercialização interna à época do desmantelamento do órgão estatal (VIAN, 2002).

Com as alterações no ambiente competitivo, esses grupos de comercialização estão atuando além de sua finalidade básica. Por exemplo, a Crystalsev foi fundada pela Usina Santa Elisa em 1997 para consolidar embarques de açúcar dessa usina e de suas três coligadas, mas atualmente comercializa a produção 13 usinas de açúcar e etanol e, ainda, vem desenhando a fusão de 9 usinas desse conjunto. Além disso, Crystalsev, também possui parcerias com multinacionais como a Cargill, em uma refinadora de açúcar na Síria e em uma usina de desidratação de álcool em operação em El Salvador com capacidade para 150 milhões de litros por ano, por meio da qual exportam etanol para os Estados Unidos.

Esses movimentos das empresas caracterizam um novo cenário para a indústria, que além da consolidação em relação às escalas de produção, as empresas buscam novos mercados para escoar sua produção.

Por outro lado, Copersucar mantinha até 2005 o Centro de Tecnologia Copersucar - CTC, que hoje é um centro de pesquisa independente, e se especializou em escoar a produção de suas 29 usinas cooperadas.

2.4.3 Características do Mercado de Álcool

O mercado mundial de álcool não existe do ponto de vista do encontro de consumidores e vendedores (*stricto sensu*), geralmente em bolsas de mercadorias. Mas, da produção de pouco mais de 50 bilhões de litros/ano, em 2006, cerca 15% é negociado e sempre através de contratos entre o produtor e alguma *trading* internacional.

Em 1990, 60% do total comercializado internacionalmente estavam direcionados para o mercado de álcool combustível, pois, antes disso, boa parte do produto tinha destino em aplicações industriais ou bebidas (CARVALHO, 2002). Mas ainda assim, em 2000 a comercialização internacional de etanol era incipiente, sendo transacionados internacionalmente apenas 2,9 bilhões de litros, cerca de 10% da produção mundial. Em 2006 o comércio internacional não passou de 6,3 bilhões de litros (Gráfico 7).

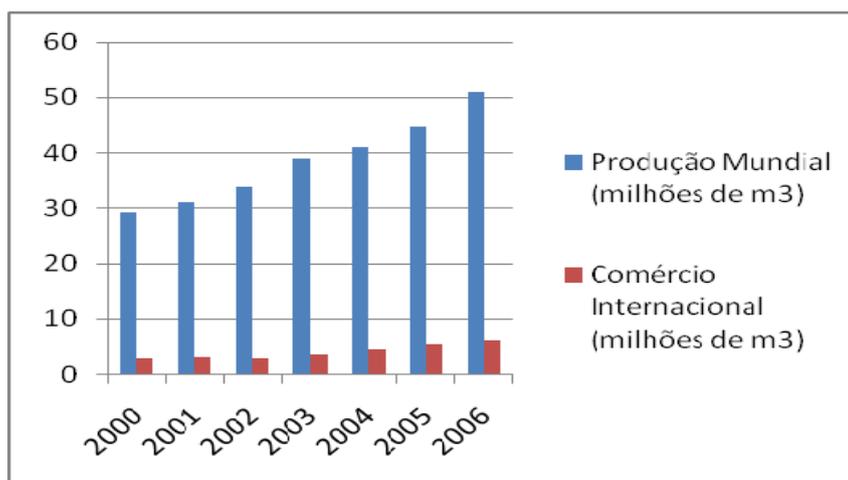


Gráfico 7: Produção e Comércio Mundial de Etanol (em milhões de m³).

Fonte: elaboração a partir de dados da pesquisa

A demanda por açúcar e álcool produzidos no Brasil possui características diferentes. Enquanto o açúcar pode ser considerado uma *commodity* internacional, com mercado e preços estabelecidos pelo mercado, o álcool ainda não apresenta a mesma característica. Mas, no mercado interno brasileiro, o álcool é um dos principais combustíveis da frota brasileira desde 1975.

O crescimento da demanda de álcool brasileiro está fundamentado na introdução dos automóveis *flex-fuel* no mercado nacional desde 2003 (Gráfico 8). Ou seja, o mercado para o álcool é prioritariamente interno e sua dinâmica está sendo resultado do aumento de automóveis *flex-fuel*. Segundo a Associação dos Fabricantes de Veículos Automotores - ANFAVEA (2008), 90% da frota de novos são de veículos bicompostíveis.

Além dos fatos descritos no parágrafo anterior, outros dois fatores contribuíram para o aumento na produção de álcool: o primeiro foi à consolidação do protocolo de Kyoto com sua ratificação pela maioria dos países signatários, ocasionando o acirramento na busca por fontes de energia limpa (TETTI, 2002); o segundo, o início dos sucessivos aumentos do preço do petróleo no mercado internacional.

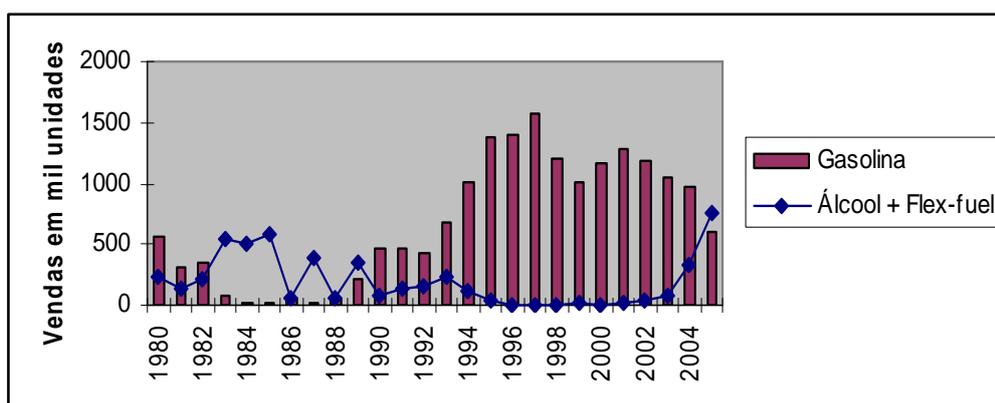


Gráfico 8 – Vendas de veículos a álcool e gasolina em unidades (1980–2005).

Fonte: INFOSUCRO com base em IPEADATA (2007).

Segundo a UNICA (2008), no mercado interno o consumo de etanol está em 14 bilhões de litros, dividido entre a venda direta do combustível hidratado e como mistura para a gasolina, que está em 25%. Sendo fato o crescimento das vendas de automóveis flex-fuel está em cerca de 90% do total de automóveis vendidos no Brasil, a tendência é que em 2012 estes automóveis atinjam 48% de toda a frota nacional contra 52% dos movidos à gasolina. Sendo o mercado interno total para o etanol estimado em 27,5 bilhões de litros no mesmo para esse ano.

Com o crescimento do mercado interno e o possível aumento da demanda internacional de álcool, os investimentos estrangeiros no setor sucro-alcooleiro no Brasil devem alcançar cerca de US\$ 9 bilhões nos próximos anos (BOUÇAS, 2007). O cálculo foi feito com base nas estimativas de mercado de aporte médio de US\$ 100 milhões por usina. Atualmente existem 88 projetos em fase de instalação por grupos nacionais, existem outros 189 em processo de estudos, dos quais pelo menos 50% são de grupos estrangeiros (BOUÇAS, 2007).

O Brasil ocupa uma posição de destaque na produção de etanol, e embora a cana-de-açúcar seja produzida em mais de cem países, cerca de 75% da produção estão concentrados em apenas oito países, sendo que o Brasil e a Índia respondem por metade desse total. Por outro lado, o etanol vem sendo exportando para um número cada vez maior de países na medida em que crescem os incentivos ao seu uso como combustível, elevando a demanda por esse produto. Austrália, China, Colômbia, Índia, Japão, Peru, Tailândia e União Européia implantam parcelas obrigatórias da mistura de álcool à gasolina, além de conceder isenção de impostos para alcançar metas ambiciosas de substituição de fontes poluidoras de energia, especialmente as derivadas de petróleo (CERQUEIRA LEITE, et al.,2005).

As exportações brasileiras de álcool têm aumentado significativamente desde 2000, atingindo um aumento de 4.000% nos valores exportados em dólares (Gráfico 9).

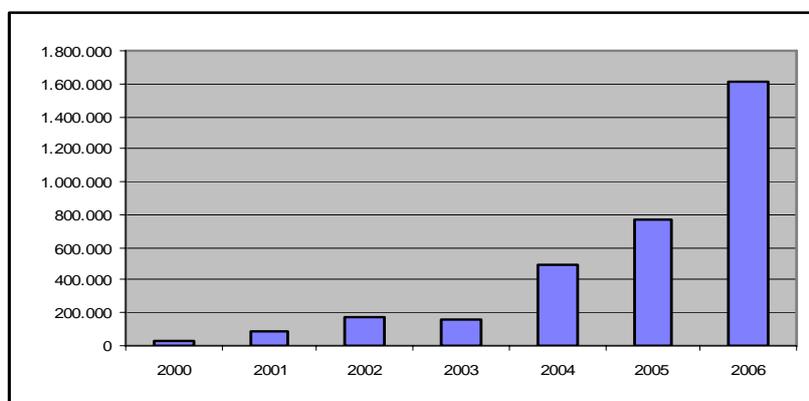


Gráfico 9 – Exportações Brasileiras de Álcool (US\$ mil/FOB)
FONTE: INFOSUCRO, 2007.

Um terço das entregas do álcool brasileiro em 2005 tinha como destino países da América do Norte (Estados Unidos, Canadá e México) e da América Central (El Salvador, Jamaica, Costa Rica, Panamá, Trinidad, Cuba, República Dominicana, Porto Rico). A participação do conjunto de países da América Central e Caribe pode ser explicada pela existência de comércio bilateral ou dentro de bloco comerciais, com o Nafta. Além disso, a empresa Crystalsev, em parceria com a Cargill atuam na Jamaica e El Salvador com plantas de desidratação de álcool, aproveitando-se destes acordos. Japão, Coréia do Norte e do Sul e Cingapura, na Ásia são responsáveis por importar cerca de 22% do álcool exportado pelo Brasil. Na Europa, Inglaterra, Alemanha, Itália, Países Baixos (via Porto de Antuérpia), Suíça e Suécia, Alemanha e França ficam com 21% das exportações brasileiras de álcool. E 7,7% das vendas são feitas para países da África e da América do Sul, respectivamente (FONSECA, et al., 2007).

A eficiência produtiva da agroindústria de cana-de-açúcar que sustenta o crescimento da oferta e o aumento competitividade é herança direta do período de intervenção governamental, em particular do Proálcool. O sistema de produção da agroindústria sucroalcooleira sustenta sua competitividade a partir de três vertentes: a) expansão da demanda interna e externa dos seus principais produtos, açúcar e álcool; b) ganhos de produtividade e rentabilidade na fase agrícola – que dependem de investimentos em P&D e em modernização e; c) base produtiva agroindustrial diversificada, permitindo a operação de economias de escopo (FONSECA et al., 2007).

2.4.4 Características do Mercado de Energia Elétrica para a Agroindústria Sucroalcooleira

A exposição da indústria sucroalcooleira ao mercado levou os grupos empresariais a buscar alternativas para expandir a geração de receitas adicionais, dessa forma as economias de escopo são aprofundadas com o terceiro produto comercialmente significativo. O aproveitamento do bagaço como fonte de energia já vem sendo utilizado nessa agroindústria há algum tempo, e atualmente vem sendo apontado como o subproduto de maior potencial na geração de rendas adicionais.

Apesar da tecnologia para o uso desse subproduto já está no estado-da-arte, as questões econômicas sobre a viabilidade do investimento na co-geração ainda não estão claras. São três os motivos para esse problema: a) a regulamentação existente não cobre todas as situações possíveis de comercialização; b) as linhas de financiamento para os investimentos no up-grade no sistema térmico da usina estão sendo acessadas pelos empresários da indústria e; c) os preços de compra da energia co-gerada não estão gerando os incentivos necessários para o aumento da produção (BACCARIN; CASTILHO, 2008; CORREA NETO, 2008).

Atualmente o potencial de geração elétrica pelo setor sucroalcooleiro é de 30 megawatts (MW), estando disponibilizados, em função das limitações técnicas, apenas 12 MW (SANTOS, 2008). Isso significa 5% da capacidade instalada brasileira de Agroenergia.

Boa parte dos impedimentos ao aumento da oferta de agroenergia pelo setor sucroalcooleiro diz respeito aos preços pouco atraentes dos leilões de energia, ou mesmo, dos contratos propostos pelas distribuidoras de energia elétrica. Ademais, a decisão de investimento para a expansão e comercialização de energia elétrica para a co-geração depende de :

1. Tempo de retorno do investimento (valor da tarifa necessária).
2. Tempo de implantação (facilidade no planejamento do Setor Elétrico).
3. Avaliação do impacto ambiental.
4. Relação investimento/nº de postos de trabalho.
5. Importação de equipamentos, serviços e combustível ou exportação de CO₂ (balança comercial).
6. Investimentos complementares (custo evitado ou custos adicionais).
7. Formação de Empresários Brasileiros para o Setor Elétrico. (SANTOS, 2008).

O mercado de energia elétrica para o setor sucroalcooleiro está no início de sua institucionalização. A primeira experiência foi realizada pela Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL); os primeiros contratos entre a CPFL e os co-geradores foram assinados em 1987 na compra de energia elétrica excedente, produzida a partir de bagaço de cana-de-açúcar. Entre 1987 e 1999 a CPFL recebeu 611.000 MWH de co-geradores do setor sucro-alcooleiro.

No sítio da empresa CPFL¹⁶, apenas três experiências são citadas como projetos desenvolvidos, entretanto, só em São Paulo existem cerca de 170 usinas com potencial de geração de energia elétrica. Evidenciando um enorme potencial energético que o setor pode entregar. Por outro lado, a pouca adesão de usinas na oferta de energia elétrica sinaliza dois fatos: a) os mecanismos institucionais ainda não estão consolidados; e, b) os preços da comercialização não estão justificando os custos dos investimentos necessários para a oferta de energia elétrica co-gerada.

A partir de 2004 dois ambientes de comercialização de bioeletricidade foram estipulados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o Ambiente de Contratação Regulado (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL), ambos com leilões de energia

¹⁶ www.cpfl.com.br

elétrica no mercado aberto de energia (MAE). Entretanto, devido à questão dos preços, a adesão continua baixa, em 2003 a CPFL tinha contratado apenas 8% do potencial de co-geração das usinas em São Paulo, de um potencial de oferta de 417 MW (PEREIRA, 2005).

Outro instrumento de incentivo para a co-geração é o Proinfa, Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia, do Governo Federal, com financiamento do Banco Mundial, que definiu para dezembro de 2006 uma produção de 3,3 mil megawatts (MW) de energia elétrica de fontes alternativas. Atualmente o país apresenta capacidade instalada para produção de 89 mil MW de energia elétrica.

Entretanto, o Proinfa ainda não tem apresentado bons resultados, pois em 2004, na primeira rodada de projetos para o programa, toda a geração elétrica de biomassa ficou com 48 projetos, onde o parque produtivo sucro-alcooleiro no Brasil sinaliza para 2012, 100 novas unidades produtivas. Isso mostra que o mercado de energia via co-geração ainda precisa de uma estrutura de incentivos que fomentem os investimentos nessa área.

Enfim, muitas oportunidades de crescimento via economias de escopo e complementaridades tecnológica¹⁷, vem permitindo o aumento da diversificação produtiva correlacionada na agroindústria sucroalcooleira. E o aprofundamento do processo de diversificação vem trazendo consigo a exigência da pesquisa e desenvolvimento em duas vertentes nesse setor: a) a necessidade de melhorias técnicas nos equipamentos ligados a parte industrial do processo produtivo (usinas com tecnologias mais eficientes) e; b) a busca

¹⁷ A idéia de complementaridade tecnológica faz sentido no contexto que o recurso produtivo utilizado para a geração de energia elétrica na usina (caldeira de vapor), necessariamente tem que existir para a produção do açúcar, para gerar vapor para o cozimento do açúcar. Assim, quando se aumenta a pressão dessa caldeira a geração de energia elétrica para consumo próprio e venda do excedente é uma situação “natural” do processo produtivo.

continua de novas variedades de cana que venha a garantir a produtividade do açúcar, mas também com ganhos para o álcool e biomassa (eletricidade)¹⁸.

2.5 O Sistema de Inovações Sucroalcooleiro

A competitividade da agroindústria sucro-alcooleira é expressiva e pode ser explicada pelos ganhos de produtividade e o aumento da eficiência na produção de cana-de-açúcar e na extração do açúcar ao longo do processo industrial. Boa parte desses ganhos de produtividade é oriunda do esforço de P&D realizado ao longo de 30 anos, desde o início do Proálcool em 1975.

Atualmente, o Brasil é o país mais competitivo do mundo em açúcar e álcool. Sustenta sua posição mesmo com o avanço da produção de álcool nos EUA e de açúcar na Índia. Atualmente é o 2º maior produtor de açúcar e álcool, utilizando para tanto tecnologias estabelecidas e disponíveis, voltadas para a extração da sacarose (pol da cana).

Contudo, para o caso do álcool particularmente, a tendência dos próximos anos é sua extração a partir da celulose de qualquer produto vegetal, no Brasil os esforços estão concentrados na extração do etanol do bagaço e palha da cana-de-açúcar.

Apesar da liderança brasileira em competitividade, o país não é líder em pesquisas (gráfico 10). Outros países estão pesquisando e desenvolvendo novas tecnologias a respeito de novos processos produtivos e, principalmente, sobre a genômica da cana.

É importante salientar que apesar da pesquisa no Brasil em cana-de-açúcar estar desenvolvida, ela está mais orientada para os melhoramentos tradicionais da cana. A nova

¹⁸ Isso implica no desenvolvimento varietal da cana-de-açúcar voltado para a geração de fibras (canas maiores), mas sem perder o volume do teor de sacarose alcançado. Atualmente no Brasil a variedade RB92579 vem alcançando esses resultados, com produtividade de até 100 tc/HC (biomassa) e até 142 kg/tc de açúcares redutores totais (ART), que o normal é atingir 80 tc/HC e 130 kg/tc de ART (BARBOSA, 2008).

fronteira da pesquisa nessa área é a hidrólise de materiais celulósicos como madeira, papéis, bagaço, palha da cana etc. No Brasil essa pesquisa vem da época da estruturação do Proálcool, no entanto, após quase 10 anos de pesquisa, os estudos foram descontinuados no país (IDEA, 2008).

Mas não se descarta o esforço brasileiro de pesquisa que vem desde o início do Proálcool e resultou atualmente na consolidação dos ganhos de competitividade que a agroindústria sucroalcooleira vem conquistando.

No gráfico 10 é possível perceber o volume de conhecimento gerado por cada país na busca por soluções energéticas e de alimentos a partir da biomassa da cana-de-açúcar.

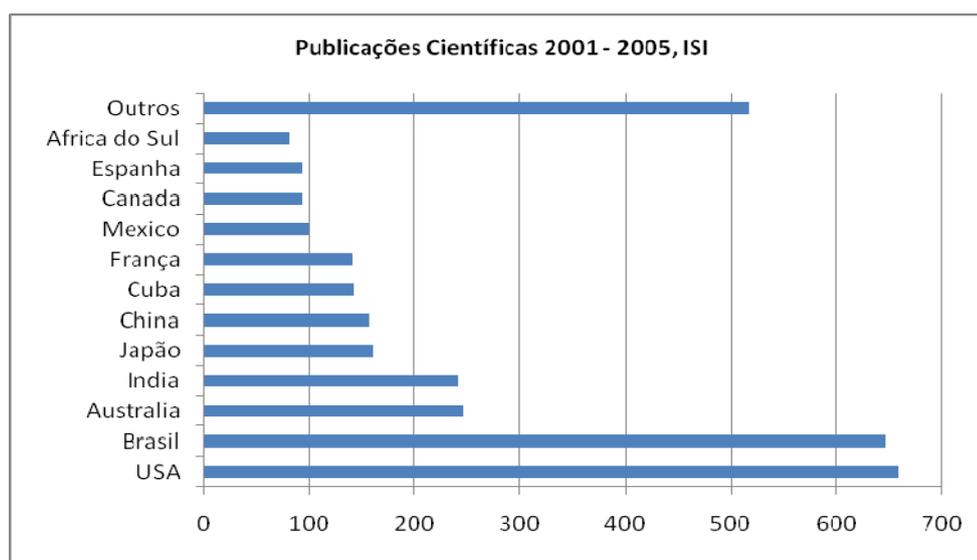


Gráfico 10 - Produção científica em etanol, biomassa e cana-de-açúcar (base ISI¹⁹)
Fonte: Cruz (2007).

A agroindústria sucroalcooleira é a única agroindústria na qual o Brasil detém toda a tecnologia necessária para a produção, desde a matéria-prima, passando pela seleção e melhoramento genético de variedades de cana até o consumo final. Esse sistema de produção

¹⁹ *Institute for Scientific Information.*

agroindustrial tem em seus três principais produtos: o açúcar, o álcool e a energia elétrica, um padrão de diversificação pouco comum na produção de *commodities* agrícolas. No Brasil, a geração de conhecimento para essa indústria está basicamente na área agrícola, já que a tecnologia industrial em grande medida já está consolidada. Entretanto, existem novas tecnologias que podem se tornar uma ruptura importante na indústria, principalmente a hidrólise de material lignocelulósico.

No mundo inteiro, existe cerca de uma dúzia de projetos em escala de planta piloto ou de demonstração do processo de hidrólise de celulose. Os países que estão avançando mais rapidamente nesta área são: Suécia, Dinamarca, Holanda, Espanha, Canadá, China e EUA.

Mas a disponibilidade de matéria-prima para o processo não está igualmente distribuídos nos países descritos acima, e aí reside a principal vantagem do Brasil nessa tecnologia, pois não é só dominar, mas torná-la economicamente viável. O gráfico 11 apresenta a produção de conhecimento em países selecionados e grandes produtores de açúcar e álcool.

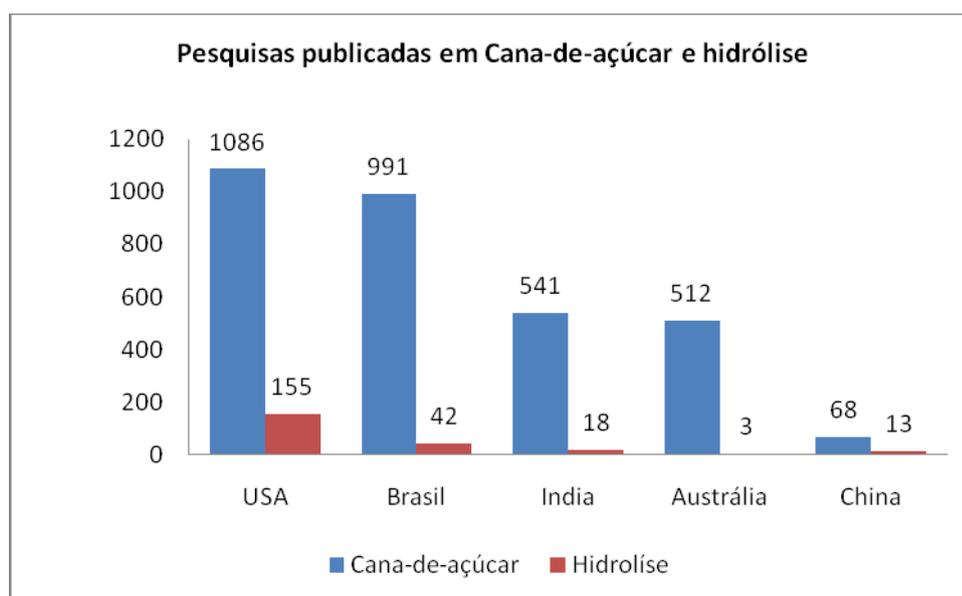


Gráfico 11 - Produção de conhecimento em países selecionados (base ISI)
Fonte: Cruz (2007).

A competitividade do setor reside exatamente na base de conhecimento existente no país e na rede de pesquisa e desenvolvimento que se desenvolveu e consolidou desde a instituição do Proálcool. Esse conhecimento permitiu a diversificação das usinas, ampliando os ganhos de escala com a obtenção de economias de escopo. O conjunto usina de açúcar com destilaria anexa garante a produção contínua e paralela dos dois principais produtos da indústria, permitindo ajustes imediatos das quantidades de acordo com os preços de mercado desses produtos. Essa é uma vantagem competitiva fundamental para uma indústria de *commodities*, sensível aos custos e às escalas de produção.

Mas vale ressaltar, que o conhecimento gerado nessa agroindústria é difuso, pois, de um lado, dentro das unidades fabris o conhecimento é basicamente tácito, gerando uma busca contínua por mão-de-obra especializada. Por outro lado, os conhecimentos oriundos dos centros de pesquisa e universidade são codificados e difundidos entre os agentes do setor e consolidando um meio de acumular conhecimento e gerar novos conhecimentos e, por conseguinte, gerar inovações.

Do ponto de vista do conhecimento tácito, este é representado pela mão-de-obra qualificada existente nas usinas. Em um momento de crescimento da demanda essa mão de obra não é suficiente para a operação das novas usinas que estão se instalando, principalmente nas fronteiras agrícolas para essa indústria nos estados de Mato Grosso e Goiás.

A diversificação empreendida pelas usinas permite alcançar economias de escopo, além dos ganhos de escala garantidos pelo aumento da demanda e das vendas de álcool e açúcar no mercado interno e externo. Ao mesmo tempo, a diversificação também depende da evolução das tecnologias empregadas na produção, principalmente na fase industrial.

Nos anos 90, inovações incrementais em processo foram incorporadas aumentando a produtividade industrial, como a moenda de quatro e seis ternos, além das melhorias no

processo de utilização de leveduras e nos processos de fermentação de álcool, assim como o maior aproveitamento do bagaço com caldeiras de maior pressão, iniciando a produção de energia elétrica como produto comercializável.

Quadro 2 - Fontes de melhorias e inovações incrementais na agroindústria sucroalcooleira:

Inovações e Melhorias	Onde ocorreu a modificação
Racionalização dos processos de corte, carregamento e transporte, com mecanização da colheita da cana de açúcar: i) controle digital no uso de equipamentos (código de barras, rádio frequência); ii) mudança de turno em trânsito, transbordo e bate-volta usina e/ou campo; eliminação de depósito de cana com alimentação direta às moendas.	O
Troca de canaviais entre usinas para redução da distância de carregamento da cana e obtenção de área contínua para mecanização do corte.	O
Troca de variedade de cana pouco adaptadas por cultivares geneticamente adaptados e com maior quantidade de sacarose.	T
Aumento da produtividade industrial da capacidade instalada.	T
Estabelecimento de novas rotinas industriais como: substituição de insumos industriais de menor rendimento e qualidade por outros de melhor qualidade; aumento da frequência de manutenção e limpeza preventivas; melhoria da logística de entrada da matéria-prima no processo industrial.	O
Planejamento da safra com uso de software de otimização, baseado em conhecimento e com interface para sistemas de sensoriamento remoto e uso de imagens via satélite (Sistema de Informação Geo-Referenciada – SIG).	O & T
Adoção de sistemas de supervisão digital e centralizado com destaque para eletrônica digital, com uso de equipamentos e sensores para controle automatizado da produção industrial.	O & T
Co-geração de energia e distribuição.	T
Transferência de açúcar a granel ou em carga unitizada em volumes maiores (<i>big-bag</i>), com uso de técnica de ultra-centrifugação para dessalinização do açúcar.	O & T
Adoção de acionamentos e controles elétricos para eficiência no consumo de vapor/energia e melhoria na qualidade do açúcar.	T
Redes internas para fluxo de informações (intranet) com adoção de sistemas ERP (<i>Enterprise Resources Planning</i>) para integração de processos de gestão e uso de EDI (<i>Electronic Data Interchange</i>) com parceiros de negócio.	O & T
Melhorias nos processos de refinação com produção de novos tipos de açúcares (líquido e invertido) e criação de departamento de vendas	O & T

(*) Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Alves (1998); Shikida, Neves; Rezende (2002) e IEL/NC;SEBRAE (2005).

(**) Mudanças Organizacionais (O) e/ou Tecnológicas (T).

Como visto no quadro acima (quadro 1) a mudança tecnológica nessa indústria vem incorporada em um conjunto de equipamentos e atividades das firmas e é essencialmente incremental. As inovações geralmente estão incorporadas em máquinas e equipamentos desenvolvidos e fornecidos por outras industriais.

Para Shikida e Bacha (1998) os ganhos de produtividade agrícola e agroindustrial no segmento canavieiro foram obtidos principalmente a partir do uso dos seguintes fatores: a) inovações biológicas, com novas variedades de cana oriundas de vários institutos de pesquisa; b) inovações físico-químicas, como a utilização de fertirrigação com o vinhoto e as novas técnicas de fermentação alcoólica; c) inovações mecânicas, no uso de tratores e implementos agrícolas mais desenvolvidos e; d) inovações associadas às formas de organização do trabalho e métodos de produção, novas formas de gerenciamento global da produção agrícola e industrial, o reaproveitamento mais intensivo do bagaço da cana para a geração de energia, o corte da cana de sete ruas, dentre outros.

O conjunto de melhorias técnicas complementa as inovações ocorridas na área agrícola, em particular, as melhorias genéticas da cana-de-açúcar, que vem aumentando tanto o teor de sacarose como o volume de biomassa, necessários para a produção integrada de açúcar e álcool (sacarose e caldo) e energia elétrica (bagaço e palha – biomassa).

O gráfico 12 mostra a evolução dos ganhos de produtividades agrícola agroindustrial em comparação com o aumento da produtividade industrial. Cabe aqui uma explanação sobre o indicador de desempenho tecnológico, o Açúcar Redutor Total (ART) que se refere à capacidade da usina em extrair açúcar a partir da sacarose da cana. Mesmo a cana apresentando um alto teor de sacarose, a tecnologia industrial é de extrema importância na extração desse açúcar e sua posterior transformação em produto industrial, principalmente

quanto aos ganhos de escala e escopo. O inverso também é verdadeiro, não adianta um avançado parque industrial se a variedade de cana não for produtiva em termos de toneladas por hectare e de teor de sacarose²⁰.

Dessa forma, o ART além de sinalizar o desempenho tecnológico industrial absorve a influência dos ganhos de produtividade no campo, do teor de sacarose da cana e até da eficiência do processo logístico²¹ do campo à esteira de recebimento da cana na usina.

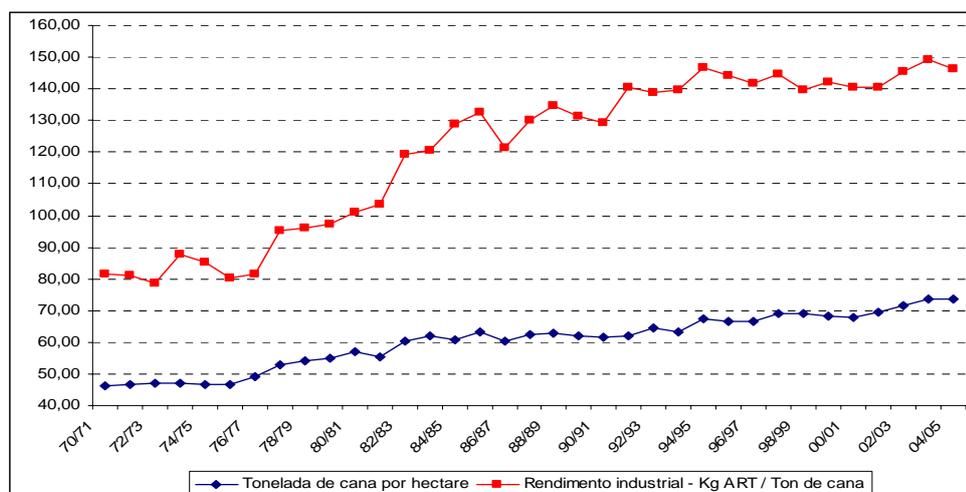


Gráfico 12 – Indicadores de Produtividade Agrícola e Industrial em ART*

Fonte: INFOSUCRO - Informações Estatísticas citado de (FONSECA et al., 2007).

*ART²² = açúcares redutores totais por tonelada de cana moída.

Apesar da tecnologia base do processo industrial estar no estado da arte, novas tecnologias industriais, ou mesmo, melhorias técnicas vêm contribuindo de modo central para o aumento a produtividade global do setor (quadro 2). Como exemplos apresentam-se os

²⁰ A cana de açúcar é composta por água (65-75%), por açúcares (11 – 18%), fibras (8 – 14%) e outros sólidos solúveis (12 – 23%). Os açúcares presentes são: a) sacarose, representando de 70 a 91% dos sólidos solúveis; b) glicose, representando de 2 a 4% dos sólidos solúveis e; c) frutose, de 2 a 4% dos sólidos. Dos três tipos de açúcares o único que se cristaliza no processo de cozimento do caldo é a sacarose, a frutose e glicose se transformam no mel rico que geralmente é fermentado para ser transformado em álcool.

²¹ É importante ressaltar que a partir do momento do corte a cana começa a perder seu teor de sacarose, portanto, uma logística eficiente reduz essa perda.

²² O conhecimento do teor de açúcares redutores totais é importante para avaliação da qualidade da matéria-prima, principalmente aquela destinada à produção do álcool (etanol). Em usinas de açúcar e álcool é o parâmetro utilizado para avaliação do processo industrial e balanço de perdas de açúcares nas diversas etapas da fabricação desses produtos (FERNANDES, 2003).

difusores para a extração do caldo, que aumentam a capacidade de extração do caldo total da cana de 95% para 98%.

No tocante a tecnologia de fermentação, observa-se a introdução de cepas de leveduras melhoradas geneticamente que aumentou significativamente a eficiência da fermentação, de uma média de 75% em 1975, para 95% atualmente. A modificação genética de leveduras implica no aumento da tolerância da levedura ao etanol, permitindo a reutilização na produção de etanol e, depois de esgotado seu potencial fermentativo, o posterior processamento dessa levedura como subproduto (ração animal).

Além disso, otimização energética tem sido um fator estratégico no desenvolvimento de equipamentos, sistemas e plantas industriais para unidades produtoras de etanol. Essa otimização implica, principalmente, na troca do conjunto de acionamentos a vapor para acionamentos elétricos, que são mais eficientes e não “roubam” pressão de vapor que será utilizada na produção de energia elétrica.

A tecnologia de destilação, também está voltada para a economia de vapor e otimização no uso da pressão e o grande avanço nessa área é a destilação a vácuo. O vácuo é uma ferramenta para se conseguir uma escala térmica, que possibilite o aproveitamento do resto do calor utilizado no processo. Por outro lado, esse processo ainda representa altos investimentos na conversão dos equipamentos que já existem, e, só se tornará mais competitivo quando existirem melhores condições no mercado para a comercialização do excedente de energia produzido a partir da biomassa.

Barbosa (2007) aponta que a fronteira do desenvolvimento tecnológico, no tocante a parte agrícola, está associada ao desenvolvimento da cana-de-açúcar que permita maior quantidade de energia, seja via o volume do caldo – para o álcool – seja via o aumento da biomassa (bagaço e palha).

Os ganhos oriundos das economias de escopo, descritas acima, são resultado da incorporação de melhorias tecnológicas importantes do ponto de vista industrial, aumentando a produtividade da planta e potencializando a produtividade agrícola.

A diversificação produtiva nessa agroindústria permite o aproveitamento integral de seu principal insumo, a cana-de-açúcar. A tendência do aumento da produtividade não está associada apenas as melhorias genéticas na cana-de-açúcar para aumento do teor de sacarose, mas em melhorias que garantam as qualidades do aumento da sacarose associadas com o aumento da biomassa, somadas a tecnologias industriais capazes de permitir a apropriação dos benefícios das variedades mais eficientes, como mostra o gráfico 12.

Por outro lado, existem grandes esforços privados e públicos em P&D no sentido de desenvolver tecnologias que sustentem a produtividade e a competitividade desse setor industrial.

O primeiro grande fluxo de investimentos em P&D na agroindústria sucroalcooleira surgiu com a implantação do Proálcool no Brasil. Esses investimentos permitiram, não só a ampliação da base produtiva diversificada da indústria, como o desenvolvimento de novas variedades de cana-de-açúcar, variedades mais produtivas e com maior capacidade de transformação energética. Os investimentos em novas variedades de cana já eram desenvolvidos desde o início do Planalsucar, que foi a agência criada para atuar como área de pesquisa do antigo IAA.

Devido a esse esforço inicial, a agroindústria sucro-alcooleira brasileira tem se mantido competitiva ao longo de 30 anos, e parte dessa competitividade vem da capacidade de alterar o mix de produção entre açúcar e álcool dependendo das condições dos preços internacionais e do mercado interno. Essa vantagem da diversificação está sendo reforçada pela incorporação da energia elétrica no mix de produtos que essa agroindústria produz.

Os esforços produtivos e os ganhos de rentabilidade obtidos na época do Proálcool sustentam, até os tempos atuais, boa parte da competitividade dessa indústria, pois asseguraram ganhos de produtividade no campo e de escala produtiva na indústria que se sustentam até hoje.

Dessa forma, ao final do período de intervenção estatal, a agroindústria sucroalcooleira brasileira passou a contar com um importante sistema de pesquisa e desenvolvimento, um sistema que articula instituições privadas e públicas de forma inédita no Brasil, dada o pequeno interesse do setor privado em pesquisas no país.

2.5.1 Redes de Pesquisa Públicas e Privadas na Agroindústria Sucroalcooleira: uma descrição

A primeira grande conquista do P&D durante o Proálcool foi a introdução de variedades de cana desenvolvidas especificamente para as condições de solo e clima (edafoclimáticas) brasileiras, principalmente ao longo dos anos de 1980. Antes dessa época eram comuns canaviais serem formados com mudas importadas e pouco adaptadas às condições locais.

Quadro 3 - Programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar no Brasil

Período	Programas de Pesquisa	Variedades importantes / Siglas
Até 1930	Importação de variedades	Caiana, Creoula, POJ, Co, CP
De 1930 a 1970	IAC (SP)	IAC48/65, IAC51/205, IAC52/150
	Min. Agricultura (RJ)	CB41-76, CB45-3, CB46-47
	Min. Agricultura (PE)	IANE46-182, IANE55-17, IANE55-33
De 1970 a 1990	IAA-Planalsucar	RB72454, RB721012, RB765418 RB785148, RB835089, RB835486
De 1970 a 2003	Copersucar	SP70-1143, SP70-1284, SP71-1406 SP71- 6163, SP79-1011, SP80-1842 SP80-3280, SP80-1816, SP81-3250

		SP83-2847, SP86-42, SP87-365
Desde 1991	RIDESA	RB75126, RB813804, RB83102 RB835054, RB845210, RB855453 RB855156, RB855035, RB855536 RB867515, RB928064, RB92579
Desde 2003	CanaVialis	CV
Desde 2004	Centro Tecnológico Canavieiro	CTC1 a CTC9

Fonte: Barbosa (2007).

O quadro 2 mostra a evolução da pesquisa em variedades de cana, com suas organizações e os principais resultados dessa pesquisa. Salienta-se que as duas principais organizações de pesquisa do Brasil são constituídas por capitais privados. Tanto o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) como a RIDESA sustentam suas pesquisas com a contribuição de recursos oriundos das firmas presentes na agroindústria sucroalcooleira²³.

Se por um lado, ganha relevância o fato de que o setor privado investe em pesquisa no Brasil, por outro lado, como a pesquisa é cooperada o grau de acessibilidade às novas tecnologias é alto e não garante a apropriabilidade dos benefícios da inovação, para uma firma em particular, ou seja, um dos motivos da baixa concentração dessa agroindústria está no fato da acessibilidade ampla às tecnologias²⁴.

Mas, além do desenvolvimento de novas variedades de cana melhor adaptadas a realidade brasileira, outra inovação importante introduzida na época do início do Proálcool, foi o estudo microbiológico das fermentações de grande porte, orientado para a produção de álcool, esses estudos levaram ao desenvolvimento de novas “cepas” de leveduras que aumentou a produtividade. Na verdade, o objetivo processo fermentativo é o de converter as matérias-primas disponíveis (substratos) em álcool, de forma eficiente (alto rendimento),

²³ Mais adiante será feita uma explanação sobre essas duas organizações.

²⁴ De fato, Malerba (2005, p. 388) já sugere isso ao dizer que quanto mais acessível for o conhecimento e as tecnologias menos concentrada será a indústria.

rápida, robusta e flexível, usando baixo investimento inicial e poucos insumos, pouca energia e baixos gastos em controles, manutenção e mão-de-obra (FINGUERUT, 2007).

Nota-se então, que as inovações introduzidas após o início do Proálcool já vislumbram ganhos em economias de escopo, pois, antes do programa o álcool era extraído como subproduto do mel invertido que não cristalizava em açúcar. Isso representa uma nova forma de organizar a produção sucroalcooleira, modificando também, as estratégias dos agentes.

A estrutura da pesquisa setorial é particularmente bem organizada no estado de São Paulo, onde se localiza a maior rede de institutos e agências de P&D voltados para a agroindústria como um todo, especialmente aqueles orientados à pesquisa na fase agrícola de produção. Lá também estão instaladas as empresas de equipamentos agrícolas e as instituições que promovem pesquisa sobre a mecanização das operações de plantio e corte, além de centros que estudam a eficiência logística, do campo para a usina e da usina para o mercado.

Além disso, a Cooperativa dos Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo - COPERSUCAR manteve por mais de 30 anos um importante centro de pesquisas, o Centro de Tecnologia da COPERSUCAR. Este centro de pesquisa privado foi responsável por algumas das mais importantes melhorias e inovações desta agroindústria, incluindo variedades de cana-de-açúcar SP, que hoje ocupam aproximadamente 40 % dos canaviais brasileiros além de técnicas agroindustriais. Além de desenvolver pesquisa sobre a produção de açúcar e de álcool, o CTC desenvolve pesquisa em: fitossanidade, biotecnologia, agronomia, mecânica agrícola e industrial e em produção de energia.

Em 2003 o CTC passou por uma reformulação, passando a se chamar Centro de Tecnologia Canavieira e abrindo para a entrada de usinas não associadas da COPERSUCAR. Nessa nova fase, o CTC assumiu o caráter de ser uma empresa privada com 151 unidades associadas - cerca de 100 usinas e destilarias – com cerca de 11 mil produtores industriais e

agrícola, responsáveis por cerca de 60% da produção de cana-de-açúcar do país, com um orçamento médio de cerca de R\$ 40 milhões/ano, que deverá ser triplicado até o ano de 2010 (Inovação 05/12/2005)²⁵. Os principais objetivos do CTC em sua nova fase é pesquisa, desenvolvimento ou aquisição e transferência de tecnologia, prospecção estratégica e programas de treinamento para os associados. O orçamento do centro é oriundo totalmente de pagamento dos associados.

Por outro lado, os associados não pagam *royalties* pela aquisição de tecnologia, remunerando apenas o serviço de difusão da tecnologia adquirida. Na sede do CTC, em Piracicaba, estão os cinco laboratórios do CTC: de química, industrial, de criação de pragas, de doenças da cana e de biotecnologia. O laboratório de tecnologia industrial desenvolve técnica de moagem da cana e o processo de fermentação utilizado por todas as usinas. Além de unidades de pesquisa em Jaú e em Maracatú, na Serra do Mar paulista, o CTC possui um banco de germoplasma, em Camamu, na Bahia, onde, em razão do clima favorável, são produzidas as variedades de cana que depois são transferidas para São Paulo. Das sementes produzidas no banco de germoplasma até a etapa de difusão das variedades nas fazendas, o tempo de desenvolvimento é de 10 a 12 anos. O CTC tem certificado de qualidade e biossegurança junto ao Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT, o que permite a manipulação com OGM, além de certificação ISO-9002.

Há trinta anos o Brasil possuía cerca de 30 variedades de cana. Atualmente, existem cerca de 500 variedades de cana passíveis de comercialização²⁶. Os maiores progressos derivados do melhoramento das novas variedades de cana-de-açúcar buscaram

²⁵ O CTC está registrado juridicamente como uma Organização Social Civil de Interesse Público (OSCIP), o que vai facilitar sua atuação em parceria com empresas, nos moldes previstos pelos incentivos fiscais para inovação contidos na Medida Provisória 255, convertida na Lei 11.196/05, e também na obtenção de recursos no âmbito das agências de financiamento para ciência e tecnologia, como a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp).

²⁶ Esse é o total do potencial de variedades ainda nos bancos de germoplasma e em desenvolvimento.

desenvolver características econômicas e ambientais de forma a torná-las mais resistentes à falta de água, mais resistentes a pragas e melhor adaptadas às condições específicas de solo e de clima, nas regiões produtoras. Além disso, há o desenvolvimento de cultivares precoces, estes atingem o pico de maturação cada vez mais cedo, ocorrendo o aumento nos dias de safra para quase duzentos dias no ano, permitindo à usina trabalhar um maior número de dias, em geral, antecipando-se ao período normal da safra, e com isso aumentando a produção. O desenvolvimento de variedades de cana cada vez mais precoces permite que, no Centro-Sul, por exemplo, a safra possa ser colhida na metade de março e que, já no início de abril as usinas estejam moendo a cana, quando antes elas começavam a colher apenas no mês de maio. Atualmente, dependendo das condições de clima e do solo - bem como da operação das usinas em condições de eficiência normal - a safra pode variar de 180 dias para 220 dias. Com isso, o número de dias de safra de cana-de-açúcar cresceu, em média, de 45 a 60 dias na última década (FONSECA, et al., 2007).

Vale ressaltar-se que as variedades precoces são utilizadas, em sua maioria na produção de álcool, pois a cana “nova” não atingiu o volume de sacarose necessário para ganhos de produtividade na produção de açúcar. Então, o controle de variedades plantadas é uma técnica que em conjunto com o desenvolvimento dessas variedades, garante ganhos importantes para usinas diversificadas, pois a usina pode planejar o período e adaptar sua operação de acordo com o tipo de cana que irá esmagar.

O CTC também é responsável pelo esforço de melhorar as condições de apropriabilidade na usina dos benefícios oriundos dos ganhos de produtividade no campo, ao aumentar a complementaridade dos ativos utilizados na produção de açúcar, álcool e energia elétrica. Por exemplo, o controle biológico de pragas e o desenvolvimento de novas tecnologias para colheita mecanizada e tratamento da cana na entrada da usina. Nas pesquisas

em controle biológico de pragas, que utiliza o açúcar como insumo dos pesticidas orgânicos, é realizada pelo CTC em associação com universidades públicas.

As variedades comerciais da cana-de-açúcar têm ciclos de cultivo bem definidos, sendo que, após este período, começam a demonstrar quedas acentuadas na produtividade, e precisam ser gradativamente substituídas por novas mudas mais estáveis e geneticamente melhores (JOAQUIM, 1998). Nos últimos dez anos foram liberadas 51 variedades novas e as 20 principais ocupam 70% da área. Estas variedades foram produzidas principalmente por dois programas de melhoramento genético: o da Copersucar (variedades SP) e o da RIDESA (variedades RB)

Ainda de acordo com o quadro 3, as siglas das variedades estão ligadas aos institutos que as desenvolveram. Atualmente, as principais variedades cultivadas comercialmente no Brasil, são oriundas dos seguintes centros de pesquisas:

- SP – desenvolvidas pelo Centro de Tecnologia Canavieiro – CTC.
- RB – desenvolvidas pela Rede Interinstitucional para o desenvolvimento do setor sucro-alcooleiro – RIDESA.
- IAC – do Instituto Agrônomo de Campinas.

Em 2006, a RIDESA representou mais de 53% das variedades cultivadas comercialmente no país, as variedades SP foram responsáveis pelo cultivo comercial de 43% da área de cana-de-açúcar. Atualmente o CTC está lançando novas variedades sobre a denominação de CTC, já está na 3ª geração de cultivares com 15 plantas, mas a área de cultivo é quase inexistente.

No gráfico 13, os dados da RIDESA apresentam as variedades RB e SP como as mais utilizadas atualmente:

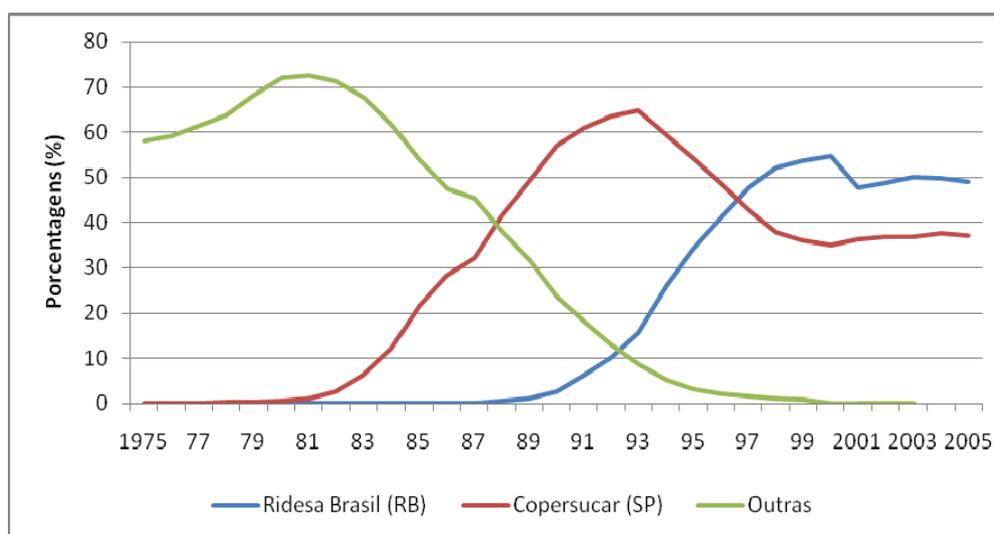


Gráfico 13 - Evolução da porcentagem da área total cultivada com variedades de cana-de-açúcar no Brasil.

Fonte: dados da pesquisa oriundos do PMGCA/RIDESA (BARBOSA, 2007).

Cada sigla (RB, SP, IAC) contém uma gama de variedades desenvolvidas a partir de manejo fenotípico²⁷ nas organizações de pesquisa descritas. O manejo é o estudo das características das variedades e de qual a melhor época para explorá-la: no início, meio ou fim da safra; do ambiente mais favorável em termos de água e solo, a melhor alocação da variedade para tirar o máximo dela. Quando se fala em diferentes variedades, se fala em características distintas, como de rusticidade, de teor de açúcar, de resistência a doenças. Nesse caso, o manejo faz a alocação para que se torne possível explorar melhor a potencialidade de cada variedade.

O melhoramento genético clássico da cana-de-açúcar destaca-se por constantemente permitir a obtenção de cultivares com requisitos adequados a interesses agrônomicos e industriais. O foco da pesquisa em melhoramento é conseguir um conjunto de genótipos que apresentem várias características vantajosas na direção do somatório de alta produção de colmos, alto teor de açúcares, boa fibra, alta brotação das socarias, colmos uniformes, eretos e firmes, maior diâmetro do colmo, colmos longos, precocidade, não-

²⁷ Fenótipo é a manifestação na planta de suas características genéticas, de acordo com o ambiente. O mesmo genótipo pode gerar características fenotípicas distintos a variar do ambiente em que se encontra a planta.

florescimento, tolerância aos estresses bióticos e abióticos, melhor densidade de carga, resistência ao pisoteio, menor impurezas minerais e vegetais, maiores eficiência na remoção e utilização de nutrientes, rendimento de corte, facilidade na recuperação da sacarose e qualidade dos produtos finais (BARBOSA, 2007).

Na verdade, segundo Barbosa (*ibidem*), o que se busca é um *ideótipo*, que é o pool gênico melhorado que irá desenvolver as características desejadas da planta. Entretanto, o melhoramento é dificultado pela complexidade apresentada pelo genoma dessa espécie, dada a natureza híbrida de seus cultivares, pois a cana-de-açúcar cultivada atualmente são hibridações interespecíficas entre *Saccharum officinarum* (cana nobre) e outras espécies do gênero *Saccharum* (*S. spontaneum*, *S. Barbiere*, e *S. sinense*), também envolvendo retrocruzamentos repetidos com *S. officinarum* (IRVINE, 1996 apud GARCIA, 2008).

Mais uma vez, percebe-se que a tendência da pesquisa em cana-de-açúcar está caminhando sempre na exploração de potencialidades que sustentem economias de escopo importantes no momento da produção industrial. Mas com se podem ver, essas economias de escopo não são simplesmente pela redução do custo médio unitário dos produtos em produção conjunta, mas economias dinâmicas de escala ligadas a cumulatividade do conhecimento e ao aprendizado tecnológico que vem permeando a agroindústria nos últimos 40 anos.

Essas economias dinâmicas requerem o desenvolvimento de uma gama de ativos específicos, que estão ligados tanto ao conhecimento acumulado quanto aos investimentos direcionados para aumentar o grau de apropriabilidade dos benefícios da inovação adotada. Esses elementos todos estão subjacentes às formas hierárquicas observadas nas usinas, nos processos de profissionalização e Fusões e Aquisições (F&A). Isso tudo vem alterando a governança setorial e o padrão de relacionamentos entre os agentes.

Entre as novas formas de relacionamento entre os agentes, está o desafio para requalificar o modelo de pagamento da cana-de-açúcar, que se fundamenta na produção da

cana para a fabricação de açúcar. Assim, o desenvolvimento das variedades, até agora, está orientado sobre premissas muito semelhantes: pol; fibra; pureza do caldo, mas devido ao foco na produção do açúcar, penalizam-se eventuais variedades de canas com níveis superiores de fibra

Como situação exemplo, esse modelo é preocupante atualmente, pois, a produção sucroalcooleira está sendo direcionada gradualmente para a agroenergia, portanto, a fibra da cana-de-açúcar é uma matéria-prima importante na geração de energia elétrica. Logo, possíveis apropriabilidades dos benefícios podem ser perdidas por questões de aprendizado interno, ou seja, de complementaridade entre capacitações tecnológicas, novas instituições e aprendizado.

Contudo, o melhoramento de variedades vem sendo conduzido de modo a se adequar as necessidades comerciais da produção sucroalcooleira. A RIDESA, por exemplo, desenvolveu a variedade RB92579 que apresenta, além de excelente desempenho na produção de sacarose e produtividade agrícola²⁸, altas quantidades de fibras, que representa cerca de 17% da biomassa da cana. Esse vem sendo o desafio dos órgãos de pesquisa, trabalhar as variedades de cana-de-açúcar de modo a encontrar uma produção balanceada dos indicadores de qualidade descritos no parágrafo anterior. O desafio de pesquisa na área da cana-de-açúcar é desenvolver a planta no sentido da “planta-energia”, projetada para ser fonte energética e não só de açúcar (BARBOSA, 2007; BASTOS, 2007).

O melhoramento atual caminha na direção de gerar variedades que permitam aumentos na produção de açúcar e álcool, sendo a eletricidade um subproduto. A evolução das técnicas do melhoramento genético clássico será na direção de aumentar o álcool, a eletricidade em detrimento da produção de açúcar (BARBOSA, 2007).

²⁸ A RB92579 é capaz de produzir em média, obedecendo a um manejo adequado, 96 toneladas de cana por hectare plantado que irão render 13 toneladas de açúcar.

Mas o melhoramento genético pelo método clássico apresenta uma limitação importante, o tempo. Entre o desenvolvimento das plântulas (sementes) até a comercialização das mudas de variedades, levam-se 12 anos, pois de uma população de 2.000.000 (dois milhões) de plântulas, consegue-se chegar a no máximo 10 variedades prontas para o plantio comercial (BARBOSA, *ibidem*).

Assim, além de redução de custos e de mão-de-obra, o avanço tecnológico caminha na produção inovações que se reduza tempo (VON TUNZELMANN; ACHA, 2005). Logo, como forma de reduzir o tempo de busca de variedades mais produtivas para o contexto comercial da agroindústria, as organizações de pesquisa do setor estão trabalhando com ênfase cada vez maior para a pesquisa em biotecnologia genética.

Nessa fronteira tecnológica, entre 1999 a 2003, o CTC, a Fapesp e o PMGCA/RIDESA realizaram o Programa Genoma da Cana-de-açúcar, o Sucest - Sugar Cane EST (*Expressed Sequence Tag*), que identificou aproximadamente 43 mil genes. No período correspondente entre 2004 a 2007, as duas instituições financiaram a fase funcional, ou Genoma Funcional da Cana-de-açúcar, projeto que rendeu uma patente de 343 genes com forte suspeita no metabolismo de sacaroses. Junto a FAPESP e ao CTC, outras Fundações de Pesquisas Estaduais como a FAPEAL e a FACEPE.

O projeto SUCEST também envolveu outras universidades, como as paulistas USP, UNICAMP e UNESP, a Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucro-alcooleiro (RIDESA) composta por nove universidades federais do país, além de duas universidades americanas: a Universidade do Texas (onde são feitos mapas de DNA e estudos moleculares de vírus) e a Universidade da Carolina do Sul (onde se pesquisam genes de resistência à ferrugem e biblioteca de DNA da cana).

O SUCEST tem também acordos de cooperação científica com a empresa belga *Crop Design*, que realiza teste com o objetivo de avaliar a possibilidade de aumento de produtividade, maior resistência a estresse e ataques de patógenos e identificação dos genes do metabolismo do açúcar (DAL POZ, FONSECA; SILVEIRA,2004).

Outra pesquisa associada ao projeto genoma da cana-de-açúcar (SUCEST), desenvolvida na UNICAMP, aproveita a quantidade enorme de seqüências de DNA produzidas através da criação de um banco de dados. O banco armazena essas seqüências automaticamente, faz análise das proteínas codificada – como as proteínas induzidas por ataque de agentes patógenos - e através de *data mining* busca os genes, como os que fazem parte de mecanismos de tolerância da cana-de-açúcar ao alumínio.

Em 2004 tinham sido identificados cerca de 80 mil genes, alguns dos quais de grande importância econômica, como os genes responsáveis pela resistência de plantas a pragas, ao calor e pela adaptação ao solo. Na carteira de técnicas em biologia molecular do CTC apresentam-se: as de YAC e BAC, cromossomos artificiais de fungos e bactérias, biobalística, cultivo *in vitro* de germoplasma, marcadores e transformação genética, PCR, sondas complexas de DNA e cópia de DNA em plasmídeo para o desenvolvimento de testes diagnósticos de pragas e de novas variedades adaptadas (FONSECA, DAL POZ E SILVEIRA, 2004, p. 186-187).

Ainda na pesquisa de fronteira, estão empresas privadas como a Canaviallis e a Allelyx. Fundada em 2003, a Canaviallis desenvolve variedades de cana por meio de cruzamento genético clássico, ou seja, com matéria-prima convencional (HIDETO; et al., 2008). O braço de melhoramento genético por meio da biotecnologia da Votorantim Novos Negócios é representada pela Allelyx. A Allelyx desenvolve pesquisas em cana transgênica, mas é a Canaviallis que desenvolve a variedade em nível comercial, fazendo a validação de

campo da variedade (HIDETO, et al., *idem*). Entretanto, variedades transgênicas de cana ainda não estão liberadas para plantio no Brasil.

As duas companhias investiram cerca de US\$ 30 milhões em pesquisas genéticas, cada uma. Em 2007, aprovaram financiamento junto ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) de R\$ 39,2 milhões, para os projetos em desenvolvimento genético (BNDES, 2007). O melhoramento genético pesquisado nas duas empresas são orientados para a resistência à seca e aumento do teor de sacarose na cana-de-açúcar.

A CanaVialis foi criada por pesquisadores com 30 anos de experiência no melhoramento genético da cana-de-açúcar uma parceria entre um fundo de investimentos privados, Votorantim Novos Negócios, com um grupo de cientistas oriundos da UNICAMP tendo sido fundada em 2003. A Canavialis tem como foco aumentar a rentabilidade do produtor através do desenvolvimento de novas variedades de cana-de-açúcar visando o aumento da produtividade nos canaviais. A empresa Cosan, maior grupo sucroalcooleiro do país, estabeleceu com a CanaVialis, um contrato para desenvolver pesquisas visando o melhoramento genético da cana-de-açúcar, mantendo uma estação experimental dentro de uma das quatro usinas do Cosan em São Paulo (COSAN, 2008). Entre o material pesquisado pela CanaVialis estão variedades adaptadas para novas fronteiras agrícolas e à colheita mecanizada, cana mais precoce, variedades com maior produtividade, "*energy cane*" (para produção de álcool combustível).

Segundo pesquisadores dessa empresa é possível produzir de 15% a 20% mais de açúcar e etanol por hectare plantado e também ocupar novas fronteiras com essa tecnologia. Entretanto, a Canavialis ainda não possui nenhuma variedade cultivada comercialmente (HIDETO; et al., 2008), pois o desenvolvimento de variedades pelo melhoramento tradicional leva em torno de 12 anos para ser lançado comercialmente.

É importante perceber, também, que no caso da Cosan a existência de vantagens oriundas da integração vertical para trás²⁹, visto que, a empresa investe no desenvolvimento de variedades de cana que serão utilizadas em seus canaviais (cana-própria).

A pesquisa em genômica da cana-de-açúcar, em São Paulo, está articulada a grandes programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar e difusão de novas tecnologias, promovidos pelo próprio CTC-COPERSUCAR, pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e pela RIDESA - rede responsável pelo acervo genético (variedades, pesquisas, laboratórios) do Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar do Instituto do Açúcar e do Alcool – PLANALSUCAR, extinto no início dos anos 1990. Além disso, uma eficiente organização em rede envolve as agências e organizações que trabalham com pesquisa.

Além do próprio CTC, estão envolvidos o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Centro de Ciências Agrárias (CCA/ UFSCar), Escola de Agronomia Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Universidade de São Paulo (USP), Universidade de Campinas (Unicamp), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), UNESP, SABESP, Instituto Biológico, Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro – RIDESA³⁰.

Esses conjuntos de organizações de pesquisas apresentam as características típicas de um sistema setorial de inovações (SSI). É possível ver a interação de diversos tipos de agentes como o Estado no tocante às políticas de incentivo a P&D, centros públicos e privados de pesquisa, fornecedores de tecnologia e firmas ligadas ao produto final do setor.

²⁹ Ultimamente a estratégia da COSAN e de outros grupos empresariais que estão presentes no agrupamento de empresas líderes é a verticalização integral, da plantação da cana a distribuição de combustíveis, primordialmente o álcool. No capítulo sobre a taxonomia da indústria esse fato está mais claro.

³⁰ A RIDESA é uma rede formada por nove universidades em todo o país. Mais adiante será feita uma explanação mais aprofundada para o caso dessa organização.

No caso específico do CTC, além de desenvolver variedades mais eficientes de cana de açúcar, o CTC estuda novos e mais eficientes métodos extração de álcool do bagaço da cana (SIMÕES, 2007). Um deles é o *sistema de extração hidrodinâmico*, que usa líquidos para a extração do açúcar³¹. Outras tecnologias industriais desenvolvidas pelo CTC procuram economizar água (lavagem a seco da cana), obter álcool a partir do bagaço da cana (hidrólise da biomassa) (ibidem, idem). Além disso, o CTC pesquisa uma forma evitar o uso de clareadores químicos através usando métodos de clareamento do açúcar através de controle da temperatura. E na direção de aumentar a eficiência do processo de diversificação, a organização está pesquisando tecnologias que otimizem a gaseificação do bagaço para a geração de energia. Esta última melhoria acaba gerando seis vezes mais energia do que a queima direta do bagaço (ibidem, idem).

Ainda em São Paulo, o Instituto Agrônomo de Campinas, IAC, desenvolve um importante programa de melhoramento genético, o ProCana. O projeto principal do ProCana é o de melhoramento genético visando à obtenção de variedades de cana-de-açúcar mais produtivas, com maior riqueza em açúcar e outras características que proporcionem vantagens econômicas. A organização do ProCana baseia-se em um programa de pesquisa configurado como uma rede – e não como um centro de pesquisa centralizado – e seus pesquisadores estão alocados em três Pólos Regionais de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios: do Centro Sul (Piracicaba), do Centro Leste (Ribeirão Preto) e do Centro Oeste (Jaú).

A rede do ProCana vai alterando sua configuração – os parceiros envolvidos, o tipo de participação entre pesquisadores e usuários – durante cada fase do processo de desenvolvimento de novas variedades, em função das trocas de idéias, de conhecimento e de experiências referentes ao processo de desenvolvimento de variedades. O convênio de

³¹ Pelo método tradicional, a cana é moída para que o açúcar seja obtido. No sistema hidrodinâmico, a economia de energia para a extração do açúcar pode chegar a 30% em relação ao processo tradicional.

pesquisa ProCana abrange extensas regiões do Estado de São Paulo, expandindo-se para os Estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás. Os trabalhos de melhoramento genético incluem cerca de 120 experimentos de campo anuais, distribuídos entre as Estações Experimentais e as empresas conveniadas.

Recentemente o IAC inaugurou um laboratório de biologia molecular para a cana-de-açúcar, e essa nova ferramenta poderá proporcionar a obtenção de variedades de cana em um período menor. Como já foi mencionado, atualmente há necessidade de dez a doze anos de pesquisa para produzir uma nova variedade e, em casos específicos, criar condições para o desenvolvimento de características que não podem ser obtidas por meio do melhoramento convencional. Esse projeto teve investimento de R\$ 235 mil da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp).

Outro órgão importante no SSI sucro-alcooleiro é a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), composta por seis institutos de pesquisa que possui em sua programação de P&D a coordenação na área de açúcar e álcool. A interação com outras organizações é complexa tanto na parceria em pesquisas como na transferência de tecnologias, os beneficiários são Cooperativas de Fornecedores de Cana, Universidades e a EMBRAPA, dispersos em diversas linhas de atividades, regiões e objetivos. A atuação da APTA é ampla, incluindo diversas áreas de conhecimento como a de melhoramento genético, controle biológico, técnicas de cultivo e manejo, economia, sociologia, estatística e agrometeorologia.

A APTA vem desenvolvendo um projeto que objetiva propor diretrizes, estratégias e políticas para o desenvolvimento do setor sucro-alcooleiro em São Paulo³², dado o grande

³² Ver sitio da APTA – www.apta.sp.gov.br

desenvolvimento do setor no Estado, tendo em vista o aproveitamento das economias de aglomeração presentes na rede de pesquisa estadual e em seu parque industrial.

Os instrumentos para o desenvolvimento do projeto é a cooperação dos agentes envolvidos no setor através da pesquisa e de uma equipe interdisciplinar de pesquisadores com experiências acadêmicas e profissionais do setor. O projeto em questão irá abranger a cadeia produtiva da cana-de-açúcar e álcool, concentrando os estudos em agrícola (melhoramento genético, tecnologia de colheita), industrial (gestão, hidrólise), produtos (alcoolquímica, etanol, energia) e ambiente externo (mercado nacional e internacional, oferta x demanda), ajustado as políticas setoriais propostas pelo Governo Federal, como por exemplo as Diretrizes de Política de Agroenergia.

Essa rede institucional de pesquisa é composta pela Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - APTA no papel de instituição parceira (IP) e pelas instituições: CTC, Embrapa, Escola de Engenharia de Lorena, IPT, UFSCar, Unesp, Unicamp e USP que compõem a equipe de pesquisa. A pesquisa irá contemplar as atividades de diagnóstico, análise, prospecção, desenvolvimento de indicadores e medidores de desempenho, elaboração de propostas de melhoria, mudança e/ou inovação e disseminação do conhecimento. A proposta é que os resultados do projeto em andamento e dos demais que possam vir a ser desenvolvidos, venham oferecer subsídios para a elaboração das políticas públicas setoriais no Estado de São Paulo, e que o conhecimento gerado seja utilizado na capacitação de mão-de-obra de apoio administrativo (APTA, 2008).

Fora de São Paulo, existe a RIDESA, que é formada por Universidades Federais e foi criada com a finalidade de incorporar as atividades do extinto PLANALSUCAR, e dar continuidade ao desenvolvimento de pesquisas visando a melhoria da produtividade do setor. A RIDESA foi inicialmente instituída por meio de convênio firmado entre sete Universidades Federais (UFPR, UFSCar, UFV, UFRRJ, UFSE, UFAL e UFRPE) que estavam localizadas

nas áreas de atuação das Coordenadorias do ex-PLANALSUCAR, do qual foi absorvido o corpo técnico e a infra-estrutura das sedes das coordenadorias e estações experimentais. Com o apoio de parte significativa do Setor Sucro-alcooleiro, por meio de convênio, a RIDESA começou a desempenhar suas funções em 1991, aproveitando a capacitação dos pesquisadores e as bases regionais do ex-PLANALSUCAR, aos quais se juntaram os professores das universidades.

A RIDESA, atualmente, constitui uma estrutura de pesquisa e ensino em cana-de-açúcar, com uma equipe de 142 pesquisadores, 83 técnicos de oito universidades federais, 15 estações experimentais e 52 laboratórios para o desenvolvimento de novas variedades de cana-de-açúcar e de tipo de manejo ideal para a maximização da produção dessas variedades (BARBOSA, 2007).

As estações experimentais são estrategicamente localizadas nos Estados onde a cultura da cana-de-açúcar apresenta maior expressão. A ênfase das pesquisas realizadas nessas estações experimentais refere-se à manutenção e continuidade da pesquisa relacionada ao Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (PMGCA), antes realizada pelo extinto PLANALSUCAR. Atualmente, os cultivares de sigla RB, anteriormente desenvolvidos pelo PLANALSUCAR, e pela RIDESA, estão sendo cultivados em mais de 54% da área cultivada com cana-de-açúcar no país, chegando a algumas regiões a representar até 70% do plantio comercial.

A principal fonte de financiamento da RIDESA são os grupos privados do setor sucro-alcooleiro, que atualmente conta com 248 usinas associadas e grupos de interesse como sindicatos patronais (SINDAÇÚCAR³³), cooperativas de usinas, etc. Outra fonte de financiamento são os projetos de pesquisa submetidos a FINEP, FAPESP, BNB e as

³³ Os sindicatos do setor patronal sucroalcooleiro são constituídos em cada estado.

Fundações estaduais de amparo a pesquisa (FAPs). A RIDESA forma, junto com outras organizações de pesquisa outras redes de P&D.

Nessas redes de P&D, participam de forma mais ativa organizações como: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE), Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), Centro de Tecnologia Canavieira (CTC).

É importante ressaltar que várias empresas privadas fornecedores de insumos e outras tecnologias para o setor possuem parceria com a RIDESA para desenvolvimento e testes de produtos a serem lançados no mercado, ou mesmo melhorias em produtos já comercializados. As principais empresa são DuPont e FMC em defensivos, fertilizantes e inibidores de floração, e a Netafin na área de irrigação. Essas empresas garantem, também, parte do financiamento e insumos para o desenvolvimento das variedades, esses insumos permitem a simulação de ambientes mais propícios para o rendimento máximo de cada variedade (RIDESA, 2006).

A RIDESA contribui para o desenvolvimento da complementaridade de ativos na indústria, ao desenvolver:

- habilidades e conhecimento para o RH trabalhar em P&D e na parte operacional das usinas (são 75 alunos de iniciação científica e 24 de pós-graduação);
- parte de maquinário para o manejo correto das variedades;
- métodos de plantio e medidas de controle do desempenho de cada variedade no campo.

Isto é, uma variedade para ser produtiva comercialmente, precisa de uma série de artefatos que garantam as características fenotípicas desenvolvidas em ambientes controlados.

Figura 1 - RIDESA - Universidades Participantes



Fonte: REZENDE, 2007.

Se de um lado, a área agrícola contribui de modo sistemático para o aumento da produtividade no campo, e como consequência, aumentou significativamente os rendimentos finais da indústria. Por outro lado, não se pode descartar a importância do setor industrial nas inovações de processos que vem dando sustentação ao aproveitamento da sacarose desenvolvida pelas variedades de cana de última geração.

A tecnologia focada no setor industrial buscará desenvolver alternativas tecnológicas que permitam o aproveitamento integral da cana-de-açúcar, seja para a produção de etanol ou outros combustíveis renováveis e, alimentos como o açúcar. Esse é o conceito de

biorrefinaria³⁴ que envolve a utilização de toda a planta (todo o complexo de biomassa) e na integração de processos tradicionais e modernos (HASSUANI, 2005; BASTOS, 2007), através desse conceito a indústria pode ampliar o escopo da agroenergia e alimentos e assim, aprofundar a diversificação setorial.

As tecnologias que podem ser utilizadas nesse tipo de instalação industrial concentram-se em duas linhas principais: a hidrólise do material lignocelulósico para produção de açúcares fermentescíveis (trajetórias química e biológica) e a gaseificação deste material seguida pela síntese de combustíveis líquidos - Biomass Integrated Gasification/Gas Turbine Technology – BIG/GT (trajetória térmica) (BASTOS, 2007).

No Brasil, os esforços para o desenvolvimento de uma tecnologia viabilizadora de biorrefinarias está no projeto Dedini Hidrólise Rápida – DHR. O processo de desenvolvimento dessa tecnologia está sendo conduzido em parceria entre a Dedini Indústrias de Base, DediniAgro, Centro de Tecnologia da Canaveira — CTC e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), por meio do Programa Parceria para Inovação Tecnológica (Pite) da FAPESP. A tecnologia foi patenteada no Brasil, Estados Unidos, União Européia, Canadá, México, Rússia e Japão (ROSSEL, 2007).

O processo de hidrólise do DHR transforma o bagaço da cana em açúcares formados por cadeias de seis carbonos (hexoses). Esses, posteriormente, são fermentados e destilados pelos processos hoje empregados nas usinas, resultando em álcool. Um solvente dilui a lignina, estrutura da fibra do bagaço de cana que protege a celulose, para permitir a quebra das cadeias de carbono e gerar as hexoses. Portanto, ao final do processo de hidrólise,

³⁴ A idéia de biorrefinarias não está circunscrita para agroindústria sucro-alcooleira, pois, essas fábricas são dimensionadas para transformar qualquer fonte de biomassa, a preços competitivos em relação às atuais fontes fósseis, em combustíveis, produtos químicos, eletricidade e calor. Os aspectos que envolvem o desenvolvimento dessa tecnologia são considerados nos recentes planos dos governos da União Européia e dos Estados Unidos (BASTOS, 2007).

não se obtém álcool, mas açúcar e água, que serão levados para o processo normal de fermentação e destilação, sendo integrados ao sistema convencional da usina (PEROZZI, 2007).

A tecnologia, ainda não desenvolvida até o nível comercial nem no Brasil nem no exterior, representa uma das trajetórias tecnológicas promissoras e pode ser desencadeadora de uma revolução na produção de agroenergia. O paradoxo dessa tecnologia é que, no Brasil, o bagaço e a palha já são responsáveis por parte dos ganhos de produtividade do setor. De um lado, o bagaço é queimado para a geração de vapor e a co-geração de energia elétrica³⁵, por outro, a palha, que também é matéria-prima para as biorrefinarias, é utilizada no campo de modo a manter a umidade da terra no momento da brotação da cana soca.

Na verdade, as biorrefinarias irão conduzir para um conjunto de inovações mais radicais, baseados em materiais lignocelulósicos, envolvendo modificações genéticas de microrganismos que produzem enzimas que digerem a celulose e a hemicelulose encontradas na parede celular da planta, bem como variedades transgênicas de plantas mais produtivas (BASTOS, 2007).

Mas afóra o processo de transformação de compostos orgânicos³⁶ em etanol, tecnologia que ainda está em desenvolvimento para aplicações comerciais em larga escala, o conceito de biorrefinarias está associado à álcoolquímica, e pode ser considerado na transformação do etanol produzido pela tecnologia tradicional para a produção de eteno, resinas plásticas, combustíveis e outros compostos gasosos. Por exemplo, A Crystalsev

³⁵ Mas outra trajetória importante é a gaseificação do bagaço de modo que as turbinas operem de modo mais eficiente, rendendo maior pressão e, portanto, necessitando de menores quantidades de bagaço para gerar as mesmas quantidades de energia que nas caldeiras convencionais.

³⁶ Os materiais lignocelulósicos são os compostos orgânicos mais abundantes na biosfera e participam com aproximadamente 50% da biomassa terrestre. Esses compostos orgânicos são formados pelos resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais, além de materiais desperdiçados, denominados biomassas residuais, entre os quais o bagaço e a palha de cana, o sabugo e a palha de milho, as palhas de trigo e arroz, os restos de madeira processada e os resíduos baseados em papel (BASTOS, 2007).

anunciou em abril de 2008 a criação de uma joint venture com a Amyris, companhia de biotecnologia do Vale do Silício, para a geração de diesel à base de cana-de-açúcar. Com o uso de uma levedura modificada geneticamente, a sacarose pode ser transformada em um novo tipo de combustível, que tem as mesmas propriedades do diesel tradicional e que, portanto, pode ser misturado em proporções de até 80% com o combustível de origem fóssil. A mesma Crystalsev também tem uma parceria com o conglomerado químico Dow Chemical para abrir uma unidade de produção de bioplásticos de açúcar (STAB, 2008).

Mas as biorrefinarias associadas a destilarias padrão no Brasil estão sendo implantadas por empresas da indústria química, como os projetos da Dow Química - maior química dos EUA - e a Braskem, maior petroquímica da América Latina, já anunciaram a produção de polietileno e, o projeto da Oxyteno (empresa do grupo petroquímico ULTRA) que prevê a viabilização do processo de obtenção de etanol por hidrólise da celulose e da hemicelulose, que são dois terços da planta de cana e de etilenoglicol e propilenoglicol, por hidrogenólise, a partir de açúcares (INOVAÇÃO UNICAMP, 2007).

Isso pode indicar que o desenvolvimento da fronteira tecnológica no uso da cana-de-açúcar com fonte energética e para a alcoolquímica não será levado adiante por empresas do próprio setor, mas por novos entrantes, se for considerado que a agroindústria sucroalcooleira está se transformando em uma indústria de agroenergia extremamente diversificada.

Do ponto de vista das tecnologias dadas para a agroindústria sucroalcooleira, após a entrada do regime de mercado veio a desenvolver uma gama de novos problemas tecnológicos que desencadearam diversas trajetórias de soluções. No tocante aos bens de capital, o setor evoluiu para soluções tipo “turn-key” de modo que os principais fornecedores entregam a usina pronta para funcionar. Para esse caso os principais fornecedores, são Dedini

e Sermatec, e concentram a maior parte do investimento em inovação. Por exemplo, o projeto de maior interesse da FAPESP para o setor sucro-alcooleiro, o DHR, é uma parceria com a Dedini.

Existe ainda, como detectado nos projetos da Fapesp, o desenvolvimento de novos produtos, projetos de engenharia e associações com empresas estrangeiras. O bom exemplo de empresas estrangeiras que atuam no Brasil e participam do P&D no setor é a Toybo do Brasil Ltda., que produz enzimas e está envolvida no projeto de bioetanol do Governo Federal para o desenvolvimento da hidrólise enzimática. Esse projeto em particular, articula diversos agentes públicos e privados como a Finep, participação de universidades brasileiras como a UFRJ, a Unicamp, a USP (Universidade de São Paulo) e a UnB (Universidade de Brasília), internacionais (Universidade de Lunds, na Suécia, e de Zaragoza, na Espanha), do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e da Estação Experimental Obispo Obispos, da Argentina.

Os projetos de engenharia e de soluções de automação industrial um grande segmento de fornecedores especializados de equipamentos para a indústria de esmagamento de cana-de-açúcar, especialmente em Sertãozinho, São Paulo. Esta cidade possui sete usinas produtoras de açúcar e álcool e 500 empresas espalhadas por quatro distritos industriais, 90% das quais voltadas para o setor sucro-alcooleiro, mas com atuação também em outras áreas (papel e celulose, alimentos). As principais empresas fornecedoras de tecnologia industrial para a agroindústria da cana em Sertãozinho é a Zanini, que produz equipamentos industriais e possui uma *joint-venture* com a alemã Renk AG, na produção de engrenagens industriais (redutores de velocidade e transmissão de potência).

A Zanini, junto com a Dedini foram as empresas que mais desenvolveram soluções durante a época do Proálcool, fortalecendo, a partir da dinâmica dessas duas empresas, uma indústria de bens de capital centralizada em Sertãozinho e Piracicaba (IPT, 2008). Em Piracicaba encontram-se, também, o CTC e o Polo Nacional dos Biocombustíveis,

centros de pesquisa e desenvolvimento do etanol. Essas duas empresas possuem vários acordos internacionais para transferência de tecnologia, o que dá suporte a Dedini, por exemplo, entregar uma usina pronta em pouco mais de um ano e meio após o pedido feito.

Atuam também, em Sertãozinho, a B&S e a JW, empresas coligadas, que realizam projetos e constroem torres de destilação, usando o processo de destilação extrativa (desidratação do etanol), que reduz o consumo de energia e aumenta a produtividade final. Seus sócios são pesquisadores de universidades públicas de São Paulo.

A Smar Equipamentos tem investido na automação industrial, integrando os controles de processos e aumentando a eficiência industrial do processo industrial. A Sermatec desenvolve difusores, equipamentos industriais que podem substituir as moendas, aumentando a eficiência no processo de extração da sacarose de 96,5% para 98,5 propiciando também redução do consumo de vapor, liberando-o para a produção de energia elétrica.

A Sermatec possui parceira com outras duas empresas na região para desenvolvimento de pesquisas de difusores e caldeiras, a Uni-systems e a HPB engenharia. Ainda na produção de equipamentos pode-se mencionar a Caldema, com caldeiras de alta-pressão para a co-geração de energia elétrica e com caldeiras monodrum, também importantes para co-geração, mas desta vez em parceria com a Thermocal Engenharia.

A TGM, uma das mais antigas e tradicionais indústrias de equipamento para cana-de-açúcar, começou suas atividades com a manutenção de turbinas e integrou-se em direção à etapa agroindustrial com a compra de uma destilaria de álcool. Atualmente ela produz vários componentes ligados a geração de energia elétrica a vapor, tendo aberto, em 2005, uma filial na Alemanha.

A lógica da interação público-privado na agroindústria sucroalcooleira é sempre na busca por incrementos tecnológicos que aumente a eficiência de seus processos. Ultimamente

os principais esforços no desenvolvimento desses incrementos estão direcionados para o aumento da eficiência conjunta na produção dos três produtos da agroindústria: álcool, açúcar e energia elétrica.

Diante da importância da agroindústria e a “descoberta” de seu potencial de geração de energia, o Governo Federal desenvolveu, junto com outras organizações um conjunto de ações que viabilizem e acelerem os processos de P&D em termos setoriais.

O Governo Federal, através do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) vem, por seu lado, apoiando o P&D na agroindústria sucro-alcooleira, o grande programa na área é o do Bioetanol³⁷.

No tocante ao processo de hidrólise, por exemplo, o MCT estruturou o projeto da Rede de P&D em Hidrólise Enzimática – Bioetanol, com o aporte de R\$ 3,7 milhões. Essa rede de pesquisa conta com o envolvimento de 11 universidades³⁸ participantes (mais de 150 pesquisadores), 4 Centros de Pesquisa (CTC, Embrapa, INT, IPT); colaboração internacional³⁹ e as empresas Toyobo do Brasil Ltda., Oxiteno e Brasken.

Mas, o MCT está incentivando projetos que transpassem todo o sistema produtivo sucro-alcooleiro, além da rede de P&D ligada à hidrólise. Segundo o Ministro Sergio Resende (informação verbal)⁴⁰, as iniciativas do MCT serão na direção dos seguintes objetivos quanto ao setor sucro-alcooleiro:

1. Melhoramento genético e produção agrícola:

³⁷ Em sua linha de ação 10, o Plano de Ação 2007-2010: Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional ressaltam a importância dos biocombustíveis para o desenvolvimento tecnológico nacional (MCT, 2007).

³⁸ UNICAMP/Campinas, FAENQUIL/ Lorena, USP/São Paulo, UFRJ/Rio de Janeiro, UENF/Campos, UEM/Maringá, UnB/Brasília, UCS/Caxias do Sul, FURB/Blumenau, UFPE/Recife e UFPB/João Pessoa).

³⁹ Lund University - Suécia), Universidade de Zaragoza (Espanha), Estación Experimental Obispo Colombres (Argentina), Instituto Riken (Japão).

⁴⁰ Palestra apresentada pelo Ministro de Ciência e Tecnologia no Fórum Nordeste 2007, em Recife/PE.

- RIDESA – Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucro-alcooleiro.

- EMBRAPA Agroenergia.

- Biofábrica de cana.

2. Processos industriais:

- Projeto Bioetanol.

- Pequenas usinas de álcool.

- Reforma do etanol para produção de H₂.

3. Uso final dos produtos: P&D em combustão, aviação a álcool e Flex.

Na verdade, a agroenergia já é uma realidade para o setor sucro-alcooleiro, pois a co-geração de energia elétrica e a venda do excedente da produção dessa energia, fez com que o setor se visse como uma indústria de energia e algumas empresas mudaram sua denominação para companhias energéticas.

O governo está estruturando uma rede institucional de apoio as maiores pesquisas na direção do aumento de eficiência em agroenergia, na agroindústria sucro-alcooleira. Os fundos setoriais (CT-Energ/CT-Agro) e a Finep estão com R\$ 18,7 milhões para investimentos na área. Foi criada em 2007 a Embrapa Agroenergia, com foco na pesquisa e desenvolvimento de Tecnologia Agronômica (sistemas de produção sustentáveis); Tecnologia Industrial (processos de eficiência de conversão) e estudos sociológicos, econômicos, mercado, gestão, e políticas públicas (EMBRAPA, 2008).

Por sua vez, a RIDESA com R\$ 1,8 milhão (do Fundo Nacional para o Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia) está sendo fortalecida para manter a rede de PD&I

visando o desenvolvimento do agronegócio e melhoramento genético de variedades de cana, em parceria com as universidades ligadas a esta rede.

Nesse contexto, há uma discussão sobre a viabilidade de pequenas usinas de álcool, esse modelo deve levar em consideração pontos de vista econômico, técnico e social, capazes de inserir produtores independentes de cana-de-açúcar e a agricultura familiar no sistema produtivo do álcool. Fazem parte desse esforço a Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária (CNA), Universidades (UFPE / UNB / ESALQ / UCB / UNIEURO /) e um comitê gestor (Ministérios, Universidades, Plantadores).

Esse pode ser considerado mais um esforço de obter economias de escopo dissociadas das economias de escala advindas do tamanho das plantas. Até agora as pesquisas não foram promissoras para a pequena produção de álcool, mas caso essa trajetória se viabilize haverá uma mudança estrutural importante nos moldes da ocorrida no setor siderúrgico com as mini-usinas de transformação de sucata⁴¹.

Ainda dentro do amplo programa do bioetanol, existe o programa do hidrogênio, com o aporte de R\$ 29 milhões entre 2004 e 2008. A orientação é apoiar a formação de redes de P&D em: a) redes de células: PEM e Óxido Sólido; b) rede de Produção de H₂ (incluindo reforma de etanol); c) rede de Sistemas; e d) rede de Utilização (MCT, 2007).

Mas o grande interesse do sistema de inovações do etanol é o Projeto de Célula Combustível com reformador de etanol. Esse é um projeto cooperativo entre: Instituto Nacional de Tecnologia (INT), Instituto de Pesquisas em Energia Nuclear (IPEN), Centro de Pesquisas em Energia Elétrica (CEPEL) e Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia da UFRJ (COPPE-UFRJ) para a construção de um sistema de 5 KW baseado em

⁴¹ Von Tunzelmann e Acha (2005) sobre as mini-usinas siderúrgicas.

célula combustível alimentado por hidrogênio obtido através da reforma de etanol, com todos os componentes críticos e engenharia desenvolvidos com tecnologia nacional⁴².

O financiamento estatal para o desenvolvimento de novas tecnologias é a principal fonte de recursos para a pesquisa no Brasil. De todo modo, apesar da agroindústria sucroalcooleira apresentar aportes privados no desenvolvimento de tecnologias, o governo é um dos grandes financiadores de projetos de ponta do setor. No quadro 4, os recursos do Governo Federal para pesquisas ligadas ao agronegócio.

Quadro 4 - Recursos do MCT assegurados para Biocombustíveis e Agronegócio

Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação							
Investimentos em PD&I em Agroenergia (em R\$ milhões)							
Descrição	Ano						Subtotal
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Alcool	-	-	-	18,616	14,700	12,000	45,316
Biodiesel	-	7,858	10,611	18,826	24,700	11,000	72,995
Cadeia Produtiva (inclui Embrapa Agroenergia)	-	-	3,800	18,000	8,000	2,000	31,800
Tecnologia Industrial Básica - TIB	0,931	3,880	8,255	3,800	8,000	8,000	32,866
Total	0,931	11,738	22,666	59,242	55,400	33,000	182,977

Fonte: REZENDE, 2008.

No caso nacional, o arranjo institucional das entidades federais inclui: o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e suas entidades, como o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) para estudos e prospecção, a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) para fomento e formação de RH, o INT e o IPEN. Junto ao MCT está o Ministério da Agricultura (MAPA) com a Embrapa.

⁴² No Brasil, desde 2002 o Procac-Programa Brasileiro de Sistemas de Células a Combustível, conduz pesquisas na área de células de hidrogênio a partir do etanol.

A consolidação da EMBRAPA AGROENERGIA agirá como o elemento articulador da rede de centros da Embrapa e universidades voltadas para P&D no agronegócio da cana-de-açúcar.

O Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC) entra com parte do financiamento de pesquisa e desenvolvimento, através do BNDES para as entidades privadas, como Dedini, Brasken, a japonesa Toyobo do Brasil Ltda. e a Oxiten, estas três últimas atuando no esforço da hidrólise enzimática do bagaço da cana. Outros órgãos do MDIC que apoiam institucionalmente os esforços de P&D do programa de Bioetanol é o STI, o INMETRO e o INPI.

Do ponto de vista da geração e gestão do conhecimento o Ministério da Educação conduz o processo a partir da CAPES (fomento e formação de RH) e das universidades públicas federais com a RIDESA. O Ministério das Minas e Energia contribui no esforço com a Petrobras através do CENPES no desenvolvimento, principalmente, da célula de hidrogênio a partir do etanol.

O governo também prevê a criação de um Centro de Excelência em Tecnologia do Etanol (operando como um *hub* principal de uma rede de redes) e Laboratórios ou Unidades Associados (pesquisa, serviços, biofábricas, certificação, etc., sediados em instituições públicas ou privadas), consolidando uma rede de P&D em torno do etanol e do conceito de biorrefinarias.

Nesse aspecto, as principais fontes de financiamento do Governo Federal são:

1. Fundo Nacional para o Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (FINEP).
2. Fundo Tecnológico do BNDES (FUNTEC).
3. PETROBRAS.

4. Orçamento Geral da União (MAPA-EMBRAPA; MDIC-INMETRO; MEC-CAPES; MCT-CNPq).
5. FAPESP e outras Fundações de Apoio a Pesquisa (FAP).
6. BID & BIRD.

O orçamento proposto pelo Plano de Ação 2007-2010: Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional, para o P&D em etanol é o seguinte:

• Centro Nacional de Tecnologia do Etanol:	R\$ 80 milhões
• Laboratórios ou Unidades Associadas:	R\$ 40 milhões
• Outras Redes Temáticas: (Ridesa, combustão, outras)	R\$ 50 milhões
• Formação de Recursos Humanos:	R\$ 50 milhões
• Certificação, Metrologia e Outros Serviços:	R\$ 50 milhões
• Projetos de P&D em empresas (Subvenção Econômica):	<u>R\$ 160 milhões</u>
TOTAL: R\$ 430 milhões	

Fonte: REZENDE, 2008.

Como já foi mostrando anteriormente, o estado de São Paulo é o grande financiador e fomentador público da pesquisa na agroindústria sucro-alcooleira. Sua rede de pesquisa nessa área inclui o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Universidade Federal de São Carlos (UFScar) e Grupo Votorantim - Alellyx e CanaViallis.

Através da Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP o governo vem incentivando projetos para a pesquisa em cana-de-açúcar. A Fapesp apresenta quatro grupos de programas, descritos abaixo:

- **PIPE** - Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) apóia o desenvolvimento de pesquisas tecnológicas, executadas dentro de pequenas empresas, em três fases, com o objetivo de aumentar sua competitividade e sua contribuição socioeconômica para o país. O financiamento é concedido pela FAPESP ao pesquisador vinculado ou associado à empresa.
- **PITE** - Programa Parceria para Inovação Tecnológica (PITE) desenvolve-se por meio de parcerias, entre instituições de pesquisa, no Estado de São Paulo, e empresas de qualquer porte, para obtenção de novos produtos com alto conteúdo tecnológico ou novos processos produtivos. A FAPESP financia a parte da pesquisa realizada pela instituição de pesquisa e a empresa custeia a parte da pesquisa sob sua responsabilidade.
- **Programa com Projetos Temáticos** - Projetos Temáticos contêm informações referenciais, com resumos dos projetos. O financiamento é concedido a grandes pesquisas, em geral por quatro anos, envolvendo equipes maiores de pesquisadores de várias instituições, visando à obtenção de resultados científicos ou tecnológicos e socioeconômicos de maior impacto.
- **Programa com Projetos Regulares** - Projetos Regulares contêm informações referenciais, com resumos. Estão cadastrados na Biblioteca Virtual os projetos que obtiveram financiamento da FAPESP, a partir do ano 2000. Esses projetos são desenvolvidos sob a responsabilidade de um pesquisador com título de doutor ou qualificação equivalente.

Segundo levantamento da pesquisa, os projetos da FAPESP ligados ao setor sucro-alcooleiro totalizam 44 projetos financiados entre 2000 e 2007 nos programas de financiamentos de pesquisa descritos acima. Os projetos estão em quatro áreas de desenvolvimento, abaixo descritas:

1. Projetos em tecnologias de processos: 12
2. Projetos em tecnologias/desenvolvimento de produtos: 13
3. Projetos em tecnologias em manipulação genética: 5
4. Estudos e avaliações de produtos e processos: 14

Do total de 44 projetos listados, a metade foi aprovada com a participação de empresas privadas. Boa parte das empresas privadas são pequenas empresas ligadas a tecnologia industrial ou a biotecnologia. Com a exceção da Copersucar, que se configura como grande empresa, nesse contexto.

A Copersucar e a Atenatec Soluções Tecnológicas Ltda, foram as empresas que mais conseguiram financiamento da FAPESP nos projetos com cana-de-açúcar.

A Copersucar apresentou projetos com interesse em biotecnologia para novos produtos (leveduras) e desenvolvimento de novas variedades de cultivares (marcadores moleculares). A Atenatec Soluções Tecnológicas Ltda., voltada para soluções de automação industrial com sistemas informatizados, apresentou projetos em sua área de atuação comercial.

Essas duas empresas representam a tendência em P&D no Estado de São Paulo, uma vez que os problemas emergentes do setor são exatamente o monitoramento da eficiência produtiva (máquinas e equipamentos) e aumento dessa eficiência através do desenvolvimento de novas variedades de cana-de-açúcar.

Isso se desdobra no atual esforço para o desenvolvimento do sistema de inovações setorial, sempre baseado nos ganhos de eficiência de médio prazo. Ressaltando o recente interesse pelo conceito de biorrefinarias e o método DHR, que é uma proposta de longo prazo para a utilização integral do potencial bioenergético da cana-de-açúcar e a grande fonte de inovação radical para o setor.

Enfim, o processo cumulativo de aprendizado tecnológico que vem sendo construído desde o Proálcool, envolve firmas e outras organizações de pesquisa, caracterizando a agroindústria sucro-alcooleira como a única indústria no Brasil com a presença marcante da iniciativa privada atuando em conjunto com organizações e redes de pesquisa instituídas pelo setor público.

2.6 CONCLUSÕES

Em qualquer sistema de inovações as instituições apresentam a característica de alterar as taxas de mudanças tecnológicas, organização das atividades inovadoras e o desempenho das firmas e indústrias (MALERBA, 2005). As instituições representam as regras do jogo econômico e social impostas pela sociedade e emergem das decisões deliberadas por firmas e outras organizações ou mesmo resultado imprevisível das interações entre os agentes econômicos.

Diante disso, a regra institucional vigente na agroindústria sucroalcooleira por praticamente 500 anos foi a intervenção estatal. No século XX a intervenção estatal se consubstanciou no Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), fundado na década de 1930 por Getúlio Vargas, o instituto representou por 60 anos os interesses setoriais que moldaram a evolução dessa agroindústria até agora. O IAA protegeu e garantiu mercados para os produtos da agroindústria sucroalcooleira e, após a década de 1950 garantiu também investimentos para

a modernização e expansão da produção de açúcar e álcool. O resultado desse processo de intervenção aberta foi uma indústria dependente da garantia de mercado e de subsídios governamentais, que não desenvolveu capacitações internas suficientes para construir vantagens competitivas fortes para seu crescimento, mas se tornou dependente dos subsídios e das vantagens comparativas das terras brasileiras.

Dessa feita, toda a evolução dessa agroindústria, do ponto de vista da tecnologia ocorreu pela mão estatal. Os programas de financiamentos setoriais criados pelo governo na década de 1960 garantiram a atualização tecnológica do parque industrial sucroalcooleiro, onde os usineiros se beneficiaram de juros subsidiados e que até hoje algumas dívidas ainda existem, junto com outras contraídas durante a época do Proálcool. Esses investimentos aumentaram a produção e a exportação de açúcar e garantiram a base industrial inicial para o lançamento do Proálcool na década de 1970.

O Programa Nacional do Álcool – Proálcool, criado em 1975 pelo governo Geisel, representou outro grande avanço nessa indústria, depois da regulação direta do IAA. Contudo o Proálcool foi além, consolidando o P&D setorial e endogenizando a geração de inovações na indústria através do desenvolvimento de cultivares nativos e totalmente adaptados as condições de clima e solo do Brasil.

Outra construção institucional que potencializou o desenvolvimento de cultivares mais adaptados e produtivos foi o Pagamento da Cana por Teor de Sacarose (PCTS) no início da década de 80, impactando não só no aumento dos esforços de pesquisa na planta cana, mas em toda a cadeia produtiva como por exemplo o desenvolvimento de caminhões e técnicas de fertilização menos agressivas ao meio ambiente, como a fertirrigação com a vinhaça.

Mas a construção institucional mais relevante na década de 1970 foi a criação do mercado de álcool, dando início a uma indústria nova e desenvolvendo firmas com características da grande empresa industrial, objeto de estudo dos autores em organização

industrial. Contudo, esses desenvolvimentos são resultados diretos de uma regra institucional criada e imposta pelo governo e que perdurou até o final da década de 1980, devendo seu fim a crise fiscal do Estado brasileiro e a falta de coordenação privada dessa indústria em função da crise do álcool em 1988 e 1989.

Com o fim do IAA e do Proálcool no início da década de 1990 a agroindústria sucroalcooleira precisou reconstruir sua base institucional com novas organizações políticas e uma nova estrutura de governança que evitasse as repetidas crises de superprodução, que até então eram administradas pelo estado com a garantia de compra de toda a produção, inclusive dos excedentes. Mas infelizmente essas crises ocorrem ao longo da década de 1990, assim como a instabilidade institucional com várias organizações disputando a representatividade política da indústria.

Ao fim da década de 1990 e início da década de 2000 a agroindústria ganha outra conotação. O resultado de 30 anos de pesquisa em variedades de cana e a necessidade de um combustível pouco poluente, a partir do protocolo de Kyoto, fez a agroindústria sucroalcooleira no Brasil um exemplo em agroenergia. Somado a esse fato, em 2001 ocorre a crise do setor elétrico brasileiro, e essa agroindústria se mostra preparada para atender a demanda por energia elétrica com a alternativa da co-geração. Nesse último caso, o governo subsidia novas instalações em caldeiras de alta pressão nas usinas e cria regulamentações para a entrada das empresas dessa indústria na geração e venda de energia elétrica para as distribuidoras regionais.

A nova regra de mercado após a saída do governo do controle da produção e comercialização dos produtos dessa agroindústria, é que atualmente o setor está sendo operando totalmente em regime de mercado e se capacitando para obter vantagens competitivas sustentáveis com a diversificação de sua produção. Entretanto, não se pode esperar que uma indústria fortemente regulamentada durante 500 anos, em uma década se

torne totalmente apta a desenvolver um padrão de comportamento estratégico que responda prontamente aos desafios do livre mercado.

Do ponto de vista da construção das redes de inovação, a descrição realizada pelo capítulo deixa claro que o regime de aprendizado do setor é caracterizado pelo grande número de oportunidades tecnológicas, como por exemplo, as diversas tecnologias disponíveis para as plantas industriais das usinas, os quatro programas de melhoramento genético da cana gerando diversos tipos de variedades e, finalmente, no conceito de bio-refinaria.

Entendo que as biorrefinarias representam a fronteira tecnológica para o setor, uma vez que incorporam tanto as tecnologias atuais como novas trajetórias tecnológicas como a hidrólise e a hidrogenólise do bagaço da cana e do açúcar, respectivamente. Mas, essa fronteira tecnológica não está sendo oportunizada por firmas estabelecidas na agroindústria sucroalcooleira, mas por novos entrantes oriundos de outras indústrias, como a química e a petroquímica.

Por outro lado, diante das mudanças tecnológicas observadas nessa agroindústria está se consolidando um novo padrão de concorrência baseado em economias de escopo orientadas para a agroenergia e para a produção de sub-produtos com maior valor agregado, deslocando essa agroindústria de uma produtora de *commodities*, com grande elasticidade da demanda, para produção de bens diferenciados. Então, é possível considerar aqui que a agroindústria sucroalcooleira está se transformando em uma indústria de energia, que pode ser melhor enquadrada como agroindústria canavieira, dado o aumento das oportunidades tecnológicas baseadas na ampla utilização industrial da cana-de-açúcar.

Assim, conhecendo as fontes de inovação setorial e, também, a forma como o conhecimento é gerado, acumulado e difundido no setor industrial é possível intuir que o regime tecnológico no qual pode se enquadrar a agroindústria sucroalcooleira é o empreendedor.

Nos escritos a respeito de regimes tecnológicos (MALERBA; ORSENIGO, 1997; BRESCHI, et al, 2000; MARSILI; VERSPAGEN, 2002) fica caracterizado que o regime empreendedor (destruição criativa) se caracteriza em indústrias de base tecnológica. Mas, o próprio Malerba (2007) afirma que as duas estrutura para classificar as atividades inovadoras são muito estilizadas e uma série de setores industriais podem apresentar classificações intermediárias em suas atividades inovadoras.

Assim, dado que a difusão ampla do conhecimento gerado (universalidade) e a grande heterogeneidade das firmas dentro da agroindústria permitem a entrada continua de novas firmas e uma relativa instabilidade entre os líderes da indústria, é possível considerar que o regime tecnológico da agroindústria sucroalcooleiro seja o empreendedor.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA PARA A ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

O grande mérito da teoria evolucionista é buscar reconhecer padrões apesar da hipótese de instabilidade estrutural sugerir a falta deles. Isso faz com que os trabalhos empíricos nessa área sempre estejam orientados para o desenvolvimento de metodologias que permitam identificar padrões de evolução industrial e com isso, os achados nessa pesquisas subsidiem a elaboração de novos estudos, análises de mercado e de regulação e, mesmo, novas abordagens em políticas industriais.

Portanto, esse trabalho não foge a tradição de buscar e testar uma nova abordagem metodológica que englobe de forma multidimensional a questão da dinâmica industrial. Essa metodologia descreve e analisa as mudanças e seus resultados nos contextos institucionais, tecnológicos e de demanda da agroindústria sucroalcooleira, a partir dos avanços da literatura sobre Sistemas Setoriais de Inovação (MALERBA, 2002, 2003, 2006). Segundo Malerba (2002) esse modelo compreende a análise conjunta dos componentes estáticos da estrutura de mercado com elementos dinâmicos da estrutura setorial, dispondo em seu âmago teórico as teorias evolucionistas e a perspectivas de sistemas complexos (MALERBA, 2002; 2003; MALERBA; ORSENIGO, 1997).

Peneder (2007) afirma que taxonomias conseguem mostrar alterações na indústria sem desconsiderar a heterogeneidade entre os agentes individuais e firmas. O autor ressalta que utilizando micro-dados de empresas individuais é possível associar fenômenos de difícil tratamento na vida real dentro de pequenos grupos com características em comum.

Neste sentido, a metodologia do tratamento estatístico proposto nessa tese irá abordar a questão dos padrões setoriais e a mudança desses padrões no tempo. Para tanto, esse trabalho utiliza dados quantitativos e os processa através de técnicas estatísticas específicas para que subsidiem a análise proposta para o estudo da evolução do setor sucroalcooleiro no Brasil. Para atingir os objetivos de pesquisa foi necessário traçar uma metodologia para coleta, tratamento e interpretação dos dados, que será descrita no decorrer do capítulo.

A pesquisa desenvolvida para essa tese é de natureza exploratória descritiva, mas os métodos quantitativos (típicos de pesquisas conclusivas) são utilizados para caracterizar alguns agentes pesquisados e de interesse para a pesquisa. Portanto, a pesquisa utilizou abordagens, tanto quantitativa quanto qualitativa, ambas adaptadas aos objetivos da tese.

3.1 PLANO AMOSTRAL E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A tese trata de analisar a agroindústria sucroalcooleira no Brasil como um sistema setorial de inovações. Como análises setoriais carecem de um corte analítico definidor da abrangência do estudo, essa tese se ateve a descrever e analisar a evolução do setor sucroalcooleiro a partir do ano/safra de 1996 até 2006.

A população pesquisada é composta por firmas, organizações não-mercantis, institutos de pesquisa e indivíduos, e foi dividida em dois grupos. Um grupo, as firmas, recebeu tratamento estatístico específico no sentido de identificar possíveis padrões setoriais e suas transformações ao longo do tempo. A segunda parte da população foi trabalhada no sentido descritivo e a partir de análise documental e entrevistas estruturadas em profundidade com pessoas ligadas às organizações de pesquisa, as usinas e as universidades.

As firmas foram pesquisadas sob a denominação de usinas, nomenclatura típica de unidade fabril para esse setor industrial. Mas, em alguns momentos, se faz referências aos “Grupos Empresariais” que são a representação jurídica que podem agrupar uma ou mais usinas.

As usinas trabalhadas na pesquisa foram às unidades ativas no período pesquisado, isto é, as usinas que moeram cana-de-açúcar para a fabricação de açúcar, álcool ou ambos entre 1996 e 2006 e que informaram sua produção a duas das principais fontes de dados dessa pesquisa, a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA) e ao Anuário da Cana – Procana.com.

A população de usinas foi oscilante ao longo do período estudado, uma vez que algumas usinas são desativadas e não operam em uma safra, para voltar em seguida e, às vezes, com outro nome fantasia e nova administração e propriedade. Para resolver esse problema, foram excluídas usinas que não produziram por mais de duas safras consecutivas ao longo do período.

A escolha da região produtora Centro-Sul (CS) deve ao fato que esta região produz 90% da cana-de-açúcar brasileira e 85% do açúcar e do álcool comercializado interna e externamente pelo Brasil (UNICA, 2008). Consolidando assim a maior região produtora de açúcar e álcool do país, e permitindo extrapolar os resultados da pesquisa para o Brasil. Pois, além de acumular a maior produção, muitas usinas da região são oriundas do Norte-Nordeste, região que representa 10% da produção nacional do setor.

Na região Centro-Sul, destacam-se os seguintes estados produtores, por volume de produção:

1. São Paulo.
2. Minas Gerais.

3. Paraná.
4. Goiás.
5. Mato Grosso.
6. Mato Grosso do Sul.
7. Rio Grande do Sul.

No tocante às usinas, a partir do cálculo amostral para população finita de 230 unidades, determinou-se uma amostra de 189 usinas para uma margem de erro de 3% e confiança de 95%. Sabendo-se que a população de usinas que moeram cana a cada ano é oscilante, e que no período variou de 217 o menor número de unidades por safra e 232 o maior número de usinas em uma safra⁴³. Mas, devido à necessidade de ter uma população definida para o cálculo amostral, arbitrou-se que a população total seria de 230 usinas/ano para a região Centro-Sul.

O segundo grupo da população de pesquisa teve como membros as organizações não-mercantis, indivíduos produtores de conhecimento ligados ao setor, e que também se mostraram ativos e desenvolveram condições para a mudança setorial no período em questão. Ambos os casos são previstos no marco analítico dos sistemas setoriais de inovação, uma vez que os agentes e suas respectivas redes de interações são relevantes para explicar a dinâmica de transformação setorial.

Dado que a população trabalhada na pesquisa se apresenta de forma heterogênea, a coleta de dados aconteceu de três formas:

- 1) Coleta de dados quantitativos secundários oriundos das publicações da ÚNICA e do Anuário da Cana.

⁴³ Trata-se aqui de usinas que operaram exclusivamente na região produtora do Centro-Sul. Pois, se a produção do Norte-Nordeste for incluída a população de usinas aumenta para cerca de 330 a cada ano.

2) Entrevistas semi-estruturadas com:

- a. gestores ligados à 10 (dez) usinas escolhidas a partir dos dados de pesquisa e que permitiram acesso para as entrevistas;
- b. coordenadores de pesquisa da RIDESA e associações de interesse privado, como a UNICA, STAB, SINDAÇUCAR-AL e Cooperativa dos Produtores de Açúcar e Álcool do Estado de Alagoas;
- c. coordenadores e pessoas ligadas à área de pesquisa do CTC e FAPESP;
- d. entrevistas com pesquisadores ligados a área de álcool e açúcar de órgãos públicos que possuem influência nas políticas do setor, como o Instituto de Economia Agrícola de São Paulo – IEA, UNICAMP.

3) Levantamento de informações procedentes de documentos, relatórios, históricos e reportagens a respeito de firmas e organizações setoriais, como cooperativas de usinas, grupos de comercialização, entidades de pesquisas e órgãos governamentais.

3.2 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS OPERACIONAIS

Segundo Malerba (2002, 2006) o modelo analítico para um sistema setorial foca três dimensões centrais:

1. O domínio do conhecimento e tecnologia utilizado pelos agentes do setor.
2. Os agentes e suas redes de relacionamento.
3. Instituições.

Como essas dimensões analíticas são geralmente tratadas de forma ampla, nesse trabalho cada dimensão foi decomposta em um conjunto de variáveis operacionais baseadas no conceito de regimes tecnológicos e em variáveis estruturais que serão trabalhadas ao longo da pesquisa. No quadro abaixo, observam-se a apresentação e explanação de cada variável operacional (QUADRO 4).

É importante ressaltar que os dados da tese estão baseados na unidade produtiva, ou seja, nas plantas das usinas que fazem parte de grupos econômicos produtores. Contudo, esse fato não enviesa as informações extraídas uma vez que essa agroindústria tem se mostrado amplamente desconcentrada e, mais de 70% dos grupos econômicos, presentes nessa agroindústria possuem apenas uma unidade produtiva.

Quadro 5: Variáveis operacionais da pesquisa

Dimensão analítica	Descrição de Variáveis	Operacionalização
Domínio tecnológico ligado a produção	Indicadores de estrutura de mercado.	CANAT - Volume total esmagado de cana de açúcar em toneladas, por safra. Representa a capacidade de esmagamento de cana em uma dada safra.
		EMEP - A escala mínima eficiente da planta expressa como uma porcentagem do volume esmagado pela indústria no ano/safra ⁴⁴ .
		Índices de concentração: C4, C20, HHI.
	Indicador de desempenho da firma.	ART - Volume de açúcares redutores a partir da moagem de cana. Essa variável indica o nível de produtividade da tecnologia utilizada pela usina, no tocante ao uso de variedades (teor de sacarose) e da eficiência da extração e fermentação.
Agentes e redes de relacionamento	Agentes não-mercantis de caráter privado.	Cooperativas de produtores, sindicatos patronais, empresas e centros de pesquisa, consórcios empresariais.
	Agentes não-mercantis de caráter público.	Universidades, agências governamentais, redes de pesquisa.
	Agentes mercantis ligados ao produto final.	Usinas e grupos de usinas.
Contexto Institucional	Leis, órgãos reguladores.	

⁴⁴ A construção desse indicador é mostrada em Caves, Shirazi-Khalilzadeh, Porter (1975) e por Davies (1980), ambos citando os trabalhos iniciais de Weiss (1963).

3.3 MÉTODO DE TRATAMENTO DOS DADOS

Para a análise da indústria, as variáveis foram os indicadores de estrutura como a razão de concentração das quatro maiores empresas do setor (C4) e das 20 maiores (C20), e o índice de Herfindahl (HHI). Esses indicadores foram construídos a partir de dados coletados para essa pesquisa, mas foram utilizados em outros trabalhos do Grupo de Pesquisa no qual essa pesquisa faz parte. Posteriormente os dados foram desagregados e trabalhos ao nível da firma.

Devido à dupla natureza dos dados trabalhados nessa pesquisa, quantitativos e qualitativos, o procedimento para o tratamento de dados ocorreu de duas formas distintas. De um lado a utilização de técnicas estatísticas para o tratamento dos dados quantitativos, por outro lado, os dados qualitativos foram trabalhados simultaneamente com os dados quantitativos. No tocante à técnica estatística foram aplicados dois tratamentos às variáveis quantitativas: a análise de conglomerados (cluster) e a análise de variância.

O uso da análise de aglomerados (*cluster analysis*) vem sendo um artifício interessante para investigar a estrutura da concorrência dentro de uma indústria (PORTER, 1979; HARRIGAN, 1985; KANIOVSKI; PENEDER, 2002; PENEDER, 2007), assim, como boa parte da literatura que trata da agroindústria sucroalcooleira preconiza a grande heterogeneidade entre as firmas dessa indústria (VIAN, 2002; MORAES, 2000; RAMOS, 2002) é importante discriminar os grupos dentro da indústria para melhor compreender as transformações ocorridas.

O uso de análise de aglomerados se mostra uma poderosa ferramenta para a criação de taxonomias em indústrias e setores industriais. Pois, essa técnica foi especialmente

desenvolvida para a classificação de observações específicas a partir de suas similaridades respeitando o ordenamento multidimensional das variáveis (PENEDER, 2007).

A análise de variância foi empregada para detectar qual ou quais variáveis estavam separando os grupos dentro da indústria. Uma análise de variância permite que vários grupos sejam comparados a um só tempo, utilizando variáveis contínuas. O teste é paramétrico (a variável de interesse deve ter distribuição normal) e os grupos têm que ser independentes.

3.3.1 A análise de aglomerados

A análise de aglomerados (*cluster*) classifica objetos de forma que os objetos dentro de um *cluster* sejam bastante similares. Segundo Hair et al. (1995), a análise de *cluster* pode ser usada para se chegar basicamente a três objetivos:

- Descrição de Taxonomia: O mais tradicional uso da análise de conglomerados é a pesquisa exploratória com propósito de formação de taxonomias. Apesar de ser basicamente uma técnica exploratória, a análise *clusters* também pode ser usada para propósitos confirmatórios. Neste caso, a análise pode ser aplicada para comparar os resultados obtidos como os resultados esperados por uma tipologia.
- Simplificação dos Dados: A análise de conglomerados também pode ser usada para simplificar os dados. As observações podem ser vistas como membros de um *cluster* e classificadas de acordo com suas características gerais.
- Identificação de Relacionamentos: A partir da definição dos *clusters*, o pesquisador tem como observar relacionamentos entre as observações que talvez não fossem possíveis a partir das observações individuais.

Para Peneder (2007) a análise de cluster é definida como a “arte de encontrar grupos em dados”, oferecendo uma sofisticada ferramenta estatística para a exploração e classificação de dados multivariados.

Assim, selecionar as variáveis que serão incluídas na análise é uma parte importante do trabalho. A adição ou exclusão de uma variável relevante pode ter impacto substancial no resultado. Uma vez coletados os dados, procedeu-se a preparação dos mesmos para o referido tratamento. No quadro 1, são mostradas as variáveis trabalhadas nessa tese e a partir delas foram levantados os dados brutos de acordo com o planejamento amostral e de coleta de dados descritos anteriormente. De posse dos dados brutos preparados nas planilhas do software estatístico SPSS versão 13, teve início à preparação dos dados para evitar interpretações e considerações equivocadas oriundas de “ruídos” presentes em dados fora do padrão ou “outliers”.

Os dados brutos consistiam de várias safras, ano a ano, detalhadas por usina. Cada usina apresentou um valor em tonelada de cana moída (CANAT) e em açúcares redutores totais (ART), para cada ano-safra de 1996 até 2006. Foi calculado a partir de Weiss (1963); Caves; Shirazi-Khalilzadeh; Porter (1975) e Davies (1980) uma *proxy* para a escala mínima eficiente da planta a partir da razão entre a mediana da distribuição dos tamanhos⁴⁵ da indústria e o total de produção da indústria em cada safra específica.

Como a agroindústria sucroalcooleira depende do campo, este está suscetível as alterações de clima, solo e outros fatores exógenos, foi necessário calcular médias móveis de três safras consecutivas, para reduzir de problemas que pudesse enviesar os dados da amostra. Desse modo, a amostra foi agrupada a cada três anos de safra e foi considerada como

45 O tamanho de cada usina foi descrito em razão do volume de cana esmagado por safra.

elemento válido da amostra, a usina que produziu em pelo menos dois anos seguidos do triênio em questão. Assim, foram retiradas três amostras distintas com médias móveis de 201 usinas para o triênio 1996-97-98 chamado Período 1, 222 usinas para o triênio 2000-01-02, chamado Período 2 e, 214 usinas para o triênio 2004-05-06, chamado Período 3. Percebe-se que se aproveitaram bastante os dados da população e as amostras ficaram bem acima dos 189 indivíduos calculados inicialmente.

Após o cálculo das médias móveis e organização das amostras, os dados foram novamente analisados buscando detectar a presença de *outliers*, e verificar a necessidade de padronização. Dado a heterogeneidade em termos de tamanho de usina, foi definido que usinas com menos de 100 mil toneladas de cana moída por safra e usinas que apresentassem o ART menor que 100 kg/ton, não fariam parte da amostra.

Feita a “limpeza” dos dados com a retirada dos *outliers*, foi realizada a padronização dos dados utilizando logaritmos neperianos. O procedimento de padronização foi necessário uma vez que se trabalhou com variáveis que apresentam escalas métricas distintas, pois, a variável CANAT é definida em toneladas enquanto a variável ART é definida em quilograma por tonelada de cana (KG/tonc) e, a variável EMEP é dada em números menores que a unidade. Normalizada as variáveis elas foram transformadas em LOGCANAT, LOGART e LOGEMEP.

A padronização dos dados também serviu para normalizar a amostra e assim cumprir o pressuposto de normalidade das variáveis para a análise de variância e a análise de aglomerados. Ressaltando que para a análise de conglomerados a normalidade não é condição *sine qua non* para a aplicação da técnica.

Após essa preparação dos dados foi aplicada a técnica de análise de aglomerados. Essa técnica de análise multivariada tem o propósito de reunir objetos, baseando-se nas

características dos mesmos. Essa técnica se apresenta como bastante interessante para o caso desse trabalho de pesquisa. Pois, dado as características do marco analítico utilizado, o qual define como um de seus pressupostos a existência de heterogeneidade entre uma dada população de agentes econômicos, não descartando, porém, a existência de grupos (clusters) que apresentem características comuns entre alguns elementos dessa mesma população.

Esse pressuposto da teoria pode ser observado ao se aplicar a técnica de análise de conglomerados em uma população, pois ela classifica os objetos segundo aquilo que cada elemento tem de similar em relação a outros que pertençam a determinado grupo, considerando, é claro, um critério de seleção predeterminado (HAIR et al., 1995). Dessa forma, o cluster resultante deve apresentar um alto grau de homogeneidade interna (*within-cluster*) e alta heterogeneidade externa (*between-cluster*). Devido a esse tipo de resultado a análise de aglomerado trata-se de uma metodologia de classificação, ou taxonômica, baseada em métodos numéricos (CORRAR; PAULO; FILHO; 2007).

O início da aplicação da técnica de análise de conglomerados é definir o critério de parença, ou seja, sendo essa técnica voltada a encontrar similaridades ou dissimilaridades entre elementos de uma amostra, é importante escolher um critério de modo que o pacote estatístico venha a calcular o “coeficiente de parença”.

Para os dados a medida escolhida foi à distância euclidiana quadrada através do método hierárquico Ward, pois: a) trata-se de variáveis métricas; b) as diferenças de magnitude entre os casos têm relevância na classificação e; c) a distância euclidiana é a mais comum e as demais medidas disponíveis são apenas variantes dessas (HAIR et al., 1995, p. 495). Como forma de confirmar os resultados encontrados por esse método, foi testado o não-hierárquico k-means, conforme indicado pela literatura (HAIR et al., 1995, p. 497; AAKER et al., 2004, p. 595).

Os pressupostos básicos da análise de conglomerados são a representatividade da amostra e a existência de multicolinearidade. O pesquisador precisa estar confiante de que a amostra é representativa da população. Os resultados da análise só serão válidos caso a amostra for representativa.

Como já foi apresentando anteriormente, nessa pesquisa a amostra definida estatisticamente com erro de 3% e nível de confiança de 95% foi de 189 elementos, mas as amostras efetivamente trabalhadas não ficaram com menos de 200 observações, levando em conta que em média a população ativa de usinas é de 230 por safra. Portanto, a amostra pode ser considerada representativa.

Como a análise de cluster é um tratamento estatístico descritivo, atóxico e não inferencial, a possibilidade da conclusão final a respeito do problema estudado ser válida, dependerá das variáveis selecionadas a partir do conhecimento prévio do pesquisador. Assim, a multicolinearidade não foi considerada de forma rígida, pois como as variáveis selecionadas para a análise de conglomerados são apenas três, não se considerou essa questão. Isso é recomendado em casos que o tratamento apresente poucas variáveis e não seja possível aplicar análise fatorial para reduzir o efeito da multicolinearidade (CORRAR et al., 2007).

Após a confirmação dos pressupostos, escolheu-se o algoritmo de agrupamento, que como foi mencionado anteriormente a escolha recaiu sobre o método hierárquico *Ward* e o método não-hierárquico *k-means*, respectivamente. Sendo esse último como instrumento de confirmação das escolhas realizadas a partir do método *Ward* e posteriormente utilizado para a discriminação dos agrupamentos, por causa do SPSS quando trabalha com o método *k-means* realizar automaticamente o cálculo da variância para validação das variáveis discriminatórias.

Na verdade, o que determina o processo de escolha do método é o número de observações (casos) e a capacidade de cada método de extrair da massa de dados, de forma mais fidedigna possível, os grupos a serem e interpretados.

Portanto, Malhotra (2001) sugere que o método *Ward* frente aos demais métodos tem se revelado superior. De modo geral, procura minimizar a variância dentro dos conglomerados, por isso é conhecido como o método de variância. Dessa forma a criação de conglomerados acontece a partir do cálculo da média de cada variável para então montar os aglomerados a partir do quadrado da distância euclidiana às médias do conglomerado.

A extração dos conglomerados pelo método hierárquico pede a faixa de variação do número de cluster possível para serem extraídos, ou seja, o número mínimo e máximo de agrupamentos possíveis. Como não existe uma regra estatística para tal situação, o critério do número ideal de aglomerados para o estudo, depende do conhecimento prévio do pesquisador em relação ao assunto. Então, aplica-se o método/ algoritmo *Ward* para a extração inicial de um número de aglomerados, e posteriormente aplica-se o método/ algoritmo *k-means* como método confirmatório da escolha inicial do número de aglomerados (HAIR et al. 1995; AAKER et al., 2004).

Apesar de outros trabalhos recentes com a agroindústria sucro-alcooleira, mostrarem agrupamentos com medidas diferentes (IEL/NC; SEBRAE, 2005; VIAN, 2002), mas não existe uma classificação dos grupos a partir das características de estruturais e tecnológicos, como se propõe o estudo proposto nessa tese.

Dessa forma, se testou uma faixa de 3 a 7 grupos possíveis⁴⁶ e que pudessem ser melhor descritos a partir das características das variáveis selecionadas para análise de conglomerado, a saber: a variável de tamanho/condução da empresa (LOGCANAT); a variável

⁴⁶ Esses números formam o intervalo de grupos que os dois trabalhos citados trabalharam. Sete grupos no trabalho do IEL (2005) e três grupos no trabalho de Vian (2002).

proxy da estrutura de mercado (LOGEME) e a variável de desempenho tecnológico (LOGART). Após vários testes a partir da metodologia⁴⁷ proposta por Aaker, et al. (2004) e Hair, et al. (1995) para a melhor escolha do número de clusters, conclui-se que o número mais apropriado de agrupamentos para as variáveis utilizadas é de 4 conglomerados.

Com o número de 4 conglomerados definidos, seguiu-se a realização da extração final pelo método hierárquico Ward e posteriormente, pelo método não-hierárquico *k-means*, este último para validar os resultados encontrados.

Após a extração e validação dos aglomerados (clusters), realizou-se a rotulação de cada um dos aglomerados, necessária para a aplicação da técnica seguinte. Pois, na rotulação percebeu-se que os tipos de clusters se repetiam nos três conjuntos (períodos)⁴⁸ de amostras, implicando em dizer que, existe um padrão entre os elementos da amostra. Mas, apenas com a técnica de conglomerados não é possível dizer se os elementos são os mesmos ou se são diferentes, necessitando de uma análise caso a caso para identificar o histórico e a evolução de cada empresa do agrupamento.

⁴⁷ Na verdade, não existe um método estatístico específico que defina o número de cluster para cada extração. O que ocorre é que a literatura recomenda que se faça uma extração pelo método hierárquico e repita o feito, mantendo o mesmo número de clusters para a extração, pelo método não-hierárquico. Isso feito verifica-se a semelhança entre os clusters gerados por um e outro método, se em ambos os casos os clusters mantiverem suas características gerais, a extração pode ser a melhor possível. Caso contrário, existem problemas com as variáveis ou observações (HAIR, et al., 1998; AAKER, et al., 2004).

⁴⁸ As amostras foram extraídas a partir das médias móveis de 201 usinas para o triênio 1996-97-98 chamado Período 1, 222 usinas para o triênio 2000-01-02, chamado Período 2 e, 214 usinas para o triênio 2004-05-06, chamado Período 3.

3.4 CONCLUSÕES

Seguindo a recomendação de Schumpeter (apud SCHERER; ROSS, 1990) de que a análise econômica seria mais rigorosa se fosse utilizado à história, a estatística e a teoria econômica de modo conjunto, essa tese utiliza, então, esse conjunto de ferramentas analíticas para explicar as transformações industriais e a evolução da agroindústria sucroalcooleira.

O tratamento estatístico utilizado foi um dos mais apropriados para realizar estudos de taxonomias e o comportamento competitivo das firmas dentro de uma indústria em particular, segundo Peneder (2007). É certo que a metodologia de análise de aglomerados (*clusters analysis*) não é muito recorrente para estudos setoriais, até então, mas os procedimentos *cut-off* observados em outros trabalhos que estudavam taxonomias setoriais não são mais rigorosas que a análise de aglomerados, uma vez que o processo de discriminação dos grupos é realizado a partir de critérios exógenos e subjetivos ao pesquisador, assim, podendo conter vieses na definição dos clusters (PENEDER, *idem*).

A taxonomia extraída da análise de conglomerados é validada tanto pelas escolhas dos algoritmos específicos para essa validação, como por um tratamento de análise de variância de um fator (ANOVA), a qual referenda as diferenças entre os clusters selecionados sinalizando a validade da classificação.

No capítulo seguinte é realizada a análise dos resultados encontrados definindo o padrão de concorrência industrial, a descrição das transformações industriais e os impactos resultantes para o sistema de produção e inovação sucroalcooleiro.

CAPÍTULO 4

Padrão de Concorrência e Taxonomia para as Empresas da Agroindústria Sucroalcooleira no Brasil

4.1 PADRÃO DE CONCORRÊNCIA DA AGROINDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA NO BRASIL.

Nessa parte da tese, a análise se inicia com o entendimento da estrutura de mercado existente, a partir dos índices de concentração, dados de oferta e demanda dos produtos do setor, dados dos tamanhos e da produtividade das plantas. Para tanto, estudou-se as transformações ocorridas no setor a partir das variáveis, citadas anteriormente, ao longo do período de 1996 a 2006.

Esse capítulo está dividido em três seções e uma conclusão, a primeira seção irá analisar as alterações na estrutura produtiva da indústria, dando ênfase as características do mercado (oferta e demanda) e sua estrutura para definir o padrão competitivo atual. A segunda seção irá trabalhar com a análise dos dados obtidos com o tratamento estatístico de cluster e as classificações das usinas, observadas nos cluster gerados. E a terceira seção irá propor uma taxonomia de firmas para a agroindústria sucroalcooleira, como um desdobramento da análise de cluster.

As alterações ocorridas na agroindústria sucroalcooleira durante toda a década de 1990 e, principalmente após 2001, causaram importantes impactos na estrutura industrial e na configuração institucional, portanto, uma taxonomia de firmas é interessante, pois mostra características intrínsecas que geralmente passa despercebida nas análises setoriais mais agregadas.

O setor produtor de açúcar e álcool no Brasil está pulverizado e com mais de 350 unidades produtoras - usinas sucroalcooleiras - no país, que se comportam como um oligopólio com empresas líderes margeado por um grupo de empresas menores caracterizando uma franja competitiva⁴⁹. Além disso, devido às baixas barreiras estruturais a entrada novas firmas estão se instalando na indústria, com destaque para os grupos empresariais estrangeiros, geralmente ligados ao setor de alimentos, e para os fundos de investimento⁵⁰.

Uma parte das usinas estão associadas a grupos empresariais detentores de mais de uma unidade produtora (usina). Esses grupos empresariais são, geralmente, grupos familiares constituídos a partir do empreendedorismo de um patriarca que passa a herança do negócio para as gerações seguintes da família diluindo, em muitos casos, o controle das usinas entre dezenas de herdeiros. Os grupos empresariais, geralmente possuem no máximo duas unidades, mas cerca de 70% dos grupos possuem apenas uma usina e compõe grande parte das usinas menores.

Contudo, nos últimos oito anos, observa-se que os grupos líderes em volume de moagem, vêm crescendo em número de unidades⁵¹. Esse crescimento vem acontecendo, fundamentalmente, por meio de fusões e aquisições (F&A), mas alguns estão expandindo suas plantas e montando novas unidades de forma orgânica.

Os maiores grupos do Centro-Sul (CS) expandem-se através de F&A, a mesma estratégia utilizada pelos grupos estrangeiros entrantes no setor. Ao passo que os grupos menores e os grupos nordestinos que estão se implantando no CS, o crescimento está ocorrendo, via expansão da planta existente ou construção de novas plantas com capital próprio ou de financiamento direto.

⁴⁹ A comprovação empírica dessa afirmação será realizada mais adiante.

⁵⁰ Esses grupos de investimento estão orientados para a produção de energia, seja do álcool, seja elétrica. O mais interessante é que eles aportam investimentos em novas plantas, e não só em empresas já instaladas via compra ou associações.

⁵¹ Mais adiante dados empíricos irão apresentar a participação de mercado dos maiores grupos.

Como mostram o gráfico 14 e a Tabela 1, para a safra de 2005/06, 177 grupos empresariais agroindustriais canavieiros detentores de mais de uma usina, moeram 337 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, uma média de 1,9 milhões de toneladas por grupo⁵².

Percebe-se que entre 1999 e 2006 existe uma redução no número de grupos econômicos refletindo com isso o processo de F&A que vem consolidando a indústria em grupos cada vez maiores.

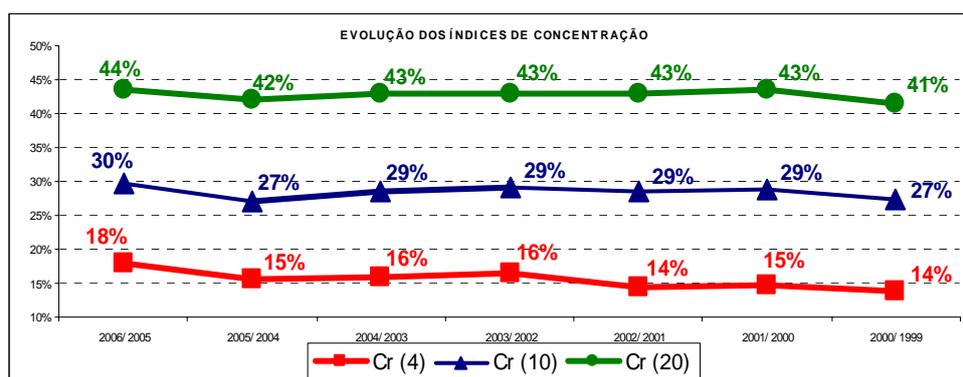


Gráfico 14 - Taxas de Concentração por Grupo Agroindustrial (2002/2006)
Fonte: INFOSUCRO-IE/UFRJ (2007).

Mesmo com o aumento do número de fusões e aquisições, a agroindústria de açúcar e álcool ainda mostra-se relativamente desconcentrada, percebe-se isso se observar a evolução dos indicadores chave como: a razão de concentração da atividade, seu HHI, o número de grupos econômicos processadores e o aumento do volume de cana processada ao ano (moagem).

A desconcentração que é percebida, em grande medida é resultado da facilidade na obtenção da tecnologia produtiva, uma vez que boa parte das pesquisas é realizada de forma cooperada entre os participantes da indústria e o governo. Assim, a agroindústria sucroalcooleira apresenta um conjunto de oportunidades tecnológicas oriundas da ampla

⁵² Para efeito deste trabalho reunimos as usinas que fazem parte do mesmo grupo empresarial. Nesse sentido, um grupo pode ter várias usinas, mas mantém uma unidade patrimonial ou jurídica, quer sejam empresas familiares, quer sejam empresas de capital aberto, como a Cosan.

difusão de tecnologias novas e da tecnologia central da produção de açúcar e álcool ser consolidada e se encontrar no estado-da-arte.

Tabela 1 – Evolução dos índices de concentração da agroindústria sucro-alcooleira.

	2006/2005	2005/2004	2004/2003	2003/2002	2002/2001	2001/2000	2000/1999
MOAGEM TOTAL	336.979.578	328.727.155	299.091.023	268.547.942	244.219.523	207.068.850	267.135.742
QTE GRUPOS ATIVOS*	177	175	172	171	175	180	196
MEDIA MOAGEM GRUPO	1.903.839	1.878.441	1.738.901	1.570.456	1.395.540	1.150.383	1.362.937
HHI	0,01959131	0,01515627	0,01568769	0,01600628	0,01421906	0,01408149	0,0130537

Fonte: Infosucro, 2007.

*grupos econômicos proprietários de uma ou mais usinas.

Apesar dos indicadores não sinalizarem para concentração, internamente existem movimentos das firmas buscando aumentar seus investimentos na expansão das capacidades produtivas e na ocupação áreas agrícolas que ofereçam maiores vantagens comparativas em relação à localização, solo e clima. Em particular, esse último tipo de investimento aparece como uma forma de barreira a entrada, pois os grupos que estão entrando mais tardiamente com novas plantas na indústria estão encontrando terras mais distantes dos centros consumidores e distribuidores, assim aumentando os custos de transporte e armazenamento dos produtos. Ressalta-se, então, que o aumento da expansão industrial dos grupos líderes já sugere a expansão concomitante da área agrícola e/ou processos subjacentes de F&A.

O que está se desenhando é a criação de um grupo de empresas líderes e com maiores fatias de mercado, relativo poder de mercado⁵³ e que atuam de forma independente, ou seja, sem necessitar de cooperativas ou grupos de comercialização para conseguir colocar sua produção no mercado. Essas empresas estão se tornando verticalmente integradas (tanto a montante quanto a jusante), seja possuindo grandes áreas agrícolas (cana-própria), seja

⁵³ O poder de mercado aqui ocorre prioritariamente na negociação de contratos de venda, pois, o volume de produto exigido nesses contratos apenas as grandes empresas possuem capacidade de entregar com menor risco, portanto, o prêmio nos contratos pode ser maior. Além disso, existe a especulação com estoques em períodos de entressafra.

adquirindo e estruturando distribuidoras de combustíveis⁵⁴ e marcas no varejo de açúcar e adoçantes⁵⁵.

Por outro lado, está se formando um grupo de empresas menores, seguidoras, e que precisam de cooperativas, associações ou qualquer outro tipo de organização para consolidar sua produção com a de outras usinas e assim obter escalas suficientemente grandes para negociar no mercado, seja ele internacional ou nacional.

Atualmente 67 grupos empresariais sucroalcooleiros do Centro-Sul (CS) do país detêm 154 unidades produtoras no país na safra 2006/07 e processaram cerca de 73,23% da produção do CS, ou 273,5 milhões de toneladas. A expectativa é de que para 2012/13 os mesmos 67 grupos tenham juntos 219 unidades produtoras. Ao considerar que neste período essas companhias vão investir em expansão de novas unidades, é possível prever uma moagem de 491,6 milhões de toneladas de cana ou 78,18% da produção total do CS⁵⁶.

Considerando que o Centro-Sul (CS) esmaga atualmente 90% da cana-de-açúcar produzida no Brasil, e a outra região produtora, o Norte-Nordeste (NN), apresenta continua redução de sua produção a cada safra, a tendência é que o CS, em 2011/2012, esmague 95% da cana-de-açúcar brasileira.

O ritmo de entrada dos grupos estrangeiros pode se visto no quadro 5, na última safra, nota-se que a principal forma de entrada é a participação em usinas já instaladas, mas logo após a compra essas empresas iniciam projetos de expansão de capacidade. Atualmente, empresas estrangeiras respondem por 4,5% da produção nacional de cana ou 18,5 milhões de

⁵⁴ Existem pedidos na ANP, por parte de grupos produtores de álcool, para abertura de distribuidoras de combustíveis (SCARAMUZZO, 2007).

⁵⁵ Nesse caso, recentemente houve a compra das operações da ESSO pelo maior grupo empresarial brasileiro de açúcar e álcool, a COSAN. A mesma COSAN possui várias marcas de alimentos que tem como base o açúcar por ela produzido e a marca “Da Barra” de açúcar que é uma das líderes no varejo de supermercados no CS. Outros grupos empresariais como a Nova América segue a mesma estratégia da COSAN quanto ao varejo de açúcar e possui a marca “União”.

⁵⁶ Informações contidas no site da UNICA – www.unica.com.br.(2008)

toneladas, e contam com 11 unidades. Até 2012, serão ao menos 12% da produção brasileira com 31 plantas industriais, de acordo com estimativa da UNICA (UNICA, 2008).

Quadro 6: Participação de grupos estrangeiros na moagem da safra 2006/07

Grupos estrangeiros (% da produção nacional total)	Usinas	Produção (em milhões de toneladas por safra)
Tereos – 2,53%	<ul style="list-style-type: none"> • Usina Cruz Alta • Usina Guarani • Usina São José • 6,3% da Cosan 	4 2,2 2,2
Coinbra – Louis Dreyfus – 1,88%	<ul style="list-style-type: none"> • Usina São Carlos • Usina Cresciumal • Usina Luciânia • Usina Maracajú • Usina Passa Tempo • Usina Estivas • Destilaria Gasa 	1,9 1,5 1,3 1,4 1,8 1,4 0,8
Ifinity Bio-energy – 0,6%	<ul style="list-style-type: none"> • Usinavi • Alcana • Cridasa 	1,9 0,5 0,4
Noble – 0,26%	<ul style="list-style-type: none"> • Usina Petribú Paulista 	1,1
Kuok – 0,59%	<ul style="list-style-type: none"> • Por ter 6,7% da Cosan 	----
Sucden – 0,20%	<ul style="list-style-type: none"> • Por ter 2,3 % da Cosan 	----
Adeco – 0,19%	<ul style="list-style-type: none"> • Usina Monte Alegre 	0,8
Cargill – 0,19%	<ul style="list-style-type: none"> • Cevasa 	1,3
Clean Energy Brasil – 0,18%	<ul style="list-style-type: none"> • Usaciga 	1,5
Outros – 2,59%	<ul style="list-style-type: none"> • Investidores internacionais que possuem 26,8% das ações da Cosan e 10% das ações da São Martinho 	----

Fonte: Jornal da Cana, 2007.

Esse crescimento vem modificando a estrutura industrial do ponto de vista da concentração e concomitantemente, vem afetando a estrutura patrimonial das empresas da indústria. O processo recente de fusões e aquisições envolvendo a agroindústria sucroalcooleira não é obra do acaso. A mudança do regime competitivo em toda a indústria brasileira na década de 90, somado ao fato da liberação dos preços nessa agroindústria em particular, deu início a um movimento de reestruturação produtiva setorial.

O aumento da F&A na agroindústria sucroalcooleira acompanha uma tendência que já estava sendo verificada em outras indústrias no Brasil, para esse mesmo período. Segundo Rocha; Iooty, Ferraz. (2006) os objetivos das mudanças de controle societário nas empresas privadas nacionais são bastante distintas das observadas na economia americana e

que devido ao fato das empresas nacionais serem basicamente de controle familiar, a profissionalização dessas, por meio de troca da forma de gestão, vem apresentando resultados benéficos para a eficiência das empresas em questão.

Contudo, no caso da indústria sucroalcooleira, a entrada de novas empresas, principalmente estrangeiras, tem ocorrido devido à atratividade da produção de álcool no Brasil seja por uma produção já estabelecida, seja pelo custo de produção que é um dos mais baixos do mundo. A entrada via F&A é o caminho mais rápido para obter as economias de escala necessárias para a produção eficiente, somado a redução do custo de aprendizado incorrido na abertura de unidades novas em um mercado novo.

Esse fato confirma, de uma lado que as firmas entrantes estão aproveitando o conjunto de oportunidades que surge nessa agroindústria, por outro lado, a entrada é reforçada pelo grande acesso do conhecimento gerado no setor industrial como um todo. Considerando que o conhecimento está presente tanto nos centros de pesquisa financiados pela indústria como nas usinas compradas, uma vez que os entrantes são neófitos na indústria.

De todo modo, os novos projetos que estão sendo instalados no país podem não se apresentar tão competitivos quanto os já existentes, pois a alta dos preços dos equipamentos para usinas de açúcar e álcool e a desvalorização cambial reduziram a competitividade do Brasil frente a outros importantes países produtores. "Os investimentos em usinas ficaram mais caros por conta da crescente demanda por novos projetos. Outro fator é a queda do dólar. Há dois anos, o dólar estava em torno de R\$ 3. Hoje está em média R\$ 1,85" (SCARAMUZZO, 2007b).

A despeito dessa realidade, a agroindústria sucro-alcooleira vem sofrendo uma reestruturação patrimonial significativa. O levantamento da pesquisa de tese observa que

houve 52 negócios envolvendo fusões, aquisições, arrendamentos e *joint-ventures* entre 1995 e 2007⁵⁷ (quadro 7).

Quadro 7 – Fusões e Aquisições da Agroindústria Sucro-alcooleira (1995 – 2005)

Ano	Empresa	Estado	Comprador	Tipo
1995	Usina Santa Elisa	SP	Balli Group	JV
1995	Usina Sta Lidia	SP	Consórcio Paulista	A
1996	Usina Sta Olinda	SP	Grupo José Pessoa	F
1997	Usina Sto Alexandre	SP	Ipiriranda	F
1998	Cia. Açucareira S.Geraldo	SP	Usina Sta. Elisa S/A	F
1998	Usina Diamante	SP	Cosan	A
1998	Usina Adelaide	SP	Usina da Barra	A
1999	Usina Sanagro	SP	Grupo José Pessoa	F
1999	Usina Iracema	SP	Usina São Martinho	F
2000	Usina Rafard	SP	Grupo Cosan	A
2000	Usina Amália/Sta.Rosa	SP	Usina da Pedra	A
2000	Usina Benaalcool	SP	Grupo José Pessoa	A
2000	Usina Delta	MG	Grupo Carlos Lyra	A
2000	Usina Cresciumal	SP	Coinbra/Sreyfus	A
2000	Destilateria Vale do Rio Turvo	SP	Silveira Barros/Jorge Toledo	A
2000	Ipaussu	SP	Union des Sucreries Agricoles	A
2001	Alcovale Destilaria	MS	Unialco S/A Açúcar e álcool	A
2001	Refinadora Catarinense	SC	Glencore	A
2001	Açucareira da Serra	SP	Grupo Cosan	A
2001	Usina Alcomira	SP	Grupo Márcio José Pavan	A
2001	Univalem/Guanabara (50%)	SP	FBA	A
2001	Destilaria Água Limpa	SP	Grupo Petribu	A
2001	Açúcar Guarani	SP	Béghin-Say	A

⁵⁷ O processo de identificar as F&A é muito complicado no Brasil devido a não existência de dados consolidados. Os dados agrupados nesse trabalho são oriundos de outros trabalhos sobre F&A no setor (PASIN; NEVES, 2005; LOPEZ, 2005) e em sítios especializadas na internet como PROCANA, ALCOPAR e IDEA On Line.

2001	Usina São José	SP	Grupo Antônio Farias	A
2001	Usina Luciânia	MG	Coinbra/Dreyfus	A
2001	Usina Santo Antônio	SP	FBA	Arr
2002	Usina Bela Vista	SP	Usina Bazan	A
2002	Guanabara	SP	Grupo Cosan	A
2002	Usina Santa Cruz	RJ	Grupo José Pessoa	A
2002	Usina Maluf	SP	Dulcini	A
2002	Usina Junqueira	SP	Grupo Cosan	Arr
2002	Usina Gantus	SP	Grupo Toledo	A
2002	Usina da Barra	SP	Grupo Cosan	A
2002	Usina Alcoazul	SP	Grupo José Pessoa	A
2003	Usina Quissaman	SP	Grupo José Pessoa	A
2003	Cruz Álcool (EMA)	SP	Grupo José Pessoa	A
2004	USATI	SC	Grupo Cosan	A
2004	São Carlos	SP	Grupo Coinbra (Louis Dreyfus)	A
2004	Penápolis	SP	José Pessoa	A
2005	Açucareira Corona (Bonfim e Tamoio)	SP	Cosan/ S/A Fluxo Trading	A
2005	Usina Mundial (Alcomira)	SP	Cosan	A
2006	Usinavi/Coopernavi, Alcana, Cridasa e Disa	MS, MG, ES	Ifinity Bioenergy / Evergreen	A
2006	Usina Bom Retiro	SP	Cosan	A
2006	Usina Monte Alegre	SP	ADECO Agropecuária	A
2006	Santa Anita, Canipar	SP	Comanche Clean Energy	A
2007	Usaciga, Alcoolvale	PR, SP	Clean Energy Brazil	A / JV*
2007	Usina Petribu Paulista	SP	Noble Group	A
2007	Usina Alcídia	SP	Grupo Odebrecht	A
2007	Benálcool	SP	Cosan	A
2007	Usina Santa Juliana	MG	Grupo Bunge	A
2007	Grupo Tavares de Melo - Usina Estivas (RN), Agroindustrial Passa Tempo (MS); Usina Maracaju (MS), Destilaria Giasa (PB), Usina Esmeralda (MS)	PE	Louis Dreyfus Commodities Bioenergia	
2007	Usina Santa Luiza	SP	Cosan / São Martinho	A / JV*
2007	Dedini Agro (Usina São João, Usina São Luiz de Pirassununga)	SP	Grupo Abengoa	A
2007	Paralcool	SP	Nova América	A

2007	Santa Elisa	SP	Vale do Rosário	F
------	-------------	----	-----------------	---

Fonte: Pasin e Neves (2005), Lopez (2005) e dados oriundos da PROCANA, ALCOPAR e IDEA On Line.

* No primeiro caso – Clean Energy – houve compra de participação, pois, trata-se de um fundo de investimentos, e no caso da Cosan e São Martinho é uma Joint Venture de fato.

As F&A do setor sucro-alcooleiro podem ser analisadas em dois momentos. Em um primeiro momento houve a compra de pequenas usinas em condições pré-falimentares, principalmente devido à crise do setor vivenciada entre 1999 e 2001 (neste último ano com quebra de safra). Atualmente as aquisições são marcadas pela entrada de novos grupos empresariais nessa indústria, principalmente os estrangeiros.

A questão é que devido à necessidade de aumento das inversões nas usinas já existentes para garantir seu mercado (Gráfico 15), os proprietários existentes não apresentam condições para arcar com esses novos investimentos, então vendem ou aceitam uma associação com opção de venda. Geralmente os investimentos estão ligados a expansão na escala produtiva das usinas.

A reestruturação patrimonial, de modo geral, é resultado da reconfiguração na estrutura produtiva. Na verdade, diversos fatores contribuem para o movimento de F&A no setor, como a necessidade de escala das unidades instaladas em função do aumento da demanda pelos produtos da agroindústria, tanto no mercado interno (álcool) como no mercado internacional (açúcar). Por outro lado, as escalas médias vêm crescendo a cada ano (Gráfico 15), e aumentar a escala de produção é garantia de impedir novas unidades perto das unidades já instaladas e sustentar o aumento de produção e do mercado.

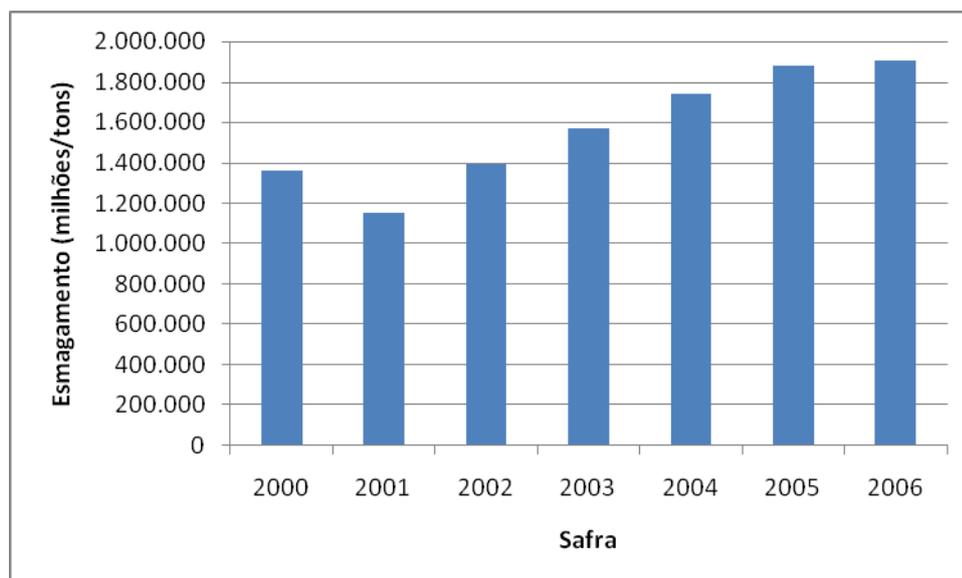


Gráfico 15 – Escalas médias de produção por grupos econômicos

Fonte: dados da pesquisa.

Em função do aumento do mercado, da grande escala de produção⁵⁸, economias de escopo e redução de custos administrativos, os grupos maiores estão aumentando o ritmo de aquisições e ampliação do parque industrial, com o investimento de R\$ 20,5 bilhões até 2011, na expansão e modernização de plantas já existentes e na construção de novas plantas (SCARAMUZZO, 2007a).

Esse movimento demonstra que, a tendência ao aumento de assimetrias de tamanho é fato e que vêm garantindo vantagens de custos para os grupos empresariais maiores, resultando na maior capacidade de investimentos por parte destes. Logo, a elevação da escala média das usinas e o aumento da competição entre os grupos produtores para ocupar áreas agrícolas maiores e mais produtivas e garantir mercados define as estratégias competitivas do setor.

⁵⁸ Do ponto de vista empírico o tamanho ótimo de usina está entre 1,5 a 2 milhões de toneladas moídas. Usinas maiores elevam os custos de transporte da cana. Logo, é melhor ter várias usinas do que uma super-planta. Mas, a teoria de organização industrial não descarta a possibilidade da existência de plantas em nível subótimo sem que haja grandes desvantagens em custos, e isso foi observado na análise dos dados referentes às plantas individuais.

Destaca-se que as assimetrias de custos entre as firmas é resultado em grande parte do processo de aprendizado dentro das usinas, uma vez que as maiores firmas, ou mesmo as maiores usinas, geralmente estão nas tradicionais áreas de fabrico do açúcar e álcool, portanto, o conhecimento tácito somado as melhorias incrementais na tecnologia agrícola e industrial (geralmente aplicadas pelas grandes empresas) garantem contínuos aumentos na escala de produção e no escopo produtivo, elevando assim as vantagens competitivas via custos.

Diante desse cenário do sistema de produção observam-se mudanças na estrutura industrial do setor e nas estratégias dos grupos empresariais. Apesar dos índices de concentração continuar indicando uma indústria desconcentrada (Tabela 1), a entrada de novas empresas e o surgimento de novas organizações que formam a teia institucional do setor, como fundos de investimentos especializados em agroenergia, empresas produtoras de açúcar e álcool com ações cotadas na Bolsa de Valores de São Paulo – BOVESPA, grupos de comercialização e tradings proprietárias de usinas, etc., sugerem que essa indústria está num processo de transformação e as principais mudanças estão, tanto no nível da estrutura industrial como nas regras do jogo institucional.

Além da entrada de novas empresas via F&A, existem novos projetos de usinas sendo implantadas no Brasil. Segundo dados da Dedini⁵⁹ (CARMO, 2007) os novos projetos para o setor sucroalcooleiro, são 43 usinas em montagem, 55 usinas em projeto e 189 em fase de consultas. Desse total, cerca de um terço são de novos entrantes, ou seja, empresas ou investidores que não possuem ligação anterior com essa indústria (*ibidem, idem*).

⁵⁹ A Dedini Indústrias de Base é a maior fabricante de equipamentos para o setor sucro-alcooleiro, segundo estimativa da empresa, ela detém mais de 50% do mercado de fornecimento de bens de capital para a agroindústria sucro-alcooleira (CARMO, 2007).

No gráfico 16 é possível perceber o aumento de unidades produzindo a partir de 2003. Entretanto, as unidades que entraram em operação de 2003 até 2005 são unidades desativadas, mas entre 2006 e 2007, mais de 20 novas unidades entraram em funcionamento.

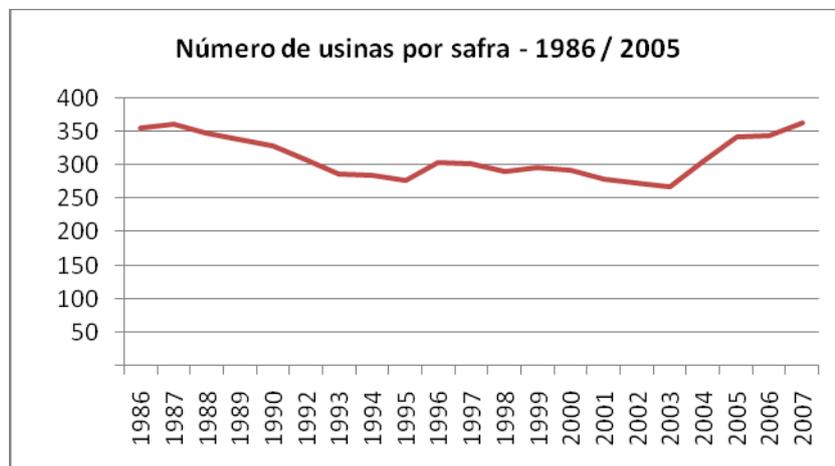


Gráfico 16 – Evolução do número de usinas operando por ano/safra.

Fonte: dados do IBGE – Pesquisa Industrial Anual; MAPA.

Enfim, na análise sistema produtivo, nota-se que o padrão de concorrência setorial está conduzindo as empresas para um processo de reestruturação setorial deixando mais claro a existência de um grupo de empresas líderes, seguidas por subgrupos de empresas marginais, baseando-se nos tamanhos das empresas.

Na próxima seção desse capítulo ficará mais claro como está ocorrendo essa reorganização do setor, consolidando a noção de um oligopólio com franja competitiva e com a produtividade agroindustrial sendo garantida pelas economias de diversificação.

4.2 ANÁLISE DOS CLUSTERS DE USINAS E SUAS CARACTERIZAÇÕES

Analicamente os estudos a respeito de classificação industrial são comumente utilizados em estudos empíricos a respeito do desempenho competitivo, desenvolvimento tecnológico, comércio internacional ou na economia industrial (PENEDER, 2007). A importância dessas classificações é por que elas conseguem mostrar características parcialmente escondidas para uma análise tipo *cut-off*⁶⁰ e que podem ser construídas de modo a tornar mais fáceis comparações longitudinais e com outros setores.

Para realizar a análise nessa tese e especificar a classificação que resultou na taxonomia proposta, foram trabalhados 10 anos de dados de usinas integradas e destilarias produtoras da região centro-sul do país. A análise se caracterizou por cortes transversais na amostra em três períodos distintos ao longo dos 10 anos. Esses períodos são formados por médias móveis das safras nos anos de 1996, 1997 e 1998 (período 1); 1999, 2000 e 2001 (período 2) e em 2004, 2005 e 2006 (período 3). Sendo que a distância do período 2 para o período 3 foi realizada com o objetivo de aproximar a análise do período de expansão atual da agroindústria sucroalcooleira, que teve início em 2004.

O objetivo dessa análise foi identificar padrões de transformação industrial nesse setor, observando principalmente o período 1 caracterizado por ser um momento de estagnação e incertezas do mercado sucroalcooleiro na década de 1990 e, o período 3 como o momento inicial do crescimento da demanda pelo álcool, tanto no mercado interno como no mercado internacional.

⁶⁰ Nesse tipo de metodologia o pesquisador define ex-ante e de forma exógena uma quantidade fixa de categorias/classificações e tenta encaixar os dados observados nessas categorias. É o método mais utilizado na descrição de taxonomias em estudos de economia industrial (PENEDER, 2007).

Para essa tese foram consideradas três variáveis importantes para a análise: duas variáveis relacionadas diretamente à estrutura de mercado, o tamanho da planta pelo volume de esmagamento de cana-de-açúcar (CANAT) e a razão entre a escala mínima eficiente da indústria no triênio em questão e o tamanho de cada usina (EMEP)⁶¹. A terceira variável é uma *proxy* do desempenho de cada usina face às tecnologias agrícola e industrial utilizadas para o plantio e processamento da cana-de-açúcar para a obtenção do açúcar e do álcool, esse indicador é chamado de Açúcar Redutor Total⁶² (ART).

Com os dados da pesquisa foi possível calcular as escalas mínimas eficientes para cada período a partir da metodologia descrita por Weiss (1963) (Gráfico 17). A importância de estudar as escalas mínimas ao longo dos três períodos reflete a necessidade de verificar se as unidades produtivas estavam ampliando de tamanho face ao aumento da demanda, principalmente a partir de 2003-2004. Esse fato está refletindo uma reação das empresas, no tocante a expansão de sua capacidade instalada, ao estímulo de aumento da demanda não só de álcool, mas também, de açúcar.

O crescimento do mercado de álcool, para os produtores nacionais, só ocorreu devido à introdução dos automóveis flex-fuel pela indústria automobilística brasileira, ao passo que a demanda por açúcar já vinha aquecida desde o ano 2000, pelo aumento da demanda internacional.

No gráfico 17, observa-se aumento da capacidade instalada nos diversos períodos estudados nessa tese.

⁶¹ A escala mínima eficiente aqui apresentada é uma parcela da produção total da indústria. Essa é uma *proxy* de escala mínima eficiente sugerida por Weiss (1963) e utilizado por Caves; Khalilzadeh-Shirazi; Porter (1975) e por Davies (1980).

⁶² O indicador de *açúcar redutor total* é um valor síntese da capacidade de transformação industrial da cana-de-açúcar em açúcar e álcool. Esse valor é dado em kilogramas de açúcar por tonelada de cana. O ART é calculado com base em coeficientes técnicos definidos pela Sociedade dos Técnicos Açúcareiros e Alcooleiros do Brasil (STAB).

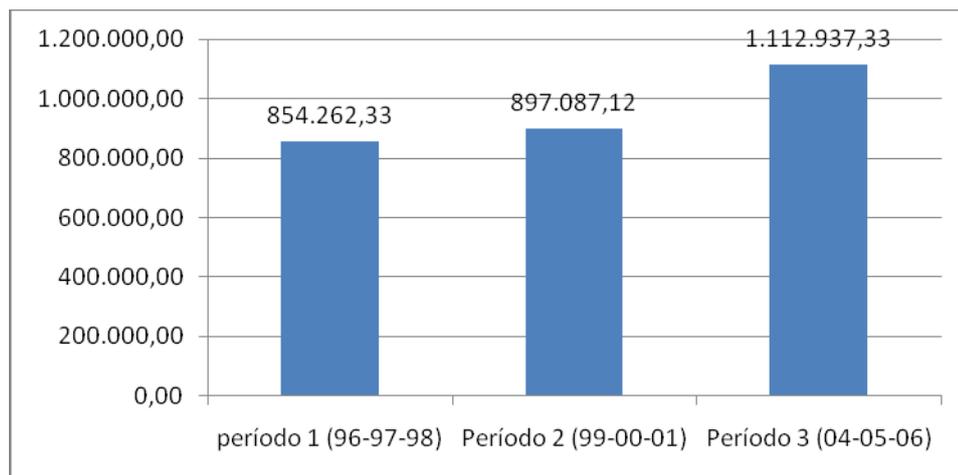


Gráfico 17: Escala Mínima Eficiente das Usinas do CS nos Períodos Estudados

Fonte: elaborado pelo autor, a partir dos dados do Anuário da Cana.

A despeito do crescimento absoluto das escalas eficientes, em termos percentuais essas escalas representam 0,35% da moagem total de cana-de-açúcar do CS, para cada período. Isso é relevante, pois, independente do crescimento das plantas individuais médias e da produção total da indústria, a escala mínima eficiente não se modificou ao longo de 10 anos. Do ponto de vista das estratégias de crescimento das empresas, isso mostra que num momento de expansão do mercado, as usinas que não apresentam capacidade de financiamento para sustentar seu crescimento de forma concomitante ao mercado, poderá ter problemas ou mesmo ser compradas por empresas maiores e com mais capacidade de auto-financiamento.

A partir das considerações acima e da definição das variáveis do trabalho (CANAT; EMEP; ART) foi aplicada uma análise de aglomerados para as médias móveis dos dados de esmagamento e desempenho tecnológico de 1996 a 2006. O método utilizado foi o *k-means*, conforme explicitado no capítulo da metodologia.

A abrangência desses anos é interessante, pois capta as alterações ocorridas na indústria desde época na qual a agroindústria sucroalcooleira ainda sofria as conseqüências do

recente processo de desregulamentação estatal e da falta de coordenação produtiva, até a época recente marcada pelo boom do etanol.

Iniciando a análise do período 1 (safras 1996, 1997 e 1998), percebe-se a existência de quatro aglomerados (clusters) distintos, bem definidos a partir das variáveis de estrutura. O tamanho da amostra para a média das safras de 1996-97-98 foi de 208 unidades produtivas, exclusivamente do Centro-Sul, onde nessa época operaram cerca de 230 unidades.

Tabela 2 - Clusters a partir das médias móveis das safras 1996- 97 - 98. Estatísticas descritivas dos clusters (médias e desvios padrão)

Variável	Cluster 1 n= 18	Cluster 2 n = 90	Cluster 3 n = 56	Cluster 4 n= 44
Esmagamento total na safra em toneladas (CANAT*)	165.546,5 (42.438,96)	1.017.879 (250.342,2)	451.555,9 (107.616,6)	2.336.701 (1.469.070)
Conversão industrial em kg de açúcar redutor por tonelada de cana esmagada (ART***)	134,93 (10,83)	138,17 (12,49)	134,45 (13,97)	138,88 (13,78)
Porcentagem da escala mínima eficiente (EMEP**)	19 (18)	119 (29)	52 (13)	273 (172)

* Indicador da capacidade de esmagamento da usina em dada safra.

** Indicador do tamanho relativo de cada usina dado a escala mínima eficiente (EME) da indústria em %.

***Indicador da produtividade industrial a partir da recuperação do açúcar em relação ao esmagamento total de cana-de-açúcar.

No processo de discriminação entre os agrupamentos descritos na tabela 2, as variáveis mais influentes foram às relacionadas com a estrutura (LOGCANAT; LOGEME), ao passo que a variável de produtividade (LOGART) não foi determinante para a discriminação dos agrupamentos, pois o desempenho tecnológico, medido pela média do açúcar redutor por unidade fabril, não mostrou significância⁶³ estatística suficiente para definir as diferenças entre os grupos. Nota-se que as variáveis foram normalizadas a partir de seus logaritmos naturais como forma de homogeneizar as escalas⁶⁴.

⁶³O teste F deve ser observado apenas para propósitos descritivos por que os clusters escolhidos são os que maximizam as diferenças entre os casos.

⁶⁴ O procedimento metodológico foi explicado no capítulo da metodologia.

Tabela 3: Anova das variáveis normalizadas para o período 1

	Cluster		Error		F	Sig.
	Mean Square	DF	Mean Square	df		
LOGCANA97	41,880	3	,084	204	498,172	,000
LOGART97	,012	3	,010	204	1,222	,303
LOGEME97	41,815	3	,085	204	491,890	,000

Por outro lado, essa é uma revelação importante, pois ao observar as médias da produtividade industrial que consta na tabela 2, nota-se que as diferenças entre os clusters não são grandes, e mesmo os desvios dessa variável não apresentam grandes variações entre os clusters. Isso pode indicar que as tecnologias utilizadas para o processamento da cana-de-açúcar não são tão díspares quanto se pode supor, e que a heterogeneidade setorial está sendo definida mais pelo tamanho da planta que por sua produtividade, ao menos no período descrito na tabela 2. Mais adiante esse trabalho voltará a essa questão comparando as demais extrações da análise de agrupamentos relacionadas com os períodos 2 e 3⁶⁵.

Iniciando a análise com o primeiro cluster, este apresenta um grupo de pequenas empresas com esmagamento médio de 165.546,5 mil toneladas de cana-de-açúcar por safra, isso corresponde a 19% da escala eficiente mínima média do período. Nesse mesmo período a escala mínima eficiente foi de 854.262,33 toneladas/ano, correspondendo a 0,35% da produção total da indústria.

O cluster 1 (agrupamento) representa 8% do tamanho da amostra de 208 empresas, sendo o menor agrupamento extraído sinaliza que as empresas menores, em termos de tamanho da planta, podem sobreviver sem apresentar significativas economias de escala. Isso é possível, tanto nessa época como atualmente, devido à existência de cooperativas e grupos

⁶⁵ Essa parte do trabalho analisa três momentos do setor sucroalcooleiro definidos no intervalo de 10 anos de observações.

de comercialização de açúcar e álcool, que consolidam vendas de várias empresas e assim garantem mercados e contratos que não estão diretamente acessíveis para usinas muito pequenas e sem escala de produção para entrega dos produtos.

Mesmo com 18 empresas, nota-se que a variação de tamanhos é grande devido ao desvio padrão de 18% quando comparado com a média de 19%. Isso indica que mesmo entre os pequenos existem plantas mínimas que dependem dos grupos de comercialização para sobreviver e que começariam a serem adquiridas por grupos econômicos maiores e, principalmente a partir de 1998 conforme quadro 6, mostrado anteriormente.

Essas empresas menores remetem ao rescaldo do PROÁLCOOL e no incentivo de criação de destilarias autônomas e da produção exclusiva de álcool hidratado. Até o final da década de 1990, ainda existiam empresas produzindo exclusivamente álcool hidratado e, devido à queda dos preços do álcool no mercado interno durante toda a década de 1990, passaram por dificuldades e muitas delas foram fechadas ou vendidas a partir da crise de 1998/99. Em sua maioria, as unidades do cluster 1 são unidades especializadas na produção de álcool, dependentes da consolidação deste mercado, que ao longo dos anos de 1990 se mostrou altamente instável, ao ponto que, na segunda metade dessa década, a produção de automóveis a álcool chegou a quase zero⁶⁶.

As empresas com pequenas escalas de produção estavam na expectativa da volta da regulação governamental e na venda certa de sua produção (VIAN, 2002). Entretanto, ainda no início da década de 1990 a produção de álcool já apresentava queda e a partir de 1995 o açúcar ganha maior peso na produção nacional da agroindústria sucroalcooleira.

Em 1996 existiam 134 destilarias autônomas e 173 usinas com destilarias anexas e 34 usinas de açúcar, totalizando um parque industrial de 346 unidades produtoras no Brasil

⁶⁶ Geralmente as destilarias autônomas são as menores unidades em todas as regiões produtoras.

como um todo⁶⁷. Dessas unidades, 41 estavam desativadas, 38 funcionavam precariamente e com diagnóstico de inviabilidade financeira e técnico-agronômica, e 200 se encontravam inadimplentes ou enfrentando dificuldades financeiras. Nessa época, apenas 66 empresas estavam em perfeitas condições de operação (DORNELES, 2008). Observa-se no gráfico 17 a mudança do perfil da indústria, em relação as suas capacidades de esmagamento, ao longo da década de 1990 e o início dos anos 2000.

O aumento da capacidade de esmagamento ao longo de 10 anos de observações reflete o esforço em investimentos e mobilização de recursos dos mais diversos. Em uma agroindústria, a capacidade industrial está intimamente ligada à capacidade agrícola. Como na maioria das vezes as usinas estão distantes dos principais centros consumidores e exportadores, a decisão de investir envolve grandes projetos logísticos para o escoamento da produção, haja vista não ser raro encontrar nesse setor industrial soluções de comercialização via associações, cooperativas ou grupos de comercialização entre usinas.

A mudança do perfil em grande medida foi resposta ao aumento do preço do açúcar no mercado internacional a partir de 1993 e a redução dos preços do álcool no mercado interno, reduzindo as margens de comercialização das empresas (VIAN, 2002). Além disso, ao longo da década de 1990, o setor viveu uma profunda reestruturação institucional, saindo do regime intervencionista estatal para o regime de mercado (MORAES, 2000).

⁶⁷ O “Brasil como um todo” referem-se às usinas presentes nas duas regiões produtoras brasileiras, o Centro-Sul e o Norte-Nordeste, já descritos anteriormente.

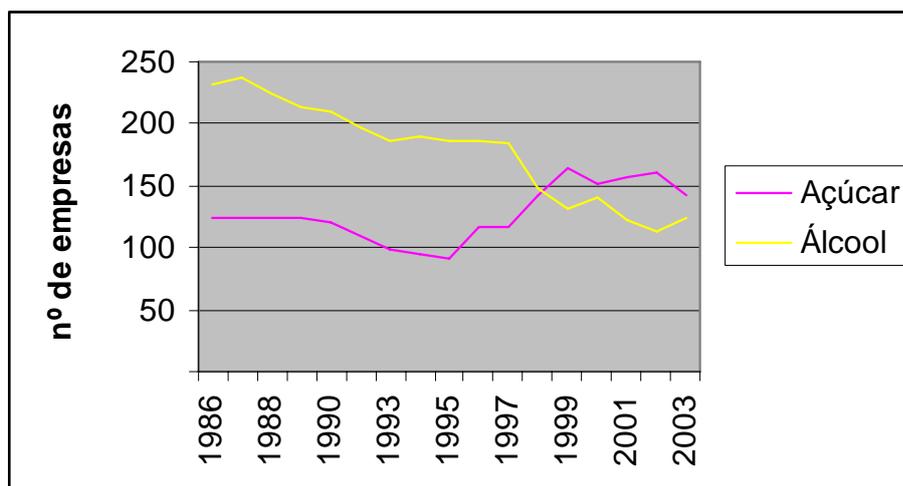


Gráfico 18 - Mudança no perfil das unidades produtoras de Açúcar e Álcool
 Fonte: Adaptado pelo autor dos dados da PIA — Banco de dados SIDRA /IBGE.

O impacto das variações dos preços e da desregulamentação na década de 1990 pode ser visto na alteração do número de produtores de açúcar e álcool (Gráfico 18). A partir da tabela 2, é possível perceber também que, se por um lado existiam as usinas pequenas esmagando em média 19% da escala eficiente, por outro, existiam dois grupos de usinas que apresentavam situação de maior vantagem no tocante a capacidade de esmagamento. Esses dois grupos são usinas maiores que já faziam parte de grupos econômicos mais competitivos e que adotaram uma estratégia de antecipação do aumento da demanda de açúcar⁶⁸ e de menor dependência do Governo Federal, desde o início da década de 1990.

Mas é o cluster 3 que mostra semelhanças com o cluster 1, ao menos quanto a produtividade industrial das unidades presentes nesses agrupamentos. Apesar dessa variável não definir a discriminação dos clusters, ela revela uma importante proximidade tecnológica entre os clusters.

As usinas do cluster 3 se caracterizam, também, por plantas industriais cujos tamanhos representam 52% da escala mínima eficiente, e se esperava que essas plantas

⁶⁸ Na época a Rússia, países do leste europeu e alguns países asiáticos entravam no mercado internacional de açúcar. Cuba, então com a produção debilitada devido ao fim dos subsídios soviéticos, não conseguia produzir o suficiente para as ex-repúblicas soviéticas.

apresentassem, também, maior produtividade que as firmas do cluster 1. Contudo, essas usinas mostram uma escala média ainda abaixo da escala eficiente e com a mesma produtividade de empresas menores, esse cluster apresenta um grupo de empresas com as mesmas desvantagens de tamanho que as empresas do cluster 1.

Essa desvantagem em tamanho pode advir do fato que no cluster 3 apresentar um grande número de destilarias e geralmente esse tipo de planta industrial é menor. Em termo do número de observações, esse cluster foi formado com 56 usinas que representa 27% da amostra⁶⁹, e quando somado aos 8% de representatividade do cluster 1, é possível definir que 35% das usinas possuem produtividade igual, em média, e que podem ser consideradas por esse indicador, um só agrupamento de usinas com menor produtividade industrial.

Em relação ao cluster 2, observa-se que esse agrupa usinas com esmagamento médio de cerca de 1 milhão de toneladas. Esse agrupamento ficou definido com 90 unidades produtivas com a capacidade de esmagamento 19% maior que a escala mínima eficiente para o período. Mesmo as menores empresas do agrupamento 2, apresentam tamanho próximo da EME da indústria nesse período que é de 897.087,12 mil toneladas/ano.

Os desvios padrão das variáveis CANAT e EMEP, para o cluster 2, são menores em termos proporcionais que os observados nos clusters 1 e 3. Isso indica maior homogeneidade de tamanhos nesse cluster tornando as empresas mais próximas em termos de suas estratégias competitivas, principalmente no tocante a capacidade instalada e a integração vertical para trás.

Isso é possível de afirmar, pois na medida em que as empresas da agroindústria sucroalcooleira crescem surge à necessidade de garantir maior suprimento de matéria-prima

⁶⁹ A amostra desse cluster é formada por 208 usinas, mas o número de usinas que moeram nesse período foi de 230/ano em média.

com boa qualidade (teor de sacarose). Pois, uma planta industrial nessa indústria representa não só o tamanho da planta industrial, mas traz consigo o entendimento de que no entorno da usina existe produção agrícola capaz de sustentar sua produção ao longo da safra.

Além disso, dado as incertezas típicas da produção agrícola, as empresas dessa indústria vêm desde a década de 1980 aumentando o processo de integração vertical como garantia contra falta de matéria-prima, reduzindo assim os custos de controle da matéria-prima de terceiros. Em anos recentes, a integração vertical para trás tem se justificado como forma de controlar os campos produtores de cana-de-açúcar no entorno da usina e impedir a entrada de novas unidades na região onde uma usina já está instalada, mas essa estratégia é recente e ainda estar restrita as unidades pertencentes aos grandes grupos empresariais.

As empresas do agrupamento 2 apresentam média de produção acima da escala mínima eficiente, conferindo às empresas vantagens absolutas de custos e, permitindo inferir que essas empresas produzem também açúcar e por isso necessitam esmagar uma maior quantidade de cana. É possível afirmar isso, pois no período analisado na tabela 2, era o açúcar e não o álcool, o principal produto da indústria.

O cluster 4 se caracteriza pelas maiores usinas da agroindústria no período 1, apresentado tamanhos superiores ao dobro da escala mínima eficiente da indústria. Esse fato garante economias de escala importantes e, dado que nessa época o mercado internacional de açúcar estava crescendo, mercados internacionais estavam sendo conquistados e garantidos pelo setor, com destaque para as grandes empresas. Nessa época se consolidou o poder da Coopersucar e criou-se a Crystalsev⁷⁰, dois dos maiores grupos de comercialização de açúcar e álcool, tanto para o mercado interno como para a exportação.

⁷⁰ A Crystalsev foi fundada pela Usina Santa Elisa em 1997, e atualmente uma das maiores empresas de comercialização dos produtos sucroalcooleiros, concentrado as vendas de 13 usinas de açúcar e etanol que juntas processam 25 milhões de toneladas de cana. Por sua vez, a Coopersucar é a maior cooperativa de produtores de

Mas, por outro lado usinas de grande porte podem enfrentar aumento de custos na parte agrícola⁷¹, o que implica em uma mobilização de grande volume de produtores rurais, de investimentos em transporte e colheita⁷², aumentando os custos finais da produção com a capacidade de esmagamento.

Como esse cluster contém basicamente as maiores empresas do setor é possível afirmar que esse grupo de empresas foi o primeiro que iniciou o processo de aquisição de outras usinas menores e a adoção de inovações redutoras de custos, seja na área agrícola seja na parte industrial (ROSÁRIO; CRUZ; 2006). Exatamente a partir de 1996, teve início no Brasil o processo de consolidação desse setor agroindustrial que dura até hoje (ver quadro 6). As principais aquisições na época foram realizadas por grupos econômicos que possuem unidades nesse cluster.

Como exemplo, as usinas Da Barra, São Martinho, Santa Elisa, Vale do Rosário e Itamarati, até 1998, eram produtores independentes a despeito do tamanho individual de cada unidade de produção. Em 1996, a Usina da Barra era a maior usina integrada do mundo, com maior capacidade de esmagamento e processamento de cana-de-açúcar.

Outra questão interessante é que essas empresas buscavam crescer via inovação de produtos. O esforço dessas empresas na fabricação de produtos diferenciados para conquistar novos mercados, permite aumentar as economias de escopo e assim aumentar a rentabilidade. Como exemplo, tem-se a Usina da Barra S/A que desenvolveu, juntamente com o Laboratório de Bioquímica de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp, um

açúcar e álcool do Brasil, apesar de na época atuar tanto no varejo como no atacado de açúcar com a marca UNIÃO e no P&D do setor com o CTC, atualmente a empresa segue uma estratégia de especialização em seus negócios na direção da comercialização dos produtos de seus associados.

⁷¹ O principal motivo do aumento dos custos é o transporte da matéria-prima do campo para a usina, pois só é economicamente viável canaviais com no máximo 50km de distância da fábrica. Esse fato deve-se a dois motivos: a) o custo de transporte em si; e, b) a perda de qualidade da matéria-prima logo após o corte.

⁷² Em unidades desse tamanho, já no final da década de 90, era comum encontrar parte dos canaviais mecanizados.

açúcar não-calórico obtido industrialmente através da sacarose contida na cana-de-açúcar (GUIMARÃES; BATALHA, 1997). Em 2002, a Usina da Barra foi anexada ao Grupo Cosan.

O Grupo São Martinho, por sua vez, é um dos maiores esmagadores do Brasil. Na safra de 1998, esmagou cerca de 2%⁷³ do total de cana-de-açúcar produzida no Brasil. Esse grupo opera com um conjunto de inovações como mecanização do corte da cana e também do plantio, e desenvolve junto ao Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) maquinário para o plantio mecanizado. Além das inovações na área agrícola, a usina produz um conjunto de subprodutos da cana-de-açúcar, incluindo RNA (Sal Sódico do Ácido Ribonucléico), através de sua subsidiária Omtek, localizada em Iracemápolis, SP. Esse produto é exportado e utilizado na indústria farmacêutica e alimentícia como matéria-prima e ressaltador de sabor. Outros subprodutos são: levedura, usada para ração animal; óleo fúsel, utilizado como solvente e na fabricação de explosivos e álcool amílico puro; e bagaço de cana, utilizado para a geração de eletricidade e vapor.

A usina Santa Elisa em 1997 já esmagava cerca de 5 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, e iniciou a constituição da CrystalSev Comércio e Representação Ltda. para comercialização e logística dos produtos e atendimento a Clientes. A Crystalsev tornou-se, atualmente, uma das maiores empresas de comercialização dos produtos sucroalcooleiros, concentrado as vendas de 13 usinas de açúcar e etanol que juntas processam 25 milhões de toneladas de cana (PROCANA, 2008).

A Crystalsev possui duas unidades produtoras no exterior, uma unidade de desidratação de álcool em El Salvador, Caribe e outra unidade de refinação de açúcar na Síria⁷⁴. Em 2007 a Cia Energética Santa Elisa realizou uma fusão com a Cia Açucareira Vale do Rosário, criando a Santelisa Vale S/A. A nova empresa será controladora de cinco usinas

⁷³ Deve-se ressaltar que na média das safras de 1996-97-98, a escala mínima eficiente calculada para esse trabalho ficou em 0,35% da produção do setor.

⁷⁴ Essas unidades produtoras são sempre em parceria com algum produtor local. Em El Salvador, a Cargill e Crystalsev são sócias e na Síria o principal sócio do empreendimento é o empresário local Najib Assaf, da Assaf Invest (MAGALHÃES, 2007)

(Santa Elisa, Vale do Rosário, MB, Jardest e Continental). Segundo comunicação da empresa, a nova companhia investirá na expansão das unidades já existentes e na construção de seis novas usinas, cada uma com capacidade para processar 2,5 milhões de toneladas de cana por safra (IDEANews, 2008).

A Usina Itamarati é a única unidade produtora do grupo das 5 maiores do cluster 4 que não se encontra no Estado de São Paulo. Essa usina situa-se no município de Nova Olímpia, no Estado de Mato Grosso. Em 1997, esmagou 3,5 milhões de toneladas de cana e pode ser considerada uma das maiores unidades produtoras de açúcar e álcool do Brasil; foi a nona maior usina em processamento de cana-de-açúcar do Centro-sul. A empresa já possuiu uma marca de açúcar no varejo, mas redirecionou a produção e se especializou na exportação de açúcar e álcool, sendo a única entre as maiores a apresentar essa especialização. Atualmente a empresa caminha para aumentar a diversificação via co-geração de energia elétrica.

Esses exemplos de empresas líderes apresentam a noção do tipo de expansão empresarial presente nessa indústria. As empresas líderes, a partir de sua base tecnológica, sinalizam para um crescimento que vai além da especialização em açúcar e álcool. Ressalta-se aqui que essa estratégia está relacionada com o período analisado até agora, e ele pode ser caracterizado como o período pós-desregulamentação estatal e de crescimento internacional da demanda de açúcar.

Enfim, a análise do período 1 permite identificar imediatamente a heterogeneidade industrial. Esse fato é resultado de uma regra institucional sustentada pelo governo, com a manutenção de mercados e a garantia de compra da produção e seus excedentes, isso permitiu a sobrevivência de várias usinas pouco eficientes, aprofundando ainda mais a variedade de firmas dentro da indústria em termos de tamanho de plantas.

Essa variedade de tamanhos de plantas, nesse período se sustenta até o último período analisado, com a diferença que nesse último período existe a entrada de novas empresas com novas soluções tecnológicas, permitindo uma caracterização mais precisa do regime tecnológico.

Para período 2, o procedimento para a determinação dos agrupamentos, realizado nas médias móveis dos anos 1996-97-98, foi replicado com os mesmos propósitos nas médias de 1999-00-01. Mais uma vez foram extraídos 4 clusters pelo método *k-means*.

A análise seguinte é uma comparação entre os clusters extraídos no primeiro período e os clusters extraídos no segundo período. Com isso, é possível identificar elementos importantes de dinâmica industrial, como modificações no ranking dos líderes, modificações nas decisões de investimento (que pode ser identificada pela capacidade instalada para esmagar a cana-de-açúcar), concentração, etc. A amostra nesse período foi de 220 empresas, para um universo de 232 usinas em média por ano.

Tabela 4: Anova das variáveis normalizadas para o período 2

	Cluster		Error		F	Sig.
	Mean Square	DF	Mean Square	df		
LOGCANAT00	45,694	3	,082	216	556,027	,000
LOGART00	,040	3	,011	216	3,591	,015
LOGEME00	45,694	3	,082	216	556,027	,000

The F tests should be used only for descriptive purposes because the clusters have been chosen to maximize the differences among cases in different clusters. The observed significance levels are not corrected for this and thus cannot be interpreted as tests of the hypothesis that the cluster means are equal.

Como no período 1, o teste de diferença entre as variáveis definidoras dos clusters mostra que a variável de produtividade, mesmo quando normalizada com seu logaritmo natural, não ajuda a definir (maximizar) as diferenças entre os clusters, apenas as variáveis de estrutura (LOGCANAT; LOGEME).

A primeira observação importante é em relação à tabela 5, pois, observa-se modificações nos valores dos clusters em relação a tabela 2. Assim, para a mesma quantidade

de agrupamentos e similaridades nas interpretações gerais, houve mudanças perceptíveis nos tamanhos médios das plantas e na relação entre o esmagamento e a escala mínima eficiente do período. Importa ressaltar que a escala mínima eficiente no período 2 foi de 897.087 mil toneladas de cana-de-açúcar/ano representando um crescimento de 5% em relação ao período anterior. Ou seja, o crescimento da escala de produção em termos da média geral foi relativamente baixo.

Tabela 5: Clusters das médias móveis das safras 1999 – 00- 01 com estatísticas descritivas dos clusters (médias e desvios padrão).

Variável	Cluster 1 n= 94	Cluster 2 n = 75	Cluster 3 n = 21	Cluster 4 n= 30
Esmagamento total na safra em toneladas (CANAT*)	1.345.476 (355.478)	605.948 (148.219,3)	3.995.469 (1.519.842)	221.782,8 (83.015,36)
Conversão industrial em kg de açúcar redutor por tonelada de cana esmagada (ART***)	140,28 (14,61)	136,6 (13,28)	136,88 (14,60)	130,65 (12,75)
Porcentagem da escala mínima eficiente (EMEP**)	149 (40)	67 (16)	445 (169)	24 (09)

* Indicador da capacidade de esmagamento da usina em dada safra.

** Indicador do tamanho relativo de cada usina dado a escala mínima eficiente (EME) em %.

***Indicador da produtividade industrial a partir da recuperação do açúcar em relação ao esmagamento total de cana-de-açúcar.

Mas quando se compara os dados presentes nos clusters 3 e 4 da tabela 2, e os clusters 2 e 3 da tabela 4, observa-se um crescimento considerável no tamanho médio das plantas das usinas agrupadas nesses clusters. Confrontando os dados dos dois períodos analisados até aqui, nota-se que nos agrupamentos das maiores empresas (cluster de número 4 na tabela 2 e de número 3 na tabela 5, houve um crescimento da capacidade produtiva de mais de um milhão de toneladas em média, por usina.

O que se percebe com essas comparações é que entre 1996 e 2001 manteve-se uma relativa estabilidade nos tamanhos das usinas, em grande medida isso se deve que até então a agroindústria sucroalcooleira estava consolidada em torno de seus dois principais produtos,

açúcar e álcool. A partir de 2001, o processo de crescimento da indústria e, particularmente das firmas ocorre em termos do esforço para diversificar a produção para além dos dois produtos principais, mas na direção de empresas geradoras de energia.

A estabilidade estrutural de então estava sendo mantida mais em função da herança intervencionista do governo, que durou até 1999 com a liberação final do álcool combustível, do que por causa da concentração industrial, pois nessa época a indústria contava com cerca de 320 usinas operando.

Por outro lado, no tocante a produção de açúcar nas safras do período 2 da presente análise (1999, 2000 e 2001), se verifica um leve aumento no consumo interno com um salto no ano 2000 e uma posterior redução em 2001 (ver gráfico 3). As exportações de açúcar nesse período também não mostram grandes mudanças em volume. Portanto, houve um crescimento estável da produção de açúcar uma vez que em 1996 produzia-se cerca de 7,5 milhões de toneladas e em 2002 a produção da indústria foi para cerca de 12 milhões.

Assim, a combinação de crescimento estável na demanda por açúcar no período, aumento da capacidade instalada das grandes empresas e redução do número total de empresas na indústria⁷⁵ (causando uma concentração relativa), mostra movimentos típicos de oligopólios com firmas dominantes com franja competitiva, no tocante a investimentos em capacidade pelas empresas líderes que tem como objetivo se antecipar a demanda e definir sua posição no mercado.

Ainda analisando a tabela 5 pelo cluster das maiores empresas (cluster 3), observa-se que se repete nessa tabela o mesmo perfil de grande empresa observado na tabela 2. Mesmo essa última, apresentando valores absolutos menores para o tamanho médio das

⁷⁵ Nas safras do período 2 (1999, 2000 e 2001) observa-se uma redução de unidades produtoras nessa indústria em particular (ver Gráfico 12).

plantas. Portanto, o perfil padrão para esse tipo de empresa se repete nesse segundo período de observações.

Outra observação importante nesse agrupamento é que, enquanto a média geral do esmagamento aumentou em 5% de um período para outro, no cluster das maiores empresas o crescimento foi de cerca de 70% da moagem em relação ao período anterior. Sinalizando para uma possível concentração da indústria no médio prazo, mas que não vem se confirmando mesmo em períodos posteriores.

Por outro lado, a produtividade industrial das empresas maiores reduziu em 2 kg de ART por tonelada de cana, que apesar de não representar muito em seu valor unitário, mas em uma usina que esmaga 4 milhões de toneladas de cana, representa perdas na ordem de 8.000 toneladas de açúcar por safra. Isso aumenta os custos unitários do produto.

Da mesma forma que as grandes empresas aumentaram sua capacidade produtiva, as usinas do cluster 2, na tabela 5, quando comparadas com o cluster semelhante na tabela 2 (cluster 3), nota-se um aumento da capacidade também. No período 1 essas usinas esmagavam em média 52% do volume indicado pela EME nesse período. No período 2, as usinas desse agrupamento moíam 67%, um aumento de 22% na capacidade instalada média dessas unidades.

Nota-se, que essas empresas não são as maiores, mas apresentam comportamento similar as grandes empresas do período. Esse fato pode estar refletindo dois fatores: a) essas usinas estão sendo adquiridas por empresas maiores, como é possível ver no quadro 3, e assim incorporando suas estratégias de crescimento; e, b) as destilarias autônomas presentes nesse cluster e captadas na análise do período 1, estão se transformando em usinas integradas produzindo açúcar e álcool e, conseqüentemente, aumentando sua capacidade de esmagamento.

Convém destacar que devido ao procedimento da extração das amostras e das características da metodologia de análise de cluster, descrita em capítulo anterior, as usinas presentes nos clusters indicados nos parágrafos anteriores não são necessariamente as mesmas, ou seja, quando se analisa as usinas menores em dois períodos, a usina pode crescer e aparecer em outro cluster no período posterior. Outro fato importante, é que, por exemplo, o cluster das usinas menores no período não aparece na mesma ordem na extração do período 2, nem no período 3. E isso pode ser entendido para as características dos demais clusters.

A despeito do aumento da amostra analisada para o período 2, houve uma redução mais que proporcional a esse aumento, no número de unidades no agrupamento das empresas maiores. Assim, o aumento do esmagamento médio das empresas maiores acima do crescimento da indústria somado à redução do número de unidades no período, indica que essas empresas se preparavam para o *boom* do setor que foi conhecido a partir de 2004. Mas ainda em 2001, com o novo choque internacional do preço do petróleo essas empresas, geralmente mais aptas, puderam expandir suas operações, inclusive acentuando o processo de fusões e aquisições no setor (ver quadro 3).

Na verdade, várias empresas mais avançadas já vinha se preparando para o regime de mercado desde o fim do Proálcool em 1990. Segundo Vian (2002), um grupo de empresas mais inovadoras em São Paulo diversificava sua produção para outros produtos alimentícios e para a venda de energia elétrica para a CPFL, mostrando que desde meados da década de 1990 já existiam estratégias empresariais que sinalizavam a mudança no padrão de concorrência da indústria em um futuro próximo.

Mas, mesmo não crescendo a mesma taxa das empresas grandes, dois outros agrupamentos também cresceram, acompanhando o crescimento médio total da escala eficiente da indústria do período 1 para o período 2 (ver gráfico 16). Os clusters 1 e 4 na tabela 4 mostram isso. As empresas agrupadas, por exemplo, no grupo das menores usinas do

setor, cluster 4 na tabela 5, mostram crescimento de 34% de um período para o outro em sua escala média de produção.

Enfim, dado que a escala mínima eficiente do setor vem se mantendo na faixa de 0,35% da moagem total de cana-de-açúcar no CS, esse crescimento das produções das empresas em todos os clusters no período 2, a despeito da redução de unidades produtoras (gráfico 16) e da produção total em 2001 (gráfico 4), mostra que existe um esforço em acompanhar a demanda por parte de todas as firmas. Mas, observando individualmente esse esforço representa, de um lado, a tentativa por parte das empresas menores de acompanhar o crescimento da demanda e, por outro, a consolidação do grupo de firmas líderes de mercado.

O agrupamento de empresas menores (cluster 4) na tabela 5 confirma o aumento do tamanho médio das plantas, quando comparado com as informações da tabela 2. Isso é resultado em grande medida da anexação de plantas de açúcar em muitas destilarias autônomas a partir da segunda metade da década de 1990. As empresas do cluster 2, também da tabela 5, mostram da mesma forma esse comportamento.

É importante sinalizar isso para confirmar a dinâmica industrial sendo ritmada pela demanda, pois o aumento da demanda e preços internacionais do açúcar, em contra-ponto à redução do consumo interno de álcool, ao longo da década de 1990, fez com que as empresas pequenas e médias do centro-sul, quando não eram vendidas para os grandes grupos empresariais, investiam na produção de açúcar, impactando no aumento das plantas industriais e conseqüentemente na capacidade de esmagamento de cana.

A despeito da redução no número de casos observados no agrupamento das empresas maiores, do período 1 para o período 2, os demais agrupamentos mostraram aumento de casos, resultado de dois fatos: o primeiro está relacionado com o aumento do tamanho da amostra para esse período; o segundo é a nova acomodação da indústria em relação aos movimentos de fusões e aquisições (F&A) iniciados no período anterior.

Esse movimento de F&A implica, em alguns casos, na desativação temporária de plantas menos eficientes, principalmente se o grupo empresarial comprador já operar usinas nas proximidades da adquirida. Assim, a cana-de-açúcar da usina adquirida passa a ser moída por outras unidades do grupo adquirente.

Esse fato se intensificou nas safras a partir de 2004 e associado ao aumento integração vertical para trás, observada nas maiores empresas, está se constituindo em uma barreira a entrada importante, ou seja, devido ao custo de transporte, os canaviais não podem estar a uma distância maior que 50 km da usina, e como maiores usinas necessitam de maior quantidade de cana, os grupos estão concentrando atividades com duas, três ou quatro usinas de tamanho até 70% acima da EME, ao invés de uma planta grande. Assim, o grupo bloqueia a entrada de novas plantas na região e domina a compra e as negociações com os fornecedores locais.

Enfim, na tabela 5 começa a se desenhar que a indústria sucroalcooleira caminha para a consolidação de um padrão de concorrência definidos de forma mais clara por seus tamanhos que pela produtividade, pois estas últimas são bastante niveladas, com exceção das menores empresas. Mas é de se esperar que a produtividade, em termos de Quilos de açúcar por tonelada de cana, não definisse o padrão de concorrência por que na definição de diferença entre os clusters ela não foi significativa, ao menos a partir dos dados (tabelas 3 e 4).

Esse último fato mostra que do ponto de vista das condições de apropriabilidade que os ganhos de produtividade oriundos de melhorias tecnológicas são amplamente difundidos nessa indústria, uma vez que a tecnologia gerada se espalha quase que livremente pois ela é desenvolvida dentro de centros de pesquisa financiados por cooperativas de usinas, ou em parcerias público-privadas, como no caso da RIDESA.

Do ponto de vista da transformação da estrutura industrial, houve mudanças no perfil das empresas do grupo de maiores firmas, pois a escala dessas firmas aumentou significativamente frente a escala mínima eficiente da indústria nessa época, o que pode se inferir é que as empresas líderes se concentraram, pois no período 3, nota-se que a escala das maiores empresas diminuíram.

Na verdade os dados do período 3 (tabela 6) refletem as entradas e as expansões das maiores empresas, que diluiu a tamanho médio da planta. Esse movimento de concentração e desconcentração traz novas características para a indústria, pois os novos entrantes trazem novas soluções tecnológicas e se instalam diante de uma perspectiva que vai além da produção de açúcar e álcool, mas concentra-se na produção de energia, mesmo que em um primeiro momento o foco seja o álcool.

Tabela 6 - Clusters das médias móveis das safras 2004 – 05- 06. Estatísticas descritivas dos clusters (médias e desvios padrão).

Variável	Cluster 1 n= 78	Cluster 2 n = 26	Cluster 3 n = 63	Cluster 4 n= 53
Esmagamento total na safra em toneladas (CANAT*)	1.359.951 (261.607)	300.148,5 (115.682)	743.499,6 (142.215,6)	2.951.668 (930.126)
Conversão industrial em kg de açúcar redutor por tonelada de cana esmagada (ART***)	138,08 (12,88)	129,49 (15,47)	136,81 (13,51)	140,73 (14,37)
Porcentagem da escala mínima eficiente (EMEP**)	121 (23)	27 (10)	67 (13)	265 (84)

* Indicador da capacidade de esmagamento da usina em dada safra.

** Indicador do tamanho relativo de cada usina dado a escala mínima eficiente (EME) em %.

***Indicador da produtividade industrial a partir da recuperação do açúcar em relação ao esmagamento total de cana-de-açúcar.

Agora, passa-se a análise dos agrupamentos formados pelo período 3, que corresponde os anos de safra de 2004–2005–2006 (Tabela 6).

Tabela 7: Anova das variáveis normalizadas para o período 3

	Cluster		Error		F	Sig.
	Mean Square	df	Mean Square	df		
LOGCANAT05	36,795	3	,067	216	550,325	,000
LOGART05	,037	3	,011	216	3,343	,020
LOGEME05	36,795	3	,067	216	550,325	,000

The F tests should be used only for descriptive purposes because the clusters have been chosen to maximize the differences among cases in different clusters. The observed significance levels are not corrected for this and thus cannot be interpreted as tests of the hypothesis that the cluster means are equal.

Na tabela 7, confirma-se novamente que a discriminação entre os clusters a partir exclusivamente pelo tamanho das usinas. E o indicador de produtividade não apresenta-se como significativo de determinação das diferenças entre os clusters desse período.

Esse período é considerado o de maior efervescência na agroindústria sucroalcooleira desde a criação do PROÁLCOOL, na década de 1970. Nesse período a indústria passou de pouco menos de 300 unidades fabris operando em 2001/02, para 344 em 2006, e na safra 2007/08 o parque industrial aumentou em cerca de 20 novas unidades, atingindo 364 unidades. Na safra de 2007/08 foram esmagadas 425 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, 52,30 milhões de toneladas a mais que a safra anterior, representando um aumento de 14%.

Este volume adicional de processamento de cana-de-açúcar previsto para a safra 2007/08 é dedicado à produção de álcool hidratado, destinado ao mercado interno, como resposta ao crescimento da frota de veículos *flex-fuel*, frota que representou 90% dos veículos novos fabricados no país em 2007. Assim, o mix de produção para a safra foi de 55,3% para álcool e 44,7% para açúcar (UNICA, 2008). A produção de cana-de-açúcar vem crescendo a uma taxa média de 11% ao ano, no período de 2002 a 2007, e a produção de álcool teve um incremento de quase 20% em 2007. Esse crescimento resulta na entrada de novas empresas nessa indústria e a intensificação dos aumentos de escala de produção para aumentar a competitividade e para garantir mercados internacionais.

A entrada de novas empresas vem ocorrendo tanto pela implantação de novas usinas, como pela compra⁷⁶ de grupos empresariais já estabelecidos por empresas de fora do setor. Destaca-se a entrada de conglomerados internacionais de alimentos e bio-combustíveis, bem como fundos de investimentos (ver quadros 5 e 6). Novos entrantes, além de adquirir participações acionárias ou mesmo toda a empresa, entram com novos projetos de expansão e implantação de novas plantas industriais.

A entrada dessas novas empresas fica patente no aumento de empresas nas safras a partir de 2004. Por exemplo, no cluster das grandes empresas (tabela 6) houve um aumento do número de usinas (53 usinas) em relação ao período 1 (44 usinas) e ao período 2 (21 usinas). O mais importante é que os desvios padrão dos tamanhos (variáveis CANAT e EMEP) foram reduzidos, sinalizando para a homogeneidade nos tamanhos das plantas e, como consequência, uma possível padronização de estratégias das empresas.

Na verdade os entrantes e a expansão das empresas já estabelecidas atuam com estratégias similares, pois, geralmente esses dois grupos de empresas percebem as oportunidades do setor de modo similar, uma vez que operam plantas de tamanhos similares e a tecnologia utilizada não apresenta um desvio fora dos padrões da indústria.

Por outro lado, os desvios das variáveis CANAT e EMEP, apesar de algumas mudanças ocorridas no período 2, eles voltam ao patamar do período 1, mas, as médias das percentagens dos tamanhos das plantas das usinas em relação à escala eficiente da indústria (variável EMEP) aumentaram principalmente nos dois agrupamentos de empresas que estão bem abaixo dessa escala eficiente da indústria. E, nas usinas que possuem tamanho ligeiramente superior à escala eficiente, mas ainda não podem ser consideradas as maiores do

⁷⁶ Do ponto de vista teórico, geralmente não se considera entrada de novas empresas via aquisição, pois não implica em aumento da capacidade instalada da indústria. Mas, no caso da compra e posterior expansão da capacidade produtiva das plantas existentes ou mesmo a implantação de novas plantas, pode ser considerado como entrada.

setor, esses tamanhos praticamente não se alteraram e houve redução da variabilidade deles (tabela 8).

Tabela 8: Comparação do indicador de tamanho relativo da usina por período em % (EMEP)

Período de Análise	Usinas Grandes ⁷⁷	Usinas acima da EME	Usinas abaixo da EME	Usinas Pequenas
1*	273 (172)	119 (29)	52 (13)	19 (18)
2**	445 (169)	149 (40)	67 (16)	24 (09)
3***	265 (84)	121 (23)	67 (13)	27 (10)

* safras de 1996, 1997 e 1998.

** safras de 1999, 2000 e 2001.

***safras de 2004, 2005 e 2006.

A redução na variabilidade dos tamanhos das usinas dentro de cada cluster está indicando que novos entrantes estão iniciando com plantas compatíveis com as já existentes e que as expansões das plantas existentes estão se tornando homogêneas em tamanho e nivelando os ganhos via economias de escala. Ou seja, o padrão competitivo da indústria está se consolidando após as turbulências setoriais observadas no período pós-desregulamentação na década de 1990.

É importante notar que a homogeneização mais forte ocorre no grupo das grandes usinas, pois ocorrem reduções dos desvios, tanto nos dados de moagem absoluta (CANAT) como nas informações relativas de tamanho (EMEP).

Na tabela 9, comparam-se as variâncias da variável CANAT entre os agrupamentos extraídos em dois períodos, o primeiro (período 1) e o último (período 3), para as grandes empresas. A análise de variância é um teste de hipótese, e que nesse caso a hipótese a ser testada (H0) é que as usinas presentes no agrupamento (cluster) formado pelos dados do período 1 para as “usinas grandes”, são as mesmas usinas que aparecem no período

⁷⁷ A denominação de usinas grandes, usinas acima da EME, usinas abaixo da EME e usinas pequenas não se configura a taxonomia final que será proposta, mas apenas uma forma de facilitar a classificação neste momento da tese. Após relacionar todas as características possíveis que possam ser extraídas dos dados apresentados é que será descrita uma classificação mais coerente e consistente das usinas.

2 no agrupamento de mesma característica. Ou seja, a hipótese é de que desde meados da década de 1990 o grupo de “usinas grandes” já estão definindo suas estratégias quanto ao tamanho da planta.

Na análise de variância, busca-se estimá-la sem depender da veracidade de H_0 (médias iguais das amostras), consiste em calcular para cada grupo a variância amostral corrigida (estimativa de σ^2) e tomar a média das várias estimativas que se obtêm. Se pensarmos agora que as médias são todas iguais (H_0 verdadeiro) estamos perante um conjunto de k amostras todas da mesma população. Sabemos que $\text{Var}[\bar{x}] = \sigma^2/n$ e podemos obter uma “amostra” de k médias amostrais (uma para cada agrupamento). Calculando a variância amostral desta “amostra” de médias amostrais temos uma estimativa de σ^2/n . Multiplicando por n temos uma estimativa de σ^2 .

Mas esta última estimativa só é boa se H_0 for verdadeira. Senão a decisão fica viesada. Assim, ao dividir a última estimativa pela primeira devemos obter um valor próximo de 1 se H_0 for verdadeiro e muito maior que 1 caso contrário.

Assim, na tabela 9 observa-se que se deve rejeitar a hipótese que as médias dos tamanhos das usinas entre os períodos 1 e 3 são iguais. Isso significa que houve modificações importantes nesse aspecto, mostrando alterações no agrupamento de grandes empresas, ou seja, mudanças na liderança da indústria.

Tabela 9: Análise de variância entre os agrupamentos das usinas entre período 1 e 3 (EMEP)

Teste F de Fisher				
	Usinas Grandes*	Usinas Acima da EME**	Usinas Abaixo da EME***	Usinas Pequenas
Razão	0,401	0,643	0,442	0,228
F (Valor observado)	0,401	0,643	0,442	0,228
F (Valor crítico)	1,730	1,545	1,686	2,360
GL1	51	77	50	17
GL2	53	86	63	25
p-valor (bilateral)	0,001	0,050	0,003	0,003
Alfa	0,05	0,05	0,05	0,05

*Intervalo de confiança de 95% para a razão das variâncias da amostra das usinas grandes:] 0,232;0,697[

**Intervalo de confiança de 95% para a razão das variâncias:] 0,416; 1,000 [

***Intervalo de confiança de 95% para a razão das variâncias:] 0,262; 0,757 [

****Intervalo de confiança de 95% para a razão das variâncias:] 0,097; 0,582 [

Isso pode ser afirmado por que o p-valor calculado é menor que o nível de significância $\alpha=0,05$, assim deve-se rejeitar a hipótese nula H_0 em favor da hipótese alternativa H_a .

O mesmo pode se dizer para os demais agrupamentos de usinas, ou seja, para o período analisado está havendo alterações importantes tanto para as grandes empresas quanto para as empresas menores.

Assim, apesar de haver uma relativa homogeneização nos tamanhos relativos, dado à redução dos desvios entre os períodos analisados, as diferenças entre os clusters são grandes do ponto de vista dos tamanhos das plantas.

Além disso, as diferenças entre os clusters de usinas semelhantes, mas em períodos diferentes, também se mostrou presente, comprovando alterações na estrutura industrial em relação tanto quanto ao tamanho dos grupos empresariais líderes, como para os demais agrupamentos de empresas.

Como já foi mencionando, as escalas mínimas eficientes vem se mantendo estáveis nos últimos 10 anos na faixa de 0,35% da produção total da indústria por período, mas quando se analisa os agrupamentos de empresas em separado percebe-se que há transformações

importantes quanto aos tamanhos das plantas, exatamente para que as empresas se mantenham competitivas em relação às escalas de produção.

Assim, como o preço é definido no mercado e as margens de lucro são fruto das economias de escala, a expansão das grandes usinas (grandes plantas) garantem a elas vantagens adicionais ao tamanho, como captação de recursos a custo mais barato⁷⁸ e maior capacidade para investir em suas estratégias⁷⁹, capacitando-as para melhorar suas posições e manter o crescimento às taxas exigidas pelo mercado.

O crescimento do número de novas plantas e as expansões das plantas existentes ocorrem, geralmente, acima do crescimento da demanda⁸⁰. Mas, essas novas plantas não podem ser muito grandes em função dos custos de transporte da matéria-prima. Isso refletiu para o período 3, na redução do tamanho médio e do desvio padrão das plantas de grandes usinas.

No tocante à produtividade industrial, observa-se que houve uma pequena alteração no comparativo dos três períodos analisados, nos quatro tamanhos de plantas encontrados após a extração dos clusters (tabela 10).

Tabela 10: Comparativo da Produtividade Industrial a partir do ART (Açúcares Redutores Totais)

Período de Análise	Usinas Grandes	Usinas acima da EME	Usinas abaixo da EME	Usinas Pequenas
1*	138,88 (13,78)	138,17 (12,49)	134,45 (13,97)	134,93 (10,83)
2**	136,88 (14,60)	140,28 (14,61)	136,6 (13,3)	130,65 (12,75)
3***	140,73 (14,37)	138,08 (12,88)	136,8 (13,5)	129,49 (15,47)

* safras de 1996, 1997 e 1998.

** safras de 1999, 2000 e 2001.

***safras de 2004, 2005 e 2006.

⁷⁸ Um exemplo disso são os lançamentos de ações nas bolsas de valores pelos três maiores grupos empresariais brasileiros da agroindústria sucroalcooleira, e as associações de fundos de investimento com empresas nacionais.

⁷⁹ Isso pode ser percebido pelo que as empresas maiores estão fazendo, entrando no mercado de combustíveis e fornecendo energia elétrica a distribuidoras. Esses dois movimentos requerem investimentos importantes em ativos especializados.

⁸⁰ Ver gráfico 5, na descrição do mercado de açúcar, que de forma corriqueira existe decréscimo da taxa de câmbio do açúcar.

As usinas maiores obtiveram um pequeno acréscimo na produtividade no período 3 em relação ao período 1, mas de modo geral não se pode dizer que isso representou avanços na tecnologia de produção, pois, na análise de variância de diferença entre as médias não se confirmou essa diferença (tabela 11).

Observa-se que o p-valor do teste de todos os agrupamentos resultaram em valores maiores que o valor alfa (0,05), indicando que a hipótese de igualdade das amostras é verdadeira, assim, não se pode afirmar que houve ganhos ou reduções significativas na produtividade industrial (tabela 11).

Tabela 11: Análise de variância entre os agrupamentos das usinas entre o período 1 e 3 (ART)

Teste F de Fisher / Teste bilateral:				
	Usinas Grandes*	Usinas Acima da EME**	Usinas Abaixo da EME***	Usinas Pequenas
Razão	0,919	0,860	1,075	0,490
F (Valor observado)	0,919	0,860	1,075	0,490
F (Valor crítico)	1,735	1,554	1,686	2,360
GL1	53	86	50	17
GL2	51	77	63	25
p-valor (bilateral)	0,759	0,496	0,781	0,132
Alfa	0,05	0,05	0,05	0,05

*Intervalo de confiança de 95% para a razão das variâncias da amostra das usinas grandes:] 0,529; 1,589 [

**Intervalo de confiança de 95% para a razão das variâncias:] 0,554; 1,329 [

***Intervalo de confiança de 95% para a razão das variâncias:] 0,637; 1,842 [

****Intervalo de confiança de 95% para a razão das variâncias:] 0,208; 1,249 [

Do ponto de vista da análise da economia industrial, os resultados da tabela 11 significam dizer que possíveis assimetrias de produtividade deixam de existir e com isso as vantagens de custo se reduzem, tornando a estrutura industrial mais estável e possibilitando a sobrevivência das usinas menores por mais tempo.

A redução das assimetrias tecnológicas é resultado do processo de difusão de novas técnicas e equipamentos industriais e agrícolas por toda a agroindústria, constituindo mais um padrão de setorial que um padrão de concorrência específico da indústria. Pois, a

agroindústria sucroalcooleira possui um conjunto de organizações de pesquisa públicas e privadas que resulta no aprofundamento da difusão tecnológica, gerando alto grau de acessibilidade aos conhecimentos e tecnologias do setor.

Como afirmado por Malerba (2005), alto grau de acessibilidade ao conhecimento e as tecnologias provoca a redução da concentração industrial. E esse fato já se observa nos dados da pesquisa.

Mas, isso não impede dizer que os ganhos de produtividade são basicamente da agricultura e se encontram antes do período da desregulamentação. Faz sentido, pois, com um *gap* de 12 anos para desenvolver uma nova variedade, e considerando que entre 1989 e 1995 a agroindústria estava buscando novos marcos institucionais, inclusive no tocante a pesquisa (fim do IAA e PLANALSUCAR) e crise no setor privado (afetando o CTC), é razoável supor que ao longo desse período pouco poderia vir do setor industrial.

Então, sendo a indústria pouco concentrada, uma vez que a dinâmica da expansão do mercado vem permitindo novas entradas e mantendo estável a escala eficiente mínima na indústria, é pode-se afirmar que essa indústria está estável do ponto de vista estrutural, mas, internamente os agrupamentos mostram diferenças importantes que podem, no médio prazo, maiores transformações setoriais.

Assim, a baixa concentração de mercado não significa livre entrada e uma alta probabilidade de mobilidade dentro dessa indústria. A entrada de novas empresas é impedida principalmente pela disponibilidade de insumos, estrutura de comercialização e vantagens de custos das empresas estabelecidas em decorrência de aprendizado acumulado.

Por isso, boa parte dos grupos estrangeiros que estão atuando na agroindústria apresentam algum tipo de associação com empresas brasileiras. Outra característica das empresas estrangeiras, é que as associações, em grande medida, visam garantir de alguma forma o fornecimento de açúcar e álcool para seus mercados fora do Brasil. Exceto pela

operação direta de usinas, alguns grupos estrangeiros se associam para reduzir a incerteza do não cumprimento de contratos internacionais.

Além das associações com empresas já estabelecidas, a compra de grupos empresariais inteiros está sendo uma prática comum, como a compra do Grupo José Queiroz pelo grupo francês Louis Dreyfus (SCARAMUZZO, 2008).

Os entrantes e a ampliação de unidades já instaladas estão gerando novos projetos de implantação de usinas na ordem de US\$ 180 milhões de investimento nas áreas agrícola e industrial, por unidade. Isso totaliza US\$ 14 bilhões de investimentos em cinco anos (ÚNICA, 2008)⁸¹. Esse valor representa unidades de até 2 milhões de toneladas.

Nesse cenário, as usinas que não estão entre os maiores grupos empresariais enfrentam então duas escolhas básicas: a) vender a operação para os grupos empresariais maiores (progressistas); ou, b) investir no aumento da eficiência empresarial. Algumas unidades já são coligadas a grupos maiores e diversificados e, em grande medida, associadas em grupos de comercialização.

Essa indústria ainda não está totalmente consolidada e uma vez adotada uma das estratégias acima, as transformações na estrutura irão se acentuar, mudando o perfil do regime tecnológico vigente e impondo um comportamento novo as firmas, talvez, na direção de assumir as novas tecnologias como alternativa factível, como o caso das biorrefinarias.

⁸¹ Os dados da UNICA refletem para 77 novas plantas industriais até 2012, dos quais 63 são de empresários do setor e 14 são de novos entrantes. Na safra 2007/08 já se confirmaram 20 novos projetos em funcionamento.

4.3 UMA TAXONOMIA A PARTIR DOS CLUSTERS DE USINAS

O desempenho competitivo de uma firma depende de sua capacidade de combinar seus recursos organizacionais e sua estratégia de modo que sobreviva as restrições tecnológicas, sociais e econômicas impostas pelo ambiente competitivo. As taxonomias setoriais permitem ligar as características da firma individual a variáveis relevantes do ambiente competitivo e, assim com realizar análises sem relegar para segundo plano características importantes que podem definir a dinâmica industrial.

Com as informações trabalhadas na seção anterior, é possível agora construir uma taxonomia a partir dos elementos objetivos analisados ao longo desse capítulo. Esses elementos são basicamente referentes a estrutura, como uma *proxy* do tamanho da planta (CANAT) e a relação desse tamanho com a escala eficiente da indústria no período analisado (EMEP) e, ao desempenho tecnológico representado pela quantidade de açúcar obtido ao fim do processo indústria (produtividade industrial) e definido na variável ART.

Então, é possível definir cada agrupamento de acordo com o quadro 8.

Quadro 8 - Taxonomia Proposta para os Agrupamentos de Empresas

Nome	Características centrais
Empresas marginais	<ul style="list-style-type: none">• Pequena escala de esmagamento;• Crescimento da produção;• Decréscimo da produtividade na planta industrial;• Desvantagem em custos.
Empresas quase-marginais	<ul style="list-style-type: none">• Volume de esmagamento ligeiramente abaixo da escala mínima eficiente;• Crescimento da produção;• Produtividade estável na planta industrial;• Vantagens em custos frente as empresas menores, mas desvantagens frente as empresas médias e progressistas.
Empresas médias	<ul style="list-style-type: none">• Escala de esmagamento acima da EME;• Crescimento instável da produção• Crescimento da produtividade da planta industrial;• Vantagens em custos.
Empresas progressistas	<ul style="list-style-type: none">• Maiores em escala de esmagamento da indústria;• Crescimento instável da produção;• Crescimento da produtividade na planta industrial;• Vantagens em custos.

O grupo de *empresas*⁸² *marginais* refere-se ao conjunto de usinas que apresentam escala de esmagamento mínima diante da escala eficiente do setor, geralmente em torno dos 20% dessa escala eficiente, por outro lado, essas usinas apresentaram crescimento na produção em cada período analisado. Dado à pequena escala, essas usinas estão propensas a apresentarem desvantagens de custos, segundo a caracterização de Steindl (1983). Essas empresas, em função de suas desvantagens de custos e limitações para investimentos, não apresentam renovação de canaviais, ou mesmo, melhorias em máquinas e equipamentos, resultando assim no decréscimo da produtividade, como observado na análise anterior.

Por sua participação nas amostras extraídas para a análise⁸³, o número das usinas marginais foi decrescente, sinalizando para dois fatos: a) estão desaparecendo ou sendo compradas por empresas maiores; e, b) estão conseguindo, de alguma forma, expandir as capacidades produtivas e migrar para o grupo de empresas posterior.

O grupo de *empresas quase-marginais* é assim chamado, principalmente, por que estão logo acima da escala das empresas marginais. Esse grupo se caracteriza, por apresentar uma escala de produção ainda abaixo da escala eficiente da indústria, mas, apresentam crescimento da produção. Esse crescimento da produção por parte das empresas quase-marginais em grande medida é em busca de sustentar participação no mercado total de açúcar e álcool. Outra explicação para esse crescimento da produção é o fato que esse aumento é resultado da transformação das destilarias autônomas, que nesse grupo se encontravam, em usinas integradas de açúcar e álcool. Sugerindo assim um aumento na taxa de investimento nesse agrupamento.

⁸² É importante notar que o conceito de empresa aqui está assumindo a desconcentração relativa da indústria, e que nesse momento não se faz necessário trabalhar com base nos grupos empresariais, pois, grande parte da agroindústria sucroalcooleira ainda é dominada por grupos proprietários de uma usina apenas. Portanto, “empresa” aqui não perde o sentido nem envia os resultados da pesquisa.

⁸³ Faz referência ao fato que as amostras extraídas quase que representavam toda a população de usinas do centro-sul (ver capítulo sobre a metodologia da tese).

A despeito do aumento da produção, que implica em aumentos de custos agrícolas, pois podem ocorrer reduções na produtividade agrícola por causa das novas plantações, variedades em adaptação, poucas economias de aprendizado, etc., as empresas quase-marginais apresentaram uma produtividade estável, sinalizando que houve melhorias nas plantas industriais que compensaram a produtividade perdida no campo.

Mas, mesmo assim, as empresas quase-marginais, por possuírem escala de produção abaixo da escala eficiente ainda apresentam desvantagens de custos em relação às maiores empresas.

De toda forma, dado os exemplos das duas classes de empresas que apresentam produção em escala subótima, é possível verificar que as barreiras a entrada são baixas e não existe retaliação forte a entrada dentro da indústria. O que se percebe é que a concorrência potencial, ao menos nesses dois grupos analisados aqui, ainda não está causando alterações significativas na estrutura, mas a concorrência pertinente para o caso da agroindústria sucroalcooleira são os movimentos estratégicos de compra e expansão do conjunto de empresas de toda a indústria, em particular das grandes empresas em relação às menores.

Caracterizando as *empresas médias*, apresenta-se inicialmente uma capacidade de esmagamento um pouco superior a escala mínima da indústria, mas o crescimento da produção ao longo do tempo (1996 – 2006) analisado se mostrou instável aumentando no período 2 (safras 1999, 2000 e 2001) e reduzindo no período posterior. Essa instabilidade é fruto da entrada de novas empresas e da expansão de plantas existentes, pois, dado que os tamanhos médios de entrada estão aumentando geralmente esse grupo de empresas é a “porta de entrada” para a concorrência potencial.

As empresas médias é um agrupamento no qual as usinas estão crescendo em sua produtividade individual, mas quando as empresas médias são analisadas como um grupo estratégico, do ponto de vista estatístico, as diferenças na produtividade das plantas não são

significativas. Mesmo assim, com plantas maiores e produtividade indicando tecnologia no estado-da-arte, é possível dizer que essas empresas apresentam potencial de crescimento em função dos diferenciais de custo que podem apresentar em relação às menores empresas⁸⁴.

A última categoria apresentada são as *empresas progressistas*, assim chamadas por ser similar a categoria estabelecida por Steindl (1986), no qual o autor afirma que são firmas que possuem vantagens em custos via mudança tecnológica e economias de escala. Para esse autor, essas economias de escala só se constituem em realmente vantagens quando a indústria apresenta assimetrias de tamanho (como é o caso), então, as vantagens são da firma em particular e não de toda a indústria (STEINDL, 1983).

Assim, as empresas progressistas possuem as maiores escalas de esmagamento da indústria, e apresenta a maior variabilidade dentro do agrupamento de um período para o outro, como foi destacado anteriormente (tabela 9). O crescimento da produção é relativamente instável, mas sinaliza para o aumento da intensidade do capital investido nos tamanhos e tecnologia das plantas⁸⁵.

Do ponto de vista da produtividade industrial, as empresas progressistas, no nível da planta, têm apresentado desempenho crescente, apesar de que quando se observa a indústria como um todo, aparentemente todas as usinas apresentam o mesmo resultado, mas essa é a confirmação da existência de heterogeneidade nas tecnologias industriais. O tamanho muito acima da escala eficiente é resultado do processo de acumulação interna das empresas

⁸⁴ É importante notar que os diferenciais de custos vêm da incorporação de novas tecnologias presentes nos equipamentos utilizados pelas usinas, além disso, a adoção de novas variedades de cana, mais adaptadas as condições edafo-climáticas garante o aumento de produtividade de uma planta individual. O fato é que as características da agroindústria em geral mostram que não há homogeneidade dentro dos grupos empresariais proprietários das usinas, portanto, não se espera que o potencial de investimento em novas tecnologias sejam iguais para todas as usinas, mesmo quando elas se encontrem dentro do mesmo agrupamento.

⁸⁵ Apesar da tecnologia utilizada pela indústria em geral está anotada como no estado-da-arte, as empresas desse grupo são as primeiras em adotar novos melhoramentos nas tecnologias de produção, seja na área industrial ou agrícola. Inclusive é comum desenvolvimento em conjunto, de novas técnicas agrícolas ou melhoramentos tecnológicos na produção industrial em conjunto com organizações de pesquisa públicas ou privadas, ver caso do CTC e RIDESA.

progressistas e com isso as garante numa posição competitiva forte e com capacidade excedente.

Enfim, observando os agrupamentos oriundos da taxonomia é possível notar que mesmo dentro da indústria existem condutas diferentes que irá alterar a estrutura industrial no médio prazo. Diante disso, nota-se que as empresas progressistas estão impondo uma estratégia padrão para o setor, que poderá vir a ser o padrão de concorrência futuro, ou seja, crescimento não só baseado em escala de produção, mas em economias de escopo dependentes da incorporação de tecnologias mais modernas e inovações incrementais para extrair da cana-de-açúcar todo o seu potencial energético.

4.3 CONCLUSÕES

Esse capítulo mostra o padrão de concorrência da agroindústria sucroalcooleira a partir dos elementos estruturais e a inferência sobre as estratégias vigentes nessa indústria. As conclusões estão baseadas na análise de clusters de firmas dentro da indústria caracterizando grupos estratégicos distintos.

Os grupos oriundos da taxonomia podem ser considerados grupos estratégicos, por que em cada conjunto de usinas nos clusters observam-se características comuns, de um lado, mas específicas de acordo com as dimensões da concorrência de cada grupo, por outro lado. Por exemplo, verificou-se que os grupos de empresas marginais e quase-marginais são os mais vulneráveis, contudo, este último apresenta estratégias que de certa forma se alinha com as exigências estruturais, como por exemplo, a tentativa do aumento de escala de produção, mas com o suporte de tecnologia industrial para manter a produtividade. E quando se analisa do ponto de vista da usina, nota-se que as empresas quase-marginais são

especializadas em na produção de açúcar e álcool, não diversificando a produção de modo mais intenso como as empresas maiores.

Os grupos de médias empresas e empresas progressistas, por sua vez apresentam uma conduta mais proativa e com isso sustentam a tendência de consolidação da indústria, com o crescimento da produção e o aprofundamento da diversificação e verticalização da produção.

Essas condutas já estão alterando a estrutura industrial, uma vez que muitas das usinas estão buscando aumentar a produção com a expansão da moagem e conseqüentemente da área de produção agrícola, principal tema de debates entre os empresários ligados a indústria e outros grupos de interessados. Fora isso, o aumento da produção está atraindo novas empresas, inclusive multinacionais, impondo uma nova forma de concorrência para as empresas líderes dessa indústria.

Diante disso o padrão competitivo é que a indústria concorre de um lado por aumentos de escala na produção e por outro por incrementos tecnológicos que permita as empresas a aprofundar a diversificação produtiva. E, o que se mostra é que o principal vetor de competitividade é a diversificação produtiva das empresas da agroindústria sucroalcooleira.

Outro fator importante do padrão de concorrência é a existência, ainda forte, da dependência do açúcar bruto (VHP) e álcool de um grande número de empresas, isso implica que essas empresas irão operar ao sabor dos preços relativos e isso pode levar a desajustes na oferta como em épocas passadas, aumentando a imagem de oportunista dos empresários da indústria. Para reduzir a volatilidade de mercado, as empresas marginais e quase-marginais recorrem a cooperativas e grupos de comercialização, conseguindo assim operar com contratos futuros e assim manter suas receitas e sobrevivência no médio prazo.

Em suma, esse capítulo mostrou características importantes de dentro da indústria a partir do comportamento das firmas, mas se faz necessário a continuidade de estudos como esse para o acompanhamento das mudanças estruturais *a posteriori*, uma vez que foi exatamente no último período estudado pela tese que a agroindústria sucroalcooleira começou uma fase mais forte de crescimento e instabilidade.

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa tese teve como objetivo principal descrever a configuração do Sistema Setorial de Produção e Inovação da Agroindústria Sucroalcooleira a partir das transformações industriais percebidas após o processo de desregulamentação dessa indústria.

Para tanto a tese se baseou no referencial analítico dos Sistemas Setoriais de Inovação e Regimes Tecnológicos, proposto por Malerba (2002); Breschi e Malerba (1996) e Breschi; Malerba, Orsenigo (2000). Esse referencial analítico permitiu utilizar variáveis importantes para a análise da transformação industrial ocorrida na agroindústria sucroalcooleira no período trabalhado na tese. Como marco de análise complementar, a tese utilizou a abordagem dinâmica proposta na idéia de padrão de concorrência (POSSAS, 1985; KUPFER, 2006).

A tese também permitiu testar o tratamento de cluster e análise de variância em uma combinação de dados *cross-section* e longitudinal. Essa forma de tratamento não é comum nos trabalhos da mesma natureza dessa tese, ao menos no Brasil, uma vez que é mais comum trabalhos ligados a inovação serem estritamente quantitativos ou estritamente qualitativos. Peneder (2007) afirma a qualidade desse tipo de tratamento de dados, principalmente quanto a análise de cluster, reside no fato da possibilidade de substituir as classificações subjetivas realizadas na busca de taxonomias, por um método mais rigoroso e com heurísticas objetivamente definidas.

Os principais achados nesse trabalho de tese trataram dos seguintes pontos:

1. descrição da natureza sistêmica e do surgimento da inovação na agroindústria sucroalcooleira;

2. análise da mudança na estrutura setorial da agroindústria sucroalcooleira no Brasil.

Do ponto de vista da natureza sistêmica, a agroindústria sucroalcooleira apresenta uma longa tradição de investimento privado em P&D, que tem como marco inicial o Centro de Tecnologia Coopersucar, e que atualmente é chamado de Centro Tecnológico Canavieiro (CTC). O CTC (Coopersucar) sempre foi financiado pelo grupo de usinas que faziam parte dessa cooperativa de produtores de açúcar e que desenvolveu trabalhos na área por mais de 30 anos e que em 2004, realizou um spin-off da Coopersucar e se transformou em um centro de pesquisas independente e financiado por mais de 175 usinas de todo o país.

Além do CTC, a RIDESA também confirma a vocação da pesquisa privada no setor, uma vez que a RIDESA tem em um conjunto de usinas de todo o Brasil como financiadores de seus projetos, apesar dessa rede de pesquisa está sediada em nove Universidades Federais espalhadas pelo país. E, entre 2002 e 2003 foram criadas a Alelyx e Canavialis duas empresas voltadas a pesquisa de ponta na indústria e totalmente privadas.

Dessa forma, o P&D na agroindústria sucroalcooleira é basicamente desenvolvido por parcerias público-privadas com maior ênfase nos investimentos do setor privado. Esse fato, contrasta com a realidade brasileira de pesquisa a qual é quase que totalmente financiada pelo setor público.

O efeito das parcerias e redes de pesquisa e a ampla participação das usinas no processo de geração de conhecimento e inovações reduzem ou mesmo impede o processo de apropriação dos benefícios da inovação em termos da firma individual. Isso se caracteriza pela distribuição quase que homogênea dos indicadores de produtividade industrial dentro da indústria. Apesar da taxonomia descrita mostra que o grupo de empresas progressistas vem aumentando a produtividade.

O esforço de P&D dessa agroindústria está centrado em duas vertentes. Uma parte da pesquisa é o melhoramento genético da planta cana, que está orientada para o desenvolvimento de variedades capazes de responder aos atuais desafios da agroindústria para a geração de energética (elétrica e álcool), além da manutenção da produção açucareira. O conceito de cana-energia é a trajetória dominante nos diversos programas de melhoramento genético existentes no Brasil, a cana com mais sacarose e voltada para a produção de açúcar não é mais o principal objetivo da pesquisa agrícola na indústria.

Por outro lado, a trajetória da “cana-energia” vem exigindo novos investimentos no desenvolvimento de máquinas e equipamentos na área industrial e principalmente no conceito de Biorrefinarias integradas, que irá aproveitar todo o potencial de produção diversificada presente nessa agroindústria. Mas, antes da biorrefinaria integrada, o desenvolvimento tecnológico *a priori* é o da transformação do material lignocelulósico da palha e do bagaço da cana em etanol.

A transformação do bagaço/palha em álcool vem sendo tratada como prioridade, tanto para o governo como para o setor privado ligado a essa indústria. O principal projeto de pesquisa nessa área no Brasil é o DEDINI/FAPESP, mas recentemente o Governo Federal está se voltando para incentivar maiores pesquisas nessa tecnologia.

Mas o fato é que o P&D nessa indústria é realizado de forma aberta e com grandes incentivos para a difusão entre os membros da indústria. Isso é resultado da forma cooperativa na qual é financiada e realizada a pesquisa na indústria e, ao final, não garante apropriabilidade dos benefícios da inovação desenvolvidas nos centros de pesquisa vinculados à indústria, em uma empresa ou mesmo para um grupo de empresas inovadoras.

Essa questão é um dos motivos que mantém a indústria desconcentrada, uma vez que deter patentes ou mesmo outros tipos de proteção a inovação, por parte de uma empresa, pode alterar a concentração em uma indústria. Mostrando assim que as oportunidades

tecnológicas na indústria são altas, mas que garantem a consolidação da estratégia de diversificação por parte das firmas.

Diante disso, o cenário que se mostra é que o modelo de biorrefinaria poderá ser o elemento de proteção dos ganhos da inovação, uma vez que para a implantação desse conceito produtivo implica no desenvolvimento de uma série de ativos complementares e estruturas de governança mais complexas na indústria. Além disso, a tendência a biorrefinarias confirma que os ganhos de escopo são fundamentais para a competitividade setorial, pois o Brasil é o único país no mundo que apresenta grande flexibilidade para ajustes no mix de produção açúcar e álcool e, mesmo atualmente, as economias de escopo já se apresentam como determinante para a sustentação da competitividade da indústria.

Os ganhos de produtividade que a indústria vem obtendo desde a década de 1970 é reflexo das economias de aprendizado e do desenvolvimento integrado de tecnologias agrícola e industrial. O desenvolvimento conjunto dessas tecnologias implicam no aumento do desempenho das plantas industriais (observado no gráfico 12) e sinalizado pela *proxy* do desempenho tecnológico, ART (açúcares redutores totais). Portanto, é factível aceitar o fato de que a tecnologia industrial em conjunto com a tecnologia agrícola permitiu o aumento da eficiência produtiva do processo de diversificação da agroindústria sucroalcooleira ao longo de sua evolução recente.

De todo modo, o desempenho da agroindústria sucroalcooleira, percebido principalmente pelo aumento da produtividade agroindustrial e do aprofundamento da diversificação produtiva, é um fenômeno da agroindústria como um todo, pois o grau de acessibilidade à tecnologia é alto, a demanda define o ritmo de crescimento da indústria e as oportunidades de mercado são mais importantes que as oportunidades tecnológicas.

A diversificação produtiva, os ganhos de produtividade na indústria, difusão tecnológica e, recentemente o aumento da demanda pelos produtos da indústria, configurou

um padrão de concorrência que apresenta nuances oligopolistas, mas com um número significativo de empresas marginais e quase-marginais que são tomadoras de preços em seus produtos e que dependem fortemente de cooperativas para comercialização desses produtos.

É possível dizer isso, porque as empresas progressistas se apresentam mais diversificadas e integradas verticalmente e que as reduções de custos e conseqüente aumento dos ganhos não residem unicamente nos volumes de venda de açúcar bruto (VHP) e álcool combustível, mas da venda de outros produtos fruto da diversificação da planta, como energia elétrica, açúcar orgânico, álcool neutro, leveduras para ração animal, plantas de biodiesel, distribuição de combustível, etc.

Outra constatação é que o esforço para aumentos de escala por parte das empresas progressistas reflete no aumento da diversificação, uma vez que existem indivisibilidades técnicas até a extração do caldo e a diversificação permite otimizar a decisão de produzir mais açúcar ou álcool a cada safra em função da demanda. Assim, sendo o bagaço resíduo da moagem de cana para produção de ambos os produtos, a produção de energia elétrica pode ser aumentada quando se aumenta o tamanho da planta.

Portanto, com o padrão de concorrência mostrando que essa indústria está em processo de consolidação, orientada para aumentos de economias de escala e escopo, o regime tecnológico setorial pode ser caracterizado como um regime empreendedor, pois não há grandes barreiras tecnológicas a entrada e as oportunidades de mercado são maiores que as tecnológicas, apesar da grande heterogeneidade nos tamanhos das firmas. Não há heterogeneidade tecnológica.

A contribuição final da tese foi à construção de uma taxonomia de empresas em quatro classes. Essas classes refletem os grupos estratégicos presentes nessa indústria, uma vez que é possível verificar estratégias empresariais distintas entre cada grupo, pois enquanto as empresas progressistas são mais diversificadas e integradas verticalmente, as empresas

médias se organizam em grupos empresariais com plantas de médias mas acima da escala eficiente. Esses dois grupos de empresas são as que se mostram com maior produtividade, apesar de que as empresas progressistas venham apresentando quedas sucessivas dos níveis de produtividade, que pode ser resultado dos crescentes aumentos da escala e da entrada em novas áreas de terra menos produtivas.

As empresas marginais e quase-marginais, por outro lado são mais cooperativadas, mas as primeiras estão em desvantagem de custos e são as preferidas nos processos de aquisição. As empresas quase-marginais, por sua vez, estão aumentando de tamanho em função da entrada delas na produção de açúcar e com isso vem aumentando, mesmo que sutilmente, os ganhos de produtividade industrial.

Essa taxonomia é interessante, pois poderá permitir comparações e confirmações, *a posteriori*, das tendências de transformação industrial observadas na análise dos dados.

Finalmente, vale observar que a agroindústria sucroalcooleira vem despertando interesse internacional em função de seu potencial energético, mas energia é elemento estratégico para países e regiões, podendo então o álcool nacional não vir a ser o tão esperado substituto do petróleo em escala global, nem a energia elétrica substituir totalmente a produção ocorrida nas termoelétricas movidas a diesel. O potencial energético dessa indústria tem que ser pensada como complemento efetivo para a matriz energética brasileira, e não como produto de exportação.

REFERÊNCIAS

AAKER, David A.; KUMAR, Vinay; DAY, George S. **Pesquisa de Marketing**. São Paulo. 2ª Edição. Editora Atlas, 2004.

AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS – APTA.

Disponível em: <www.apta.sp.gov.br>. Acesso em: 08 mar. 2008.

ALBUQUERQUE, Eduardo Motta. Apresentação do artigo de Freeman “The ‘national system of innovation’ in historical perspective”. **Revista brasileira de inovação**, v. 3, n 1. 2004.

ALVES, Maria Rita Assumpção. Mudança Tecnológica no Setor Sucroalcooleiro. In **Anais XX Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica**. CD Rom. São Paulo, 17 a 20 de novembro de 1998.

ARCHIBUGI, Daniele; CESARATTO, Sergio; SIRILLI, Giorgio. Sources of Innovative Activities and Industrial Organization in Italy. **Research Policy**, vol. 20, pp. 299-313. 1991.

ARCHIBUGI, Daniele ; MICHIE, Jonathan. Technological Globalisation or National Systems of Innovation? **Futures**, v. 29, no. 2, pp. 121-137. 1997.

ARIZONO, Hideto; MORAES, Michel; MACCHERONI, Walter; MATSUOKA, Sizuo.

Melhoramento da Cana de Açúcar na Canaviallis. Disponível em:

<<http://www.genmelhor.ufv.br/materiais/III%20egm/melhoramentoempresaprivada.pdf>>.

Acesso em: 25 abr. 2008.

BACCARIN, J. G.; CASTILHO, R.C. **A geração de energia como opção de diversificação produtiva da agroindústria canavieira**. Disponível em

<http://paginas.agr.unicamp.br/energia/agre2002/pdf/0032.pdf>. Acessado em: 25/03/2008.

BACCHI, M.R.P.; ALVES, L.R.A. Formação de Preço do Açúcar Cristal Empacotado ao Varejo na Região Centro-Sul do Brasil. **Agricultura São Paulo**. São Paulo, v.51, n.1, p.5-22, jan./jun. 2004.

BAIN, Joe S. **Industrial organization**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1959.

BARBOSA, Geraldo Veríssimo de Souza. Tendência do melhoramento genético da cana-de-açúcar. In: Simpósio da agroindústria da cana-de-açúcar de alagoas, 24., 2007, Maceió. **Slides**. Maceió: Ridesa, 2007. p. 1 - 80.

BASTOS, VALÉRIA DELGADO. **ETANOL, ALCOOLQUÍMICA E BIORREFINARIAS**. Rio de Janeiro: Bndes, 2007. 34 p. Disponível em:

<<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/bnset/set2501.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2007.

BAPTISTA, Margarida. **O ENFOQUE NEO-SCHUMPETERIANO DA FIRMA**.

Disponível em:

<http://www.econ.fea.usp.br/vermulm/dae510/O_ENFOQUE_NEO_SCHUMPETERIANO_DA_FIRMA.doc>. Acesso em: 27 maio 2008

BOUÇAS, Cibelle. Número de aquisições de usinas deve bater recorde. São Paulo. Valor Econômico. **Caderno Agronegócios**, 31/05/2007, p. 3.

BRESCHI, Stefano; MALERBA, Franco. Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamic, and Spatial Boundaries. In Edquist, C. (Ed.). **Systems of Innovation: Technologies, Institution and Organisations**. Pinter. London, Washington, 1997.

BRESCHI, Stefano; MALERBA, Franco; ORSENIGO, Luigi. **Technological Regimes and Schumpeterian Patterns of Innovation**. The Economic Journal, v 110 Issue 463. 2000.

BNDES. **BNDES aprova projetos em inovação para empresas do grupo Votorantim**. Disponível em < http://www.bndes.gov.br/noticias/2007/not159_07.asp>. Capturado em 05/10/2007.

CARLSSON, Bo; JACOBSSON, Staffan; HOLMÉN, Magnus; RICKNE, Annika. Innovation systems: analytical and methodological issues. **Research Policy**, 31. 2002.

CARLTON; Dennis W.; PERLOFF; Jeffrey M. **Modern industrial organization**. 3rd ed. Massachusetts. Addison-Wesley Longman, Inc., 1999.

CARMO, Vadson Bastos. **Demandas tecnológicas para produção de etanol: melhorias de processos & etanol celulósico**. In: INOVATEC 2007, Campinas. DEDINI Industrias de Base. Campinas, 2007.

CARVALHO, Cícero Péricles de. **Análise da reestruturação produtiva da agroindústria sucro-alcooleira alagoana**. 2. ed. Maceió: Edufal, 2001.

CARVALHO, Luiz Carlos C. **Etanol: perspectivas do mercado**. In MORAES, Marcia Azanha F. D.; SHIKIDA, Pery Francisco A. Agroindústria Canavieira no Brasil. São Paulo. Ed. Atlas, 2002.

CASSIOLATO, J. E. **Notas preliminares sobre sistemas de inovação e cooperação**. Rio de Janeiro. Instituto de Economia/UFRJ, mimeo, 2003.

CAVES, R. E.; PORTER, M. E. From Entry Barriers to Mobility Barriers: Conjectural Decisions and Contrived Deterrence to New Competition. **The Quarterly Journal of Economics**, Vol. 91, No. 2, pp. 241-262. 1977.

CAVES, R. E.; SHIRAZI-KHALILZADEH, J.; PORTER, M. E. **Scale Economies in Statistical Analyses of Market Power**. The Review of Economics and Statistics, Vol. 57, No. 2, pp. 133-140, 1975.

CHANDLER JR, A. D. Introdução a Strategy and Structure. In McCRAW, T. (org.). **Alfred Chandler: Ensaios para uma Teoria Histórica da Grande Empresa**. Rio de Janeiro: Editora da FGV. 1998.

_____. **Scale and scope: the dynamics of industrial capitalism.** London. Belknap, 1990.

COELHO, S. T. **Mecanismos para Implementação da Cogeração de Eletricidade a Partir de Biomassa** - Um Modelo para o Estado de São Paulo. Ph.D. thesis, University of São Paulo (USP), 1999. 172 p. Available at:
<http://www.iee.usp.br/biblioteca/producao/1999/teses/suani.PDF>

COOKE, Philip. Introduction: Origins of the Concept. In BRACZYK, Hans-Joachim; COOKE, Philip; HEIDENREICH, Martin (Eds.). **Regional Innovation Systems**, London: UCL Press, 1998. Disponível em <<http://books.google.com>>. Acesso em: 23/12/2006.

_____. Regional innovation systems, clusters, and knowledge economy. **Industrial and corporate change**, vol 10, nº 4. 2001.

COOMBS, R.; SAVIOTTI, P.; WALSH, V. **Economics and technological change.** New York: Rowman & Littlefield Publishers, Inc. 1987.

COHEN, Wesley M.; KLEPPER, Steven. Firm Size and the Nature of Innovation within Industries: The Case of Process and Product R&D. **The Review Of Economics And Statistics**, v. 02, n. 78, p.232-243, 1996.

CORLEY, T. A. B. Emergence of the Theory of Industrial Organization, 1890-1990. **Business and economic history.** Second Series, Volume Nineteen, 1990.

CORRAR, Luiz J.; PAULO, Edilson; FILHO, José Maria D. (coord.) **Análise Multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia.** São Paulo. Editora Atlas, 2007.

COSAN. **Cosan e CanaVialis fecham contrato para melhoramento da cana-de-açúcar.** Disponível em:
<http://www.acionista.com.br/home/cosan/Cosan_PR20060609_port%5B1%5D.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2008.

CORREA NETO, Vicente. Potencial da Co-geração e Planejamento da Expansão do Setor Elétrico. In: **WORKSHOP TECNOLÓGICO SOBRE COGERAÇÃO**, 2008, UNICAMP. Projeto Programa de Pesquisa em Políticas Públicas. APTA, 2008. Disponível em <HTTP://www.apta.sp.gov.br/cana>. Acesso em 25/03/2008.

COSAN. **Co geração de energia.** Disponível em:
<http://www.cosan.com.br/industria_energia.aspx>. Acesso em: 07 mar. 2008.

CPFL. **Projetos de Co-geração.** Disponível em: <<http://www.cpfl.com.br>>. Acesso em: 21 jan. 2008.

CRUZ, Carlos Henrique de Brito. Ethanol R&D in Brazil. In: Workshop internacional Brasil-Japão em biocombustível, meio ambiente e novos produtos da biomassa, 5, 2007, Campinas. **Etanol, Política de Pesquisa e Desenvolvimento: Cooperação Internacional.** Campinas: Unicamp, 2007. p. 1 - 21. Disponível em:
<<http://www.cori.unicamp.br/centenario2008/evento1.htm#14>>. Acesso em: 04 mar. 2008.

DAL POZ, Maria Ester; FONSECA, Maria da Graça D.; SILVEIRA, José Maria F. J. Políticas governamentais de apoio à pesquisa genômica. In SILVEIRA, José Maria F. J; DAL POZ, Maria Ester; ASSAD, Ana Lúcia D. **Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil**. Campinas. Instituto de Economia/FINEP, 2004.

DAVIES, S. **Minimum Efficient Size and Seller Concentration**: An Empirical Problem. *The Journal of Industrial Economics*. Vol. 28, No. 3, pp. 287-301, 1980.

DEMSETZ, Harold. Industry Structure, Market Rivalry, and Public Policy. **Journal of Law and Economics**, v. 16, No. 1 (Apr., 1973), pp. 1-9.

DE NEGRI, João Alberto; SALERNO, Mario Sergio; CASTRO, Antonio Barros. Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. In DE NEGRI, João Alberto; SALERNO, Mario Sergio. **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005a.

DE NEGRI, João Alberto; FREITAS, Fernando; COSTA, Gustavo; SILVA, Alan; ALVES, Patrick. Tipologia das firmas integrantes da indústria brasileira. In DE NEGRI, João Alberto; SALERNO, Mario Sergio. **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005b.

DEWAR, Robert D., DUTTON, Jane E. The Adoption of Radical and Incremental Innovations: an Empirical Analysis. *Management Science*. Linthicum. v 32, Iss. 11;, p. 1422, 12 . 1986.

DIJK, Machiel van. **Technological change and the dynamics of industries**: theoretical issues and empirical evidence from Dutch manufacturing. Amsterdam: North-Holand Publishing Co. 2002.

DORNELLES, Francisco. Reestruturação do Programa Nacional do Alcool – PROÁLCOOL. Disponível em www.dornelles.com.br, acessado em 18 de fevereiro de 2008.

DOSI, Giovanni. Technological paradigms and technological trajectories : A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, v 11, Issue 3 , Pages 147-162. 1982.

_____. Sources, procedures, and microeconomics effects of innovation. **Journal of economic literature**, v 26, n 3. 1988.

_____. Opportunities, Incentives and the Collective Patterns of Technological Change. **Economic Journal**, v. 107, No. 444, pp. 1530-1547. 1997.

DOSI, Giovanni; ORSENIGO, Luigi. **Coordination and transformation**: an overview of structures, behaviours and change in evolutionary environments. In: Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G. e Soete, L. (eds.) *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter Publishers, 1988.

DOSI G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. **Technical Change and Economic Theory**. London: Francis Pinter and New York, Columbia University Press, 1988.

DOSI, Giovanni; TEECE, David J.; CHYTRY, Josef. **Technology, organization and competitiveness: perspectives on industrial and corporate change**. New York: Oxford University Press, 1998.

DOSI, Giovanni; MALERBA, Franco; MARSILI, Orieta; ORSENIGO, Luigi. Industrial structures and dynamics: evidence, interpretations and puzzles. **Industrial corporate change**, v 6, nº 1, 1997.

DOSI, Giovanni; FAILLO, Marco; MARENGO, Luigi. Organizational Capabilities, **Patterns of knowledge Accumulation and Governance structures in business firms: an Introduction**. Disponível em <http://cournot2.u-strasbg.fr/users/beta/papers.php>. Acesso em 20/12/2006.

DUTRA, Alberto da Silva; MONTOYA, Marco Antonio. **Tendências da estrutura de mercado a montante e a jusante da agricultura brasileira no período de 1999 a 2002**. Universidade de Passo Fundo. Texto para discussão 23/2005. Passo Fundo, 2005.

EDQUIST, Charles. Systems of Innovation – Perspectives and Challenges. In FAGERBERG, Jan; MOWERY, David; NELSON, Richard. **The Oxford Handbook of Innovation**. New York. Oxford University Press, 2005.

_____. **The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art**. Disponível em <http://www.druid.dk/conferences/nw/paper1/edquist.pdf>. Acesso em 20/12/2006.

EID, Farid; PINTO, Sandro da Silva; CHAN, Kelson. **MUDANÇAS TECNOLÓGICAS NA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA: AVANÇOS E RETROCESSOS?** RECITEC, Recife, v.2, n.1, p.36-47, 1998. Disponível em: <<http://www.fundaj.gov.br/rtec/not/not-004i.html>>. Acesso em: 14 abr. 2008.

EMBRAPA. **EMBRAPA AGROENERGIA**. Disponível em: <<http://www.cnpae.embrapa.br>>. Acesso em: 09 mar. 2008.

FAGERBERG, Jan. Innovation: a guide to the literature. In FAGERBERG, Jan; MOWERY, David; NELSON, Richard. **The Oxford Handbook of Innovation**. New York. Oxford University Press, 2005.

FERNANDES, Antonio Carlos. **Cálculos na Agroindústria da Cana-de-açúcar - 2ª Edição**. Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil. Piracicaba, 2003.

FONSECA, Maria da Graça D.; SILVEIRA, José Maria J.; ROSARIO, Francisco José P.; NEVES, Rômulo Ely. A DINÂMICA AGROINDUSTRIAL E TECNOLÓGICA DA AGROINDÚSTRIA BRASILEIRA SOB A ÓTICA DE SISTEMAS DE INOVAÇÃO: GRÃOS E CANA-DE-AÇÚCAR. In: SEGUNDO WORKSHOP INTERNACIONAL DO PROJETO BRICS, 2., 2007, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Rede Sist, 2007. p. 1 - 235. Disponível em: <<http://brics.redesist.ie.ufrj.br/semi/>>. Acesso em: 25 abr. 2007.

FOSS, N. **Edith Penrose and the Penrosians** - or, why there is still so much to learn from The Theory of the Growth of the Firm. IVS/CBS Working Papers 98-1, Department of Industrial Economics and Strategy, Copenhagen Business School. January, 1998. Disponível em: <<http://ep.lib.cbs.dk/download/ISBN/8778690196.pdf>>. Acesso em: 08/2006.

FILHO, Leonardo S. Caio. **Bioeletricidade: o que fazer para que a cogeração com biomassa acompanhe a expansão do setor sucroalcooleiro: benefícios para o país e para os investidores.** Disponível em <http://www.encontrodeenergia.com.br/>. Acessado em 23/01/2008.

FINGUERUT, Jaime. Processo Fermentativo. In: I Workshop tecnológico sobre produção de etanol, 1., 2007, Lorena. **Projeto Programa de Pesquisa em Políticas Públicas.** Lorena: Fapesp, 2007. p. 1 - 5. Disponível em: <http://www.apta.sp.gov.br/cana/ver_work.php?work_id=41>. Acesso em: 08 mar. 2008.

FREEMAN, Chris. The 'National System of Innovation' in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics.** 19: 5-24. 1993.

_____. Continental, national and sub-national innovation systems – complementarity and economic growth. **Research Policy,** 31, 2002.

FREEMAN, Chris; SOETE, Luc. **The economics of industrial innovation.** 3^{ed}. Cambridge: MIT Press, 1997.

GARCIA, Antonio Augusto Franco. Cenário Atual do Mapeamento Genético da. In: V WORKSHOP - MELHORAMENTO GENÉTICO E BIOTECNOLOGIA. 2007, Iac - Centro Citricultura. **Projeto Programa de Pesquisa em Políticas Públicas.** Cordeirópolis - Sp: Iac - Centro Citricultura, 2007. p. 1 - 11. Disponível em: <<http://www.apta.sp.gov.br/cana/>>. Acesso em: 08 mar. 2008.

GARCIA, R.; CALANTONE, R.A. A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review. **The Journal of Product Innovation Management,** v19, N. 2, p. 110-132(23). 2002.

GATINGNON, Hubert; TUSHMAN, Michael L; SMITH, Wendy; ANDERSON, Philip. **A structural approach to assessing innovation:** Construct development of innovation locus, type and characteristics. *Management Science*; 48, 9; *ABI/INFORM Global*, p. 1103, 2002.

GILBERT, Richard J. Mobility barriers and the value of incumbency. In SCHMALENSEE, R.; WILLING, R., (eds). **Handbook of industrial organization,** v. I. Amsterdam: North-Holland Publishing Co. 1989.

GUIMARÃES, M. R. N. ; BATALHA, M. O. **Desenvolvimento e novas tendências do setor sucroalcooleiro.** In: XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1997, Gramado. Anais do XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1997.

GRIFFIN, Abbie; HAUSER, John. Integrating R & D and marketing: a review and analysis of literature. **Journal of Product Innovation Management,** v 13, Issue 3, p.191, May 1996.

HAIR, Joseph F., ANDERSON, Ralph E., TATHAM, Ronald L., BLACK, William C. **Multivariate Data Analysis with Readings.** 4th Edition McMillian Publishing Company, 1995.

HARRIGAN, Kathryn R. Vertical Integration and Corporate Strategy. **The Academy of Management Journal.** Vol. 28, No. 2, pp. 397-425, 1985.

HASSUANI, Suleiman J.; LEAL, Manuel Regis L. V.; MACEDO, Isaías de C. **Biomass Power Generation: sugar cane bagasse and trash.** Piracicaba. PNUD/CTC, 2005.

ARIZONO, Hideto; MORAES, Michel; MACCHERONI, Walter; MATSUOKA, Sizuo. **Melhoramento da cana-de-açúcar na canavialis**. Disponível em: <http://www.genmelhor.ufv.br/materiais/III%20egm/melhoramentoempresaprivada.pdf>, Acessado em 15/01/2008.

IDEA/UDOP. **Participação do Capital estrangeiro no setor na safra 2006/2007**. Disponível em: <<http://www.udop.com.br/>>. Acesso em: 07 mar. 2008.

IDEANews. **R\$ 3 bi em novas usinas**. Disponível em <http://www.ideaonline.com.br/idea/default.asp?menu=10&busca=SANTAELISA&listacampo=1&nmax=5#>. Acessado em 15/03/2008.

IEL/NC; SEBRAE. **O novo ciclo da cana**: estudo sobre a competitividade do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar e prospecção de novos empreendimentos. Brasília. Instituto Evaldo Lodi e Serviço Brasileiro de Apoio as Pequenas e Médias Empresas, 2005.

INOVAÇÃO UNICAMP. **Oxitenol apresenta projeto ao BNDES para construir biorrefinaria; quer obter etanol a baixo custo para fabricar produtos químicos**. Disponível em: <<http://www.inovacao.unicamp.br/report/news-oxitenol060807.shtml>>. Acesso em: 03 nov. 2007.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Expansão Da Agroindústria sucroalcooleira: Nova Configuração Para São Paulo**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/>>. Acesso em: 08 mar. 2008.

JOAQUIM, Antonio Celso. **Identificação de Variedades de Cana em três Classes texturais de solo**. 1998. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Unicamp, Campinas, 1998. Disponível em: <http://www.apta.sp.gov.br/cana/anexos/Joaquim,_Antonio_Celso.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2008.

KANIOVSKI, Serguei; PENEDER, Michael. **On the structural dimension of competitive strategy**. Ind Corp Change vol. 11, n^o 3, pg 557-579, 2002.

KUPFER, David. **Padrões de concorrência e competitividade**. Disponível em http://www.ie.ufrj.br/gic/pdfs/1992-2_Kupfer.pdf. Acessado em 31/10/2006.

LALL, Sanjaya. A mudança tecnológica e a industrialização nas economias de industrialização recente da Ásia: conquistas e desafios. In KIM, Linsu; NELSON, Richard R. **Tecnologia, aprendizado e inovação: as experiências das economias de industrialização recente**. Campinas, SP: Editora UNICAMP, 2005.

LEE, KongRae. O aprendizado tecnológico e o ingresso de empresas usuárias de bens de capital na Coreia do Sul. In KIM, Linsu; NELSON, Richard R. **Tecnologia, aprendizado e inovação: as experiências das economias de industrialização recente**. Campinas, SP: Editora UNICAMP, 2005.

LÓPEZ, L. F. **O que está acontecendo no processo de fusões e aquisições no setor sucroalcooleiro no Brasil?** KPMG - Corporate Finance. Disponível em http://www.kpmg.com.br/revista/destaque_o_que.htm. Acessado em 04/05/2005.

LUNDVALL, B.A; JOHNSON, B.; ANDERSEN; E. S.; DALUM, B. **National systems of production, innovation and competence building**. Research Policy, 31 (2), 2002.

MALERBA, Franco. **Sectoral systems of innovation and production**. Research Policy, vol 31, nº 2. 2002.

_____. Sectoral systems and innovation and technology policy. **Revista Brasileira de Inovação**, v 2, nº 2. 2003.

_____. Sectoral Systems: how and why innovation differs across sectors. In FAGERBERG , Jan; MOWERY, David; NELSON, Richard. **The Oxford Handbook of Innovation**. New York. Oxford University Press, 2005.

_____. SECTORAL SYSTEMS OF INNOVATION AND PRODUCTION: CONCEPTS, ANALYTICAL FRAMEWORK AND EMPIRICAL EVIDENCE. Disponível em < <http://fp.tm.tue.nl/ecis/papers/plmalerb.pdf>>. Acesso em: 28/12/2006.

MALERBA, Franco. Schumpeterian patterns of innovation and technological regimes. In: HANUSCH, Horst; PYKA, Andreas. **Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics**. Cheltenham, Uk: Edward Elgar, 2007. Cap. 22, p. 344-359.

MALERBA, Franco; ORSENIGO, Luigi. **Technological regimes and firm behavior. Industrial corporate change**. 1993, v. 2, nº 1, pgs. 45-71. 1993.

_____. **Schumpeterian patterns of innovation. Cambridge Journal of Economics**, v 19: 47-65. 1995.

_____. **The dynamics and evolution of industries. Industrial corporate change**. Vol 5, nº 1, 1996.

_____. **Technological Regimes and Sectoral Patterns of Innovative Activities. Industrial and Corporate Change**, v 6: 83-118; 1997.

MAGALHÃES, Monica. **Crystalsev investe em destilaria em El Salvador**. Disponível em http://www.canaweb.com.br/conteudo/noticia.asp?id_materia=14571. Acessado em 20/10/2007.

MANSO, Ursula Alonso. A corrida estrangeira pelo álcool. **Anuário Exame: Agronegócio**, São Paulo, p.32-34, 16 jun. 2007.

MARSHALL, Alfred. **Princípios de economia**: Tratado introdutório. São Paulo: Abril Cultural, 1982, vol I, cap I a XIII.

MARSILI, Orietta; VERSPAGEN, Bart. **Technology and dynamics of industrial structures: an empirical mapping of Dutch manufacturing**. Industrial and Corporate Change, volume 11, number 4, p. 791- 815, 2002.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Anexo III da Resolução no 1 da CIMGC

Zillo Lorenzetti projeto de cogeração com bagaço. Disponível em http://www.mct.gov.br/upd_blob/0008/8983.pdf. Acesso em 06/03/2008.

MORAES, M.A.F.D. **A desregulamentação do setor sucroalcooleiro no Brasil**. Americana e Piracicaba. Caminho Editorial e CEPEA/ESALQ/USP, 2000.

NELSON, Richard R.. Por que as empresas diferem e qual é a importância disso? In: NELSON, Richard R.. **As fontes do crescimento econômico**. Campinas: Editora Unicamp, 2006a. Cap. 4, p. 165-194.

_____. Schumpeter e as pesquisas contemporâneas sobre a economia da inovação. In: NELSON, Richard R.. **As fontes do crescimento econômico**. Campinas: Editora Unicamp, 2006b. Cap. 4, p. 165-194.

_____. As pesquisas sobre o crescimento da produtividade e suas diferenças: os becos sem saída e as novas perspectivas. IN NELSON, Richard. **As fontes do crescimento econômico**. Campinas, SP: Editora UNICAMP, 2006a.

NELSON, Richard.; WINTER, Sidney. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge, Mass: Havard University Press, 1982.

PAVITT, Keith. 'Key Characteristics of Large Innovating Firms. In DODGSON, Marc; ROTHWELL, Roy (eds.). **The Handbook of Industrial Innovation**. Aldershot: Edward Elgar. 1994.

PASIN, R. M./NEVES, M. F. (2001): Fusões, Aquisições e Internacionalização : O Caso da Agroindústria Sucro-Alcooleira. Disponível em http://www.uol.com.br/cultvox/novos_artigos/fusoes_aquisicoes.pdf. Acessado em 05/04/2005.

PEDRO, E. da S. **Gestão tecnológica: um estudo de caso no setor sucro-alcooleiro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

PENEDER, Michael. Sectoral taxonomies: identifying competitive regimes by statistical regimes by statistical cluster analysis. In: HANUSCH, Horst; PYKA, Andreas. **Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics**. Cheltenham, Uk: Edward Elgar, 2007. Cap. 32, p. 525 - 543.

PENROSE, Edith. **A teoria do crescimento da firma**. Traduzido da edição de 1995. Campinas, SP. Editora Unicamp, 2006.

PEREIRA, Mário Veiga F.. Geração com a cana: sinergias com o sistema instalado. In: BIOELETRICIDADE: A SEGUNDA REVOLUÇÃO ENERGÉTICA DA CANA DE AÇÚCAR, 1., 2005, Rio de Janeiro. **Simpósio**. Rio de Janeiro: Bndes, 2005. p. 1 - 32. CD-ROM.

PEROZZI, MARIANA. **O dobro de álcool na mesma área plantada**. Inovação Uniemp v.3 n.2 Campinas, SP. mar./abr. 2007.

PISCITELLO, Lucia. Corporate diversification, coherence and economic performance. **Industrial And Corporate Change**, Netherlands, v. 13, n. 5, p.757-787, 2004.

PMGCA. **Censo Varietal.** Disponível em: <<http://pmgca.dbv.cca.ufscar.br/html/catal/censovar.php>>. Acesso em: 08 mar. 2008.

PORTER, M. E. The structure within industries and companies' performance. **The Review of Economics and Statistics**, v. 61, n. 2, p. 214-227, may 1979.

POSSAS, Mario L. **Estruturas de Mercado em oligopólio.** São Paulo. HUCITEC, 1985.

_____. **Em direção a um paradigma microdinâmico: a abordagem neo-schumpeteriana.** In: Amadeo, E. (org.). *Ensaio sobre Economia Política Moderna: teoria e história do pensamento econômico.* São Paulo. Marco Zero, 1989.

PROCANA. Fomentar. Inventar. Inovar. Desafio em três tempos. Disponível em: <http://www.procana.com.br/conteudo/noticia.asp?id_materia=23784>. Acesso em: 15 set. 2006.

PROCANA. Vários artigos. Disponível em <http://www.canaweb.com.br/>. Acessado em 15/03/2008.

RAHMEYER, Fritz. From a routine-based to a knowledge-based view: towards an evolutionary theory of the firm. In: HANUSCH, Horst; PYKA, Andreas. **Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics.** Cheltenham, UK: Edward Elgar, 2007. Cap. 10, p. 159-181.

RAMOS, Pedro. **Heterogeneidade e integração produtiva na evolução recente da agroindústria canavieira do centro-sul.** In MORAES, Marcia Azanha F. D.; SHIKIDA, Pery Francisco A. *Agroindústria Canavieira no Brasil.* São Paulo. Ed. Atlas, 2002.

REZENDE, Sergio. Uma Agenda de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Apoio à Estratégia Brasileira para o Bioetanol. In: Fórum Nordeste 2007, 1, 2007, Recife. **SLIDES.** Recife: Greenfield, 2007. p. 1 - 27.

REVISTA ÉPOCA. Eis o sabor do sucesso. Edição 7, Set. de 2007.

ROCHA, Frederico; IOOTTY; Mariana; FERRAZ, João Carlos. **Desempenho das Fusões e Aquisições na Indústria Brasileira na Década de 90: a Ótica das Empresas Adquiridas.** Disponível em http://www.ie.ufrj.br/revista/pdfs/desempenho_das_fusoes_e_aquisicoes_na_industria_brasileira_na_decada_de_90_a_otica_das_empresas_adquiridas.pdf. Acessado em 10/05/2006.

ROSÁRIO, F. J. P. ; CRUZ, Nicholas J. T. . **Inovação e eficiência produtiva na agroindústria sucro-alcooleira do Brasil.** In: ENEGEP, 2006, Fortaleza. ANAIS XXVI ENEGEP.

ROTHWELL, R. Towards the Fifth-generation Innovation Process. **International Marketing Review**, v. 11 No. 1. 1994.

ROTHWELL, Roy. Industrial Innovation: Success, Strategy, Trends. In DODGSON, Marc; ROTHWELL, Roy (eds.). **The Handbook of Industrial Innovation.** Aldershot: Edward Elgar. 1994.

ROSENBERG, N., *Exploring the Black Box: Technology, economics and history,* Cambridge University Press, Cambridge, U.K. 1994.

_____. On Technological Expectations. *Economic Journal*, lume 86, Issue 343, sept. 1976, 523-535. <http://www.compilerpress.atfreeweb.com>

ROSILLO-CALLE, Frank; CORTEZ, Luis A. B. Towards ProAlcool II — a review of the Brazilian bioethanol programme. **Biomass and Bioenergy**, v14, Issue 2, 23 March 1998, p.115-124.

ROSSELL, Carlos Eduardo Vaz. **Tecnologias de conversão de biomassa em etanol, hidrólise de celulose**. CAMPINAS. CGEE/NIPE – UNICAMP, 2007.

RIDESA. **Relatório Técnico de Safra 2005/06**. Rio Largo. PMGCA, 2006.

SANTOS, Luis Octávio. **A geração de energia elétrica no setor sucroalcooleiro:: SINCOGER 2007**. Disponível em: <<http://www.simtec.com.br>>. Acesso em: 08 mar. 2008.

SBICCA, Adriana; PELAEZ, Victor. Sistemas de inovação. In PELAEZ, Victor; SZMRECSÁNYI (orgs.) **Economia da inovação tecnológica**. Campinas,SP: HUCITEC, 2006.

SCARAMUZZO, Monica. Usinas vão disputar o Mercado de distribuição de álcool nos postos. **Valor Econômico**, São Paulo, Caderno de Agronegócios, p. 01, set 2007a.

_____. Brasil deixa de ser o mais competitivo na produção de açúcar. **Valor Econômico**, São Paulo, Caderno Agronegócios, p. 2. 23 out. 2007b.

_____. Novo recorde de fusões e aquisições entre usinas. **Valor Econômico**, São Paulo, Caderno Agronegócios, p. 2. 23 out. 2008.

SCHERER, F.M. Professor Sutton's technology and market structure". *The Journal of Industrial Economics*, v. 48, N° 2, pp. 215-223. 2000.

SCHERER, F., ROSS, D. **Industrial Market Structure and Economic Performance**. 3a ed. Boston: Houghton Mifflin, 1990.

SCHUMPETER, Joseph. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. 1º edição brasileira. Rio de Janeiro. Editora Fundo de Cultura. 1961.

_____. **A teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1985.

SCHMALENSEE, R. Inter-industry studies of structure and performance. In SCHMALENSEE, R.; WILLING, R., (eds). **Handbook of industrial organization**, v. II. Amsterdam: North-Holland Publishing Co. 1989.

SCHMOOKLER, J. Economic sources of inventive activity', in N. Rosenberg (ed.). **The Economics of Technological Change**. Harmondsworth: Penguin Books. 1973.

SHIKIDA, P. F. A. **A evolução diferenciada da agroindústria canavieira no Brasil de 1975 a 1995**. 1. ed. Cascavel: Edunioeste, 1998.

SHIKIDA, P. F. A., BACHA, C. J. C. **Modernização da Agroindústria Canavieira no Brasil e as Estratégias Tecnológicas das Firmas**. In: Anais do 36o Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Poços de Caldas, SOBER, p. 235-254, 1998.

SHIKIDA, P.F.; NEVES, M.F. & REZENDE, R.A.. **Notas sobre a dinâmica tecnológica e agroindústria canavieira no Brasil**. In: MORAES, M.A.F.D. & SHIKIDA, P.F.A. (Org.) Agroindústria canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios. São Paulo. Atlas, 2002.

SIMÕES, Janaína. **Linhas de pesquisa vão de variedades a processo industrial; cana transgênica também é estudada, embora proibida**. Disponível em <http://www.inovacao.unicamp.br/etanol/report/news-ctc2.php> > Capturado em: 27/10/2007.

SIMON, Herbert A. **The Science of the Artificial**. 3 ed. Massachusetts: MIT Press, 1996.

SILVERMAN, Brian S., **Technological Resources and the Direction of Corporate Diversification: Toward an Integration of the Resource-Based View and Transaction Cost Economics**. HBS Working Paper No. 99-019, 1998.

SILVESTRIN, Carlos R. Inserção da Bioeletricidade na Matriz Energética. In: **Bioeletricidade: a segunda revolução energética da cana-de-açúcar**. 2002, Rio de Janeiro. Material de Apresentação. Rio de Janeiro: Inee, 2005. p. 0 - 1. CD-ROM.

SOUZA, Zilmar José De; AZEVEDO, Paulo Furquim De. Protocolo de Kyoto e co-geração no meio rural: configuração institucional e organizacional e perspectivas. in: congresso internacional sobre geração distribuída e energia no meio rural, 6., 2006, Campinas. **BIOCOMBUSTÍVEIS: uma oportunidade para o Brasil e para o mundo**. Campinas: Feagri/unicamp, 2006. p. 1 - 10. Disponível em: <<http://paginas.agr.unicamp.br/energia/>>. Acesso em: 08 mar. 2008.

STAB - LESTE. **Brasil emerge como uma das maiores potências energéticas do planeta**. Disponível em:<<http://www.stableste.org.br/noticias/Index.asp?vCod=450&vEditoria=Not%C3%ADcias>>. Acesso em: 09 maio 2008.

STEINDL, Josef. **Maturidade e Estagnação no Capitalismo Americano**. São Paulo. Abril Cultural, 1983.

SUTTON, John. **Technology and market structure**. European Economic Review. V 40, pgs. 511-530, 1996.

SYLOS-LABINI, P. S..**Oligopólio e Progresso Técnico**. Rio de Janeiro: Ed. Forense Universitária, 1984.

SZMRECSANYI, Tamás; MOREIRA, Eduardo Pestana. O desenvolvimento da agroindústria canavieira do Brasil desde a Segunda Guerra Mundial. **Estud. av.**, São Paulo, v. 5, n. 11, 1991. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141991000100006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 29 June 2007. doi: 10.1590/S0103-40141991000100006.

SZMRECSARYI, Tamás. **Contribuições de Edith Penrose as teorias do progresso técnico na concorrência oligopolista**. Revista de economia política. Vol 21, nº 1, pgs. 167 – 172, 2001.

TEECE, David. Economies of scope and the scope of the enterprise. In FOSS, Nicolai J. (ed.) **Resources firms and strategies: a reader in the resource-based perspective**. Oxford. Oxford University Press, 1997.

TEECE, David J. Profiting from technological innovation: implication for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, n. 15, p. 285-305, 1986.

_____. Firm organization, industrial structure, and technological innovation. **Journal of Economic Behavior and Organization**, v31, N. 2, p. 193-224, 1996.

TEECE, David J.; RUMELT, Richard.; DOSI, Giovanni; WINTER, Sidney. Understanding Corporate Coherence: Theory and Evidence. **Journal of Economic Behavior and Organization**, 23:1. 1994.

TETTI, Laura M. R. **Protocolo de Kyoto: oportunidades para o Brasil com base em seu setor sucroalcooleiro, um pouco da histórica questão “mudanças climáticas e efeito estufa**. In MORAES, Marcia Azanha F. D.; SHIKIDA, Pery Francisco A. *Agroindústria Canavieira no Brasil*. São Paulo. Ed. Atlas, 2002.

UNICA. **Perspectiva para o setor sucroalcooleiro no Brasil**. Disponível em: <http://www.portalunica.com.br/portalunica/files/referencia_palestraseapresentacoes_apresentacoes-65-Arquivo.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2008.

VALVANO, Stefano; VANNONI, Davide. Diversification Strategies and Corporate Coherence Evidence from Italian Leading Firms. **Review Of Industrial Organization**, Netherlands, v. 23, n. 1, p.25-41, 30 out. 2004.

VIAN, A.C.F. **Inércia e mudança institucional: estratégias competitivas do complexo canavieiro no Centro-Sul do Brasil**. 289p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

VIAN, Carlos Eduardo de Freitas. UMA DISCUSSÃO DA “VISÃO” SCHUMPETERIANA SOBRE O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E A “EVOLUÇÃO” DO CAPITALISMO. **Revista Gepec On-line**, Cascavel, v. 11, n. 1, p.1-9, 01 jun. 2007. Disponível em: <<http://200.201.8.27/index.php/gepec/article/view/1090>>. Acesso em: 27 maio 2008.

VON TUNZELMANN, Nick; ACHA, Virginia. **Innovation in “low-tech” industries**. In FAGERBERG, Jan; MOWERY, David C.; NELSON, Richard R. *The Oxford Handbook of Innovation*. New York. Oxford University Press, 2005.

WEISS, Leonard W. Factors in Changing Concentration. **The Review of Economics and Statistics**. Vol. 45, No. 1, pp. 70-77, 1963.

WILLIAMSON, Oliver E. The governance of contractual relations. In PUTTERMAN, Louis; KROSZNER, Randall S. **The economic nature of the firm: a reader**. 2nd ed. Cambridge. Cambridge University Press, 1996.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)