



XII Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica - ALTEC 2007

Mudanças nos padrões competitivos da indústria de açúcar e álcool no Brasil: implicações dinâmicas frente aos desafios globais e mudanças tecnológicas

Fonseca, Maria da Graça
Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil
derengow@ie.ufrj.br

Rosário, Francisco José
Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro y Escola Superior de
Administração, Marketing e Comunicação de Alagoas – ESAMC - Brasil
chicorosario@gmail.com

Resumo

Este artigo tem como objetivo apresentar um estudo sobre as modificações na estrutura industrial da agroindústria sucroalcooleira no Brasil. Utilizando o marco analítico do sistema setorial de inovações (SSI), foi descrito como os fatores estáticos da estrutura de mercado são utilizados para definir o padrão competitivo desta agroindústria. A partir dessa análise estrutural estática, foram analisados seus elementos dinâmicos, como o progresso técnico, as inovações e as instituições que lhe dão suporte. Como resultado, foi observado que a dinâmica setorial foi induzida basicamente pelas inovações introduzidas com o PROÁLCOOL, mas com a desregulamentação dessa indústria na década de 1990 e a conseqüente introdução de um regime de mercado, o setor reestruturou suas instituições e o padrão de inovações e melhorias incorridos desencadeou um novo tipo de dinâmica competitiva setorial.

1 – Introdução

A agroindústria canavieira no Brasil desde seus primórdios foi subordinada ao estado. A época de sua fundação, no século XVI, a economia brasileira dela dependia como praticamente a única atividade econômica organizada do país. O controle estatal perdurou durante 400 anos, até a década de 90 do século passado.

No século passado vários programas e instituições foram criadas com o objetivo de planejar o funcionamento desta agroindústria. O primeiro, e decisivo, foi o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) criado em 1933. Em 1975, a criação do Programa Nacional do Alcool (PROÁLCOOL) mudou definitivamente os rumos da agroindústria até a desestatização e desregulamentação, ocorrida em 1990, quando ambos foram extintos. A partir daí, ocorrem mudanças significativas na economia canavieira.

O presente artigo descreve essas alterações, analisando a agroindústria canavieira como um sistema setorial de inovações (SSI). Essa abordagem analítica explica o processo de dinâmica industrial setorial, imputando-lhe, a partir de um padrão de concorrência vigente na indústria, elementos explicativos para o desenvolvimento endógeno de inovações. O trabalho divide-se em quatro capítulos, além da introdução.

Na segunda parte é feita uma revisão da literatura sobre a constituição de um SSI, baseada nos estudos sobre sistemas de inovações, como base em Malerba (2002,2003). Esta abordagem permite descrever e analisar as interações entre agentes (organizações, grupos e firmas) e as instituições de forma dinâmica, destacando os principais atores em seu processo de desenvolvimento econômico e tecnológico. A terceira parte do trabalho analisa o sistema setorial sucroalcooleiro a partir das interações entre a produção e as inovação, confrontado dados quantitativos e aspectos institucionais. Na quarta parte são apresentadas conclusões. O universo da análise inclui o conjunto de agentes econômicos agroindústrias, empresas e organizações de apoio e de interesse setorial.

Na obtenção dos dados foram realizadas entrevistas com representantes de grupos econômicos e usinas independentes, organizações de pesquisa e associações de interesse privado. Além disso, o artigo reuniu dados de fontes secundárias para a descrição produtiva e das tecnologias, utilizou artigos e relatórios de pesquisas e históricos para estabelecer as relações inter-organizacionais. Como fonte mais importantes de dados foram utilizados dados do INFOSUCRO (www.infosucro.ie.ufrj.br)

2 - Sistema de Produção e Inovações: conceitos e marco analítico.

A abordagem de sistemas setoriais de inovação (SSI) reconhece o processo de inovação como sistêmico e histórico. Esse trabalho argumenta que esses fatores são importantes para se entender o surgimento de ligações regionais, nacionais e internacionais do processo de inovação setorial, que devem ser tratados de forma explícita. Além disso, esses elementos implicam em claras similaridades com todas as abordagens que tratam a inovação de forma sistêmica, mas para o caso do SSI é focalizado um setor específico como objeto de análise, para o caso desse trabalho será analisado o setor agroindustrial sucroalcooleiro.

Segundo Malerba (2003), um sistema setorial de inovação (SSI) é composto por um conjunto de agentes econômicos individuais e organizações envolvidos tanto na atividade produtiva, quanto na geração e difusão de inovações, a partir de uma determinada base tecnológica e sob condições de um ambiente institucional desse setor (MALERBA, 2002; 2003). A abordagem de SSI permite analisar o processo de mudanças estruturais em setores industriais específicos, a partir dos elementos constitutivos de seu padrão competitivo ao mesmo tempo que fornece elementos explicativos para o desenvolvimento endógeno de inovações. Diante disso desdobram-se duas vertentes explicativas, uma primeira refere-se aos elementos associados ao padrão de concorrência, identificando os agentes competitivos e suas relações técnico-produtivas, dentro de um marco estático. Uma segunda vertente explica a dinâmica da

mudança tecnológica ao nível do setor industrial relacionando-a aos processos de aprendizado e evolução do conhecimento, ao mesmo tempo em que expõe as interações dinâmicas entre os agentes inovadores. Esta segunda vertente também destaca o papel das instituições, mostrando como estas podem acelerar ou retardar os processos de mudança e inovadoras. As duas vertentes explicativas permitem combinar de forma extremamente dinâmica e maleável, os blocos constitutivos dos processos de concorrência e de inovação como, *building blocks* (HOLLAND,1995; MALERBA,2002). Os elementos deste blocos são a seguir analisados.

O **conhecimento setorial e os processos de aprendizado** da indústria são fundamentais para explicar as diferenças entre as firmas. Uma vez que as idiosincrasias do processo de aprendizado e da geração de conhecimento na firma fazem emergir diferentes habilidades e competências nas empresas de um mesmo setor. Assim, é a base de conhecimento e as tecnologias utilizadas na indústria que implicam nas diferenças inter-setoriais que são observadas na literatura de cunho evolucionista (MALERBA, 1992; LEVIN, et. al. 1993). O grau de *acessibilidade* ao conhecimento desenvolve para as empresas de uma indústria *oportunidades tecnológicas* distintas, dependendo a capacidade de *acumular* os conhecimentos prévios necessários para o desenvolvimento de inovações, por parte dessas empresas. Assim Malerba (2002) afirma que o conhecimento possui três dimensões que são relevantes na explicação das atividades inovativas de um setor específico: a) oportunidades; b) acessibilidade e c) cumulatividade.

Essas três dimensões podem estar relacionadas aos diferentes padrões competitivos e dão margem, também, a diferentes regimes de aprendizado tecnológico, diferentes entre os setores. Um regime tecnológico é composto por distintas condições de oportunidades tecnológicas e apropriabilidade, diferentes graus de cumulatividade e de características da tecnologia. Portanto, o regime tecnológico setorial implica em um tipo de padrão de inovação tecnológico.

Para Malerba (1997), os regimes tecnológicos variam em dois tipos de acordo as oportunidades tecnológicas encontradas. Um tipo é o regime empreendedor, onde as firmas são pequenas, a indústria apresenta baixa concentração e baixas barreiras à entrada, mas com pouca difusão de conhecimento e grandes oportunidades tecnológicas. Por outro lado, o regime consolidado se apresenta típico de oligopólios com maior volume de inovações e altas barreiras à entrada.

O primeiro bloco em construção – ou *building block*- explora as complementaridades existentes entre tecnologias, produtos, serviços e conhecimento - e sua demanda através da análise dos padrões competitivos. A complementaridade não se manifesta, ocorre de forma automática a partir de relações entre agentes privados ou organizacionais, e em grande medida é influenciada pelas condições de demanda do setor. Essa ligação entre demanda e tecnologia, na indústria, afeta o padrão de concorrência vigente e a organização da produção na indústria, bem como o desempenho da firma, a taxa e a direção da mudança tecnológica, e as redes entre os agentes de um mesmo setor (MALERBA, 2002).

O outro bloco é formado pela interação entre os agentes privados – basicamente as firmas ou grupos empresariais - e as organizações não-empresariais envolvidas no funcionamento do setor, sendo algumas delas importantes fontes de inovações setoriais. Além das firmas estão incluídos: a) os usuários/clientes e os fornecedores das firmas; b) as organizações não-empresariais, associações de classe, sindicatos, universidades, centros de pesquisa, agências governamentais, instituições financiadoras e autoridades locais; c) sub-unidades de empresas,

como departamentos de P&D; d) indivíduos, consultores, técnicos especializados, pesquisadores (MALERBA, 2002).

As interações entre os agentes acontecem em regime de mercado ou fora do mercado. No primeiro caso, os agentes são regidos por relações de troca, concorrência e hierarquia. No segundo caso, a interação é explicada por modelos de cooperação formal e informal entre as firmas e outros agentes, sejam eles mercantis ou não mercantis, resultando em colusões tácitas ou em cartéis, formas híbridas de governança, cooperação para P&D e redes de empresas, com objetivo de integrar complementaridades em conhecimento, capacitações e especialização. Os elementos diferenciadores das interações entre os agentes/organizações em um setor, determinam as complementaridades dinâmicas e a estrutura setorial vigente (MALERBA, 2002).

As instituições “são as regras do jogo” (North,1990), regras de comportamento, convenções, práticas estabelecidas, leis, padrões, além de todos os elementos que moldam as condutas dos agentes que mantêm interações competitivas e inovadoras. As instituições definem o *design* das formas possíveis de interação entre os agentes dentro de um sistema setorial de inovações. Observe-se que um sistema setorial apresenta diferentes níveis institucionais, e apesar de que certas instituições manifestem-se num contexto específico, elas estão submetidas às instituições nacionais. Além disso, a emergência setorial de novas instituições refletem a importância de uma indústria ou um setor na economia do país ou de uma região.

Finalmente, **o processo de seleção e geração de novos tipos de agentes** define o tipo de dinâmica que está ocorrendo em um setor industrial. O processo de criação de variedades está ligado a novos produtos, tecnologias, firmas, instituições e comportamentos estratégicos (MALERBA, 2002; METCALFE; FONSECA; RAMLOGAM, 2004; FONSECA, 2001). Esse processo reflete as condições de entrada, oportunidades tecnológicas, padrão de inovação, dentre outros, vigentes na indústria e com vários níveis de interações e resultados. Novas instituições e organizações como agências reguladoras, de pesquisa, universidades e campos de pesquisa estão associados com o surgimento de novas tecnologias e conhecimentos. Por outro lado, o *processo de seleção dos agentes* implica na redução da heterogeneidade setorial, na medida em que ocorre a consolidação de estruturas de mercado com a criação de instituições mais formais e um padrão de demanda e estratégia mais previsível.

Ao analisar um sistema de inovações, a questão das inovações é fundamental. Dado que em um regime de mercado a inovação representa a principal arma competitiva das empresas, o processo de mudança nos elementos do sistema está intrinsecamente ligado com a sua transformação e a sua evolução. Neste sentido, a verdadeira dinâmica setorial é observada a partir das mudanças nos padrões competitivos, em função de mudanças inovadoras ou nos regimes de apropriação (MALERBA, 2002).

3 - Agroindústria Sucroalcooleira e o Sistema Setorial de Inovação

3.1 - A Produção, Produtos e Tecnologia

O sistema de produção agroindustrial sucroalcooleiro tem como três principais produtos o açúcar, álcool e a energia elétrica. Esse conjunto de produtos garante diversificação que permite as firmas consolidar economias de escopo. 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 recente, 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, 177 grupos econômicos canavieiros, detentores de mais de uma usina, moeram 337 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, uma média de 1,9 milhão de toneladas por grupo, e produziram 25,8 milhões de toneladas de açúcar, representando 20% da produção mundial (FONSECA, et. al, 2007).

O processo de produção de açúcar consiste na extração do caldo da cana-de-açúcar cozido e posterior branqueamento e cristalização dentro de uma usina integrada, uma vez que as refinarias, exclusivamente de açúcar, não são mais comuns no Brasil. Os tipos de açúcar produzidos são: açúcar refinado; açúcar cristal; glicose; xarope invertido; açúcar líquido; açúcar orgânico. O processo de produção de álcool consiste no resultado da fermentação do caldo de cana a partir de levedos industriais, submetido a posterior destilação. Através deste processo são produzidos três tipos de álcool: o álcool neutro, usado nas indústrias de bebidas, 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%¹.

Da cana-de-açúcar obtém-se incontável número de outros produtos, de fermento 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 xantana², butanol e acetona, já no início de produção em empresas do interior de São Paulo.

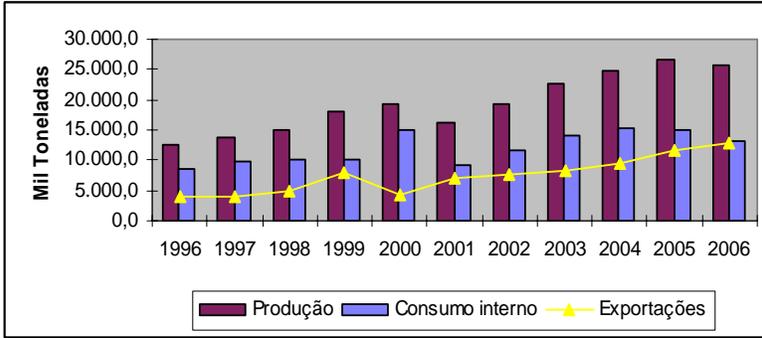
A demanda por açúcar e álcool produzidos no Brasil possui características diferentes. Enquanto a demanda por açúcar é consolidada tanto internamente como no mercado internacional, o álcool ainda não se consolidou como uma *commodity*. Por outro lado, no mercado interno, o álcool é um dos principais combustíveis da frota brasileira desde 1975.

Além disso, embora a produção e as exportações de açúcar venham aumentando expressivamente desde meados da década de 90, o consumo interno mantém-se estável (Gráfico 1). Segundo a CONAB (2006), a safra brasileira de cana-de-açúcar atinge 475 milhões de toneladas, das quais 86% serão produzidas no Centro-Sul. A atual safra apresenta um crescimento de 10,3% em relação a safra anterior, e isso se deve ao aumento da demanda de álcool e de açúcar. Já as exportações de açúcar seguem em crescimento expressivo, sustentado pelo aumento do consumo internacional e por uma taxa de câmbio ainda vantajosa para o produtor (Gráfico 2).

Gráfico 1 - Produção, Exportações e Consumo de Açúcar (mil/tons)

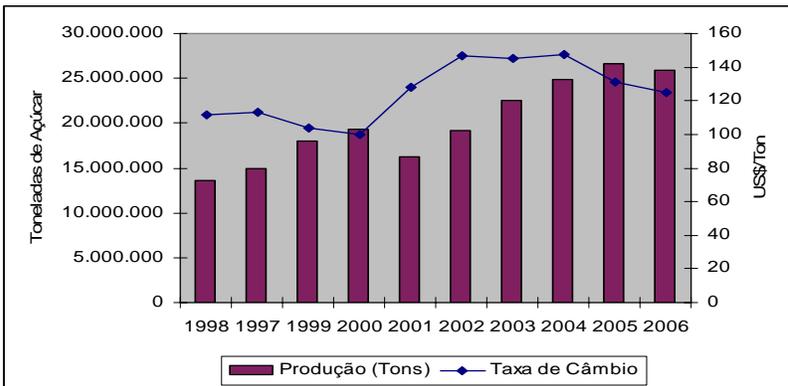
¹No Brasil, ensaiou-se o surgimento de uma indústria alcooolquímica, para a produção de derivados de álcool: os desidratados (etilenos) e os desidrogenados (acetaldeídos). Entretanto, essa indústria ainda é incipiente e pouco representativa.

²A 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.



Fonte: INFOSUCRO, 2007.

Gráfico 2 – Relação produção de açúcar e taxa de câmbio.

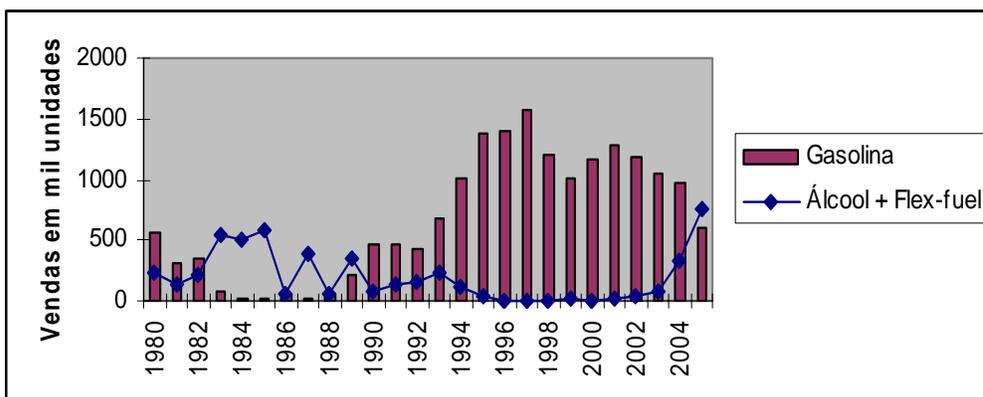


Fonte: INFOSUCRO, 2007.

O álcool, tem o crescimento da demanda pautado basicamente na introdução dos automóveis flex-fuel, no mercado nacional desde 2003 (Gráfico 3). Soma-se a isso o interesse internacional pelo produto, causando um aumento de 4.000% nos valores exportados em dólares (Gráfico 4).

Por esse motivo, os investimentos estrangeiros no setor sucroalcooleiro no Brasil devem alcançar cerca de US\$ 9 bilhões nos próximos anos. 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).

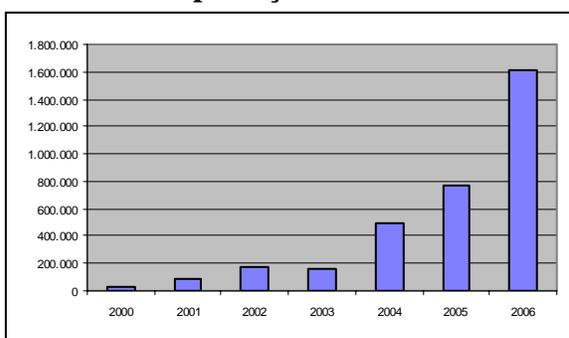
Gráfico 3 – Vendas de Veículos à Álcool e Gasolina em Unidades (1980 – 2005).



FONTE: INFOSUCRO com base em IPEADATA

A eficiência produtiva da agroindústria de cana-de-açúcar, que tem sustentado o crescimento da oferta e o aumento da competitividade, é herança direta do período de intervenção governamental, em particular do Proálcool e do sistema de produção. Portanto, 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).

Gráfico 4 – Exportações Brasileiras de Álcool (US\$ mil/FOB)

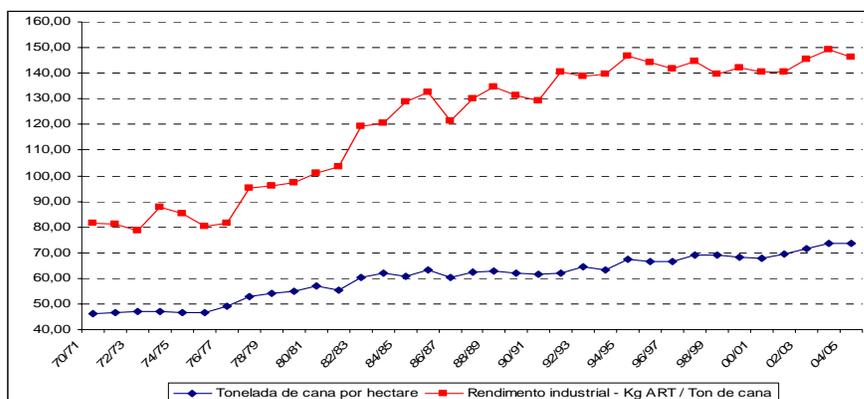


FONTE: INFOSUCRO, 2007.

Os ganhos de produtividade da agroindústria sucroalcooleira são expressivos e podem ser explicados pela eficiência da produção de cana-de-açúcar, incluindo o sistema logístico da agroindústria. Além disso, embora a maior parte das usinas opere com padrões de eficiência padrão, os ganhos de produtividade mais destacados decorrem de inovações e melhorias desenvolvidas a partir da pesquisa agrícola e nos processos industriais de extração e fermentação do caldo (SHIKIDA, et. al., 2002; ROSÁRIO; CRUZ, 2006).

O gráfico 5 mostra a evolução dos ganhos de produtividade agrícola e a produtividade agroindustrial. Observa-se que embora o ART refira-se ao aproveitamento produtivo da cana através do processamento industrial, ele não é um indicador exclusivo de ganho industrial, uma vez que expressa de forma indissociável os ganhos de produtividade obtidos na fase agrícola, ganhos esses que são responsáveis pelo aumento da eficiência da conversão de energia ambiental sintetizada pela gramínea em energia química. Neste sentido, o aumento do ART depende não só da eficiência da planta industrial, mas também das condições de solo, clima, insolação, eficiência da colheita, do transporte da cana até a usina e principalmente do tipo de cultivar existente nos campos da usina (FONSECA, et. al., 2007).

Gráfico 5 – Indicadores de Produtividade Agrícola e Industrial em ART*



Fonte: INFOSUCRO- Informações Estatísticas citado de (FONSECA, et. al., 2007). *ART = açúcares recuperados totais por tonelada de cana moída.

Por outro lado, novas tecnologias industriais estão aumentando a produtividade como os difusores para a extração do caldo, cujo aumento na capacidade de extração do caldo total da cana, aumentou de 95% para 98%. Soma-se a isso o aumento da eficiência da fermentação do caldo para a destilação do álcool, com a modificação genética de leveduras que implica no aumento da tolerância da levedura ao etanol, que no futuro poderá reduzir custos no uso de novas quantidades de leveduras como insumo, aumentando assim a produtividade. Enfim, os ganhos de produtividade advindos da introdução e desenvolvimento de melhorias tecnológicas, aumentado o ritmo de investimento poderá garantir ao Brasil no futuro, participação expressiva no mercado internacional de açúcar e álcool.

Tabela 1 – Evolução dos índices de concentração da agroindústria sucroalcooleira.

	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.

Diante desse cenário do sistema de produção observa-se mudanças na estrutura industrial do setor. Se de um lado, os índices de concentração continuam indicando uma indústria desconcentrada (Tabela 1), por outro lado, a entrada de novas empresas e o surgimento de novas organizações produtivas, como fundos de investimentos especializados em agroenergia e empresas produtoras de açúcar e álcool com ações cotadas na Bolsa de Valores de São Paulo – BOVESPA, sugere que essa indústria ainda está se consolidando e as mudanças estão ao nível da entrada de novas empresas nacionais e estrangeiras, principalmente ligadas à produção de álcool, pois, até 2012 cerca de 89 novas plantas serão construídas no Brasil, com desembolsos de US\$ 15 bilhões (BOUÇAS, 2007).

Outro fato é o movimento de fusões e aquisições que vem ocorrendo no setor desde meados da década de 1990. Mas, as transações de fusão e aquisição no setor sucroalcooleiro ainda são poucas, uma vez que o processo de decisão das empresas familiares (boa parte das usinas) é mais lento, pois envolve muitos acionistas e há disputas internas. Outro fator é que muitos vendedores querem permanecer no controle do negócio e os compradores, em sua grande

maioria, querem ser majoritários. Extremamente pulverizado, o setor sucroalcooleiro está passando por um processo de concentração nos últimos anos. Os 16 principais grupos de açúcar e álcool do Brasil processam juntos cerca de 138 milhões de toneladas de cana (MAGALHÃES, 2007b).

Enfim, na análise sistema produtivo nota-se que o padrão de concorrência setorial está baseado em ganhos de produtividade e de aumentos na escala de produção, ambos esforços voltados para atender ao substancial aumento de demanda por seus produtos, tanto no contexto do mercado interno como do mercado internacional.

3.2 – Agroindústria Sucroalcooleira: Reestruturação das Políticas e Instituições

Nos últimos 10 anos a agroindústria canavieira no Brasil tem sofrido um processo de reestruturação causado por dois motivos fundamentais: o fim da intervenção estatal na indústria e; o aumento da demanda de seus dois produtos principais, em especial o álcool.

A fase intervencionista iniciou-se com o Instituto do Açúcar e do Alcool – IAA, que surgiu em 1933 para mediar os conflitos de interesse entre o Sudeste e o Nordeste, coordenando relações de troca e conflitos entre produtores de cana e usineiros e para resolver os problemas de superprodução. Os mecanismos de intervenção adotados no passado foram a fixação do preço da cana ao produtor e estabelecimento do frete, do açúcar e do álcool, mantendo as margens de lucro por toda a cadeia.

Além disso, os interventores regulamentavam os níveis de produção de açúcar no mercado interno, externo e entre o Centro-Sul e Nordeste. Em decorrência das vantagens concedidas ao setor agroindustrial açucareiro entre 1930 e 1960 houve expansão da oferta e da capacidade produtiva, com investimentos em plantas produtivas, novas tecnologias e aumento da área plantada. Após 1960 acelera-se o crescimento da indústria, mas ao mesmo tempo, aumenta a interferência governamental através de financiamento direto para expansão do parque produtivo e garantia de reserva de mercado para os produtores do Nordeste, oficializada em agosto de 1966, pelo decreto lei nº 1974 (MORAES, 2000).

Com a primeira crise do petróleo de 1973 - e a balança comercial brasileira sofrendo um aumento da conta petróleo em cerca de 300% - os órgãos interventores são obrigados a reorientar a política de incentivos para a produção de álcool. Em 1975 é criado o Programa Nacional do Alcool- PROÁLCOOL, como resposta para a crise de combustíveis. Observe-se que o Programa não foi a única iniciativa para responder à crise energética, pois foram criados outros programas com a mesma finalidade: o Proóleo e o Procarvão. No entanto, seja por pressão política -devido à crise na agroindústria açucareira- seja por necessidade de rapidez na alternativa energética apenas o Proálcool foi bem sucedido, uma vez que o uso do álcool-combustível já era conhecido desde fins do século XIX, tendo sido aprimorado nas primeiras décadas do século XX.

É indiscutível que o Proálcool foi o grande responsável pelo avanço da produção agrocanavieira, pois antes de 1975 quase não se moía cana para a produção de álcool em separado, produzindo-se primeiramente açúcar, melaço e finalmente álcool. Após o Programa, um conjunto de transferências e subsídios resultou no aumento da capacidade instalada das usinas e no aumento do número de destilarias autônomas. O incremento da produção canavieira após 1975 coincide com a primeira fase do Proálcool, a de *expansão moderada*. Nessa fase foram introduzidas melhorias tecnológicas e aumentou a concentração da produção da indústria, através da construção de destilarias anexas e da incorporação de mais terras

produtivas nas propriedades das usinas. A segunda fase do Proálcool (1980-1985), caracterizada como *expansão acelerada*, na qual se aumentou a produção de álcool hidratado para atender a demanda dos automóveis movidos exclusivamente a álcool, pois, até então o foco era álcool para misturar à gasolina. Em 1983 foi instituído o *pagamento da cana pelo teor de sacarose e pureza* (PCTS), aumentando a busca por variedades mais ricas em sacarose, por parte dos plantadores de cana e por parte dos institutos de pesquisa, que intensificaram as pesquisas nessa direção. Entretanto, essa forma de pagamento dependia da intervenção direta do governo (MOARES, 2000).

A terceira e última fase é a desaceleração e crise do Proálcool (1986-1990), devido à redução da dependência nacional pelo petróleo importado e a queda do preço do petróleo no mercado internacional, somado, as crises constantes no setor agroindustrial do açúcar e a falta de caixa e incentivos governamentais para sustentar a produção de álcool, acentuado pela redução da produção de automóveis movidos por esse combustível, o programa sofreu paulatina desaceleração sendo finalmente extinto em 1990 (MORAES, 2000).

Após a extinção do IAA e do Proálcool, os preços do açúcar e as condições de comercialização foram liberadas, no entanto o preço do álcool combustível só foi liberado efetivamente no início de 1999. Nessa época discutia-se uma nova forma de regulação do setor, haja visto que devido a peculiaridades³ existentes na cadeia produtiva do setor, este, não se regula automaticamente pelos mecanismos de livre mercado, do ponto de vista do mix de produção de açúcar e álcool (MORAES, 2002). Nesta altura, empresários, *policy-makers* e representantes de algumas áreas governamentais apoiavam um novo modelo de governança setorial, modelo esse que permitisse que ações privadas e públicas fossem associadas para assegurar a estabilidade dos principais produtos do setor: cana-de-açúcar, açúcar, álcool hidratado e anidro e energia elétrica de co-geração pela queima do bagaço e palha da cana.

Em meados da década de 1990, já com o setor desregulamentado no tocante aos controles da produção agrícola, representantes da agroindústria sucroalcooleira criaram o CONSECANA, que manteve basicamente as fórmulas e parâmetros do sistema PCST, 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.

Do ponto de vista da gestão geral do setor, a extinção do IAA fez com que o controle e o planejamento do setor ficassem na responsabilidade da Secretaria de Desenvolvimento Regional da Presidência da República e, posteriormente, em 1997, foi criado o Conselho Interministerial do Açúcar e Álcool (CIMA) que estabeleceu uma política de incentivos específica para o setor sucroalcooleiro, substituindo os subsídios para o consumo de álcool. Mas no decorrer da década de 90 os instrumentos de controle e planejamento setorial exercidos por esses órgãos foram eliminados paulatinamente (IEL/NC;SEBRAE, 2005).

³ Principalmente as economias de escopo na produção de açúcar e álcool, permitindo que a produção oscile ao sabor dos preços relativos de um desses produtos.

Contudo, em meados da década de 90 os usineiros estruturaram novas instituições para a defesa dos interesses dos usineiros. Essas organizações procuram substituir os instrumentos de intervenção e regulação pelo *lobby* político. As organizações 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. Essas organizações ficaram responsáveis, inicialmente, 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 passaram a se organizar em torno de grupos de comercialização de álcool, que inicialmente tomaram a forma de duas grandes empresas que tinham a clara intenção de cartelização do setor, a Brasil Álcool e a Bolsa Brasileira de Álcool (BBA), ambas criadas em fins da década entre 1997 e 1998 e direcionadas para produtores do Centro-Sul (CS). Observa-se que a estratégia tinha o nítido objetivo de aumentar os preços do álcool na usina, pois os preços do combustível, segundo os envolvidos no setor na época, estavam sendo controlados por um oligopsonia, formado pelas maiores distribuidoras do país e que respondiam pela compra de mais da metade da produção de álcool do país: 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, alterando a configuração industrial vigente.

Embora apresente 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.

3.3 – Progresso Técnico e Redes de Agentes na Agroindústria Canavieira

O sistema setorial de inovações da indústria sucroalcooleira estruturou-se e consolidou-se a partir do esforço de melhoria tecnológica realizado no Proálcool. Através da participação de investimentos públicos e privados, um conjunto de organizações contribuíram para o desenvolvimento tecnológico setorial. A partir das mudanças institucionais observadas no final da década de 1980 e na década de 1990, os esforços de pesquisa realizados deram sustentação à competitividade na fase pós-desregulamentação do setor. Nesta fase surgiram desafios de natureza econômica e institucional, que demandaram novas capacitações tecnológicas e de governança. Do ponto de vista tecnológico observa-se à adoção de inovações redutoras de custos e aumento da produtividade em todas as etapas do processo produtivo agroindustrial, do plantio à entrega do produto ao usuário final. Estas etapas podem ser descritas como destinadas às 3 etapas agroindustriais: a agrícola; a agroindustrial e a de gestão.

O grande fator de aumento do rendimento e produtividade decorreu do desenvolvimento de novos cultivares. O Brasil sempre importava os cultivares e dispunha de cerca de 30 variedades de cana. Atualmente existem cerca de 500 variedades comercializadas. A pesquisa com novos cultivares é desenvolvida no sistema science-based (Pavitt, 1984) e tem como objetivos aumentar a expressão de características econômicas desejáveis, como o aumento do teor de sacarose da cana, o aumento da resistência da cana ao *stress* hídrico e a pragas, outras doenças, a precocidade sazonal. As inovações nos cultivares eram desenvolvidas através do melhoramento tradicional, ou da genética de cruzamentos entre variedades, mas, com a evolução da biotecnologia, este desenvolvimento é feito dentro de laboratórios modernos de genética, genômica e proteômica (FONSECA, et. al., 2007).

Outra melhoria visível na fase agrícola é a colheita mecanizada, pois os ganhos no teor de sacarose não são perdidos na queima da cana. O manejo do solo com a agricultura de precisão via controle da colheita por satélite, aumenta a produtividade por hectare colhido, utilizando um sistema operacional de previsão e acompanhamento das safras canavieiras, utilizando os recentes avanços das geotecnologias, como imagens de sensoriamento remoto e Sistema de Informações Geográficas (GIS), como o CANASAT - parceria INPE/UNICA/ESALQ. As inovações tecnológicas incrementais, incorporadas através da mecanização permitem o aumento da produtividade do trabalho e da produtividade da terra.

Quanto à tecnologia industrial, o progresso técnico implica no aumento da eficiência de extração e fermentação do caldo, principalmente a ascensão da co-geração de energia elétrica como subproduto. Na fase da extração do caldo o debate sobre a eficiência está no processo utilizando as moendas tradicionais ou o difusor, este último obtém uma eficiência entre 97,5% e 98%, enquanto a moenda de seis ternos alcança 96%. O difusor economiza energia para seu funcionamento, assim, o consumo total do difusor equivale ao de um terno de moenda. Com isto há maior sobra de energia para co-geração, o que vai ampliar os ganhos de uma unidade.

Por outro lado, a moenda reduz o investimento inicial de novas unidades, pois na montagem de uma nova unidade, o investimento é bem menor quando comparado com o difusor. É possível começar com 4 ternos e colocar o 5º e 6º ternos à medida em que for aumentando a disponibilidade de cana.

No tocante a fermentação, a busca por eficiência está ligada a eliminação da centrifugação, do tratamento ácido dos processos convencionais, do tempo de fermentação e reaproveitamento do fermento em mais de um ciclo de fermentação. Essas tecnológicas foram desenvolvidas ao longo dos 30 anos de pesquisas desde o Proálcool. O resultado foi o aumento do rendimento da fermentação de cerca de 80% da transformação do caldo em álcool, em 1977, para cerca de 92%, após o anos 2000. O uso de técnicas modernas na avaliação do desempenho da fermentação e da destilação quantificando o volume de álcool (avaliação do rendimento do álcool) pode ser citado como exemplo de melhorias que visam redução de perdas. Além disso, a automatização do processo, com equipamentos que controlam temperatura e pressão, leva a ganhos de eficiência industrial.

Inovações e melhoramentos ao nível do processo industrial garantem, também, ganhos de eficiência através de economias de escopo com o aumento da possibilidade de geração de subprodutos rentáveis, como a energia elétrica e o bagaço da cana como combustível. Uma tonelada de cana gera cerca de 140 kg de bagaço, dos quais 90% são usados na produção de energia. A co-geração de energia utilizando bagaço coincide com o período de seca quando os reservatórios das usinas hidrelétricas estão em níveis baixos e, dessa forma, possui importante caráter complementar (PARRA, 2005). A vinhaça e a torta de filtro se configuram como subprodutos atuais que antes eram um problema ambiental. Uma tonelada de cana moída gera aproximadamente um metro cúbico de vinhaça, assim, 100 metros cúbicos de vinhaça por hectare fornece 125 quilograma de K₂O, que de outra forma seria comprado por US\$ 75,00 para cada hectare (ZANDBERGEN, 1993 apud PARRA, 2005).

Uma inovação relacionada ao processo de diversificação e aproveitamento de subprodutos do açúcar é o plástico biodegradável (PHB- polihidroxibutirato), sintetizado a partir do açúcar, onde, 1 kg de plástico é produzido com 3kg de açúcar e 17,1 kg de bagaço. O bagaço hidrolizado é utilizado para alimentação animal, papéis, fármacos e produtos com grande número de aplicações na indústria química e farmacêutica. O melaço, por sua vez, pode gerar, além do álcool, a levedura, o mel, ácidos cítrico e lático e glutamato monossódico (PARRA, 2005; IEL/NC; SEBRAE, 2005).

A tecnologia química de hidrólise rápida permite prever que uma mesma área de plantio de cana-de-açúcar deverá proporcionar um aumento médio de 87% no rendimento industrial na produção do álcool através do uso da celulose, do bagaço e da palha como fonte de etanol (hidrólise rápida) em alguns anos. Projetos de produção com esta finalidade já estão sendo desenvolvidos pela Dedini Industrias de Base em parceria com o Centro de Tecnologia Canavieira.

Em relação às tecnologias de gestão observa-se que a administração das empresas vem passando por uma profunda reestruturação, onde a grande mudança expressa-se na profissionalização na gestão das empresas, mas ainda predominantemente familiares. A introdução de novos modelos de gestão na agroindústria canavieira tem como alvo a redução de custos e a obtenção de capacitação necessária para integrar as decisões tomadas nas áreas agrícola, industrial e comercial. Mais ainda, o aumento da competição e o crescente

aparecimento de produtos substitutos estão fazendo com que os produtos necessitem de padronização e qualidade certificada. Desta dessa forma, cresce o número de empresas com certificação ISO de referência⁴ e com, recentemente, os programas de responsabilidade possuem certificados SA 8000. O controle de qualidade e criação de rede de laboratórios aptos a se inserirem no processo de avaliação de conformidade, visando evitar barreiras técnicas no âmbito do mercado internacional, se constituem outra forma de profissionalizar a gestão e se integrar no mercado mundial.

O desenvolvimento de modelos de otimização e introdução de programas computacionais para gerenciar as atividades de produção e escoamento dos produtos, como de resto ocorre em outras agroindústrias e setores industriais, vem associado à modernização, uma vez que a logística é uma das fontes de aumento de eficiência de processos.

As redes de agentes para a pesquisa, por sua vez, atuam no desenvolvimento e difusão das inovações a partir, principalmente, de São Paulo. Lá estão estruturados o Centro de Tecnologia Canavieira - CTC, Instituto Agrônômico de Campinas (IAC) e a Ridesa, rede que ficou responsável pelo acervo genético (variedades, pesquisas, laboratórios) do Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar do Instituto do Açúcar e do Alcool extinto no início dos anos 1990.

Essas organizações direcionam seus esforços de pesquisa para o aumento da eficiência agrícola dos cultivares a partir do trabalho com a resistência das plantas ao clima mais seco, com o aumento do teor de sacarose, com a resistência das plantas as pragas, além das pesquisas na área de tecnologia industrial, como o método de extração de álcool do bagaço da cana e os processos mecanizados de colheita e transporte.

Os principais institutos e empresas ligadas a pesquisa no setor são: o Centro Tecnológico Canavieiro (CTC), 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 Agrônômico 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 – RIDESA. Os principais financiadores das pesquisas no setor são os próprios empresários, a partir do CTC, e os governos federal e dos estados onde a cana-de-açúcar é uma atividade relevante, principalmente em São Paulo, com a Fapeap, em Alagoas com a Fapeal.

O Centro Tecnológico Canavieiro – CTC, é uma organização que sucede ao Centro de Tecnologia Copersucar, tradicional centro de pesquisa mantido pela Cooperativa dos Produtores de Cana, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo - COPERSUCAR Ltda. O Centro de Tecnologia Copersucar foi criado em 1970 e foi responsável por inúmeros desenvolvimentos tecnológicos do setor incluindo a criação de variedades de cana-de-açúcar SP, que hoje ocupam aproximadamente 40 % dos canaviais brasileiros. Outro foco do CTC é a pesquisa no combate a pragas através do controle biológico, inclusive utilizando o próprio açúcar como insumo dos pesticidas orgânicos. Atualmente o CTC é uma empresa privada na qual os sócios representam cerca de 1/3 dos produtores de açúcar e álcool do Brasil, sua

⁴ As empresas buscam as certificações para garantir mercados, principalmente no exterior, onde a maioria dos clientes exige enquadramento em normas de tratos culturais que respeitem o meio-ambiente (ISO série 14000) e produtos padronizados e livres de contaminações (ISO série 9000).

atuação extrapolou o estado de São Paulo e já está expandindo para o Nordeste, com a criação de novas parcerias e um novo centro experimental em Alagoas.

Em São Paulo, o IAC desenvolve o programa de melhoramento genético PROCANA. O programa integra em suas atividades várias áreas da pesquisa sobre cana-de-açúcar. O projeto principal 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. Ainda nesse estado, existe a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), composta por seis institutos de pesquisa e que possui em sua programação de P&D a coordenação de pesquisas 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 (FONSECA; SILVEIRA; ROSÁRIO; MENARD; ELY, 2007).

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 Sucroalcooleiro, 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 rede de universidades que formam a RIDESA tem como base o desenvolvimento da pesquisa em 31 estações experimentais 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 atualmente pela RIDESA, estão sendo cultivados em mais de 50% da área cultivada com cana-de-açúcar no país, chegando em algumas regiões a representar até 70%. Em outra escala de pesquisa de ponta aparecem as empresas privadas apoiadas por *venture capital*, entre elas a CanaVialis e a Allelix. A CanaVialis é uma empresa de biotecnologia que desenvolve variedades de cana por meio de cruzamento genético clássico e a Allelix, trabalha com genética e genômica avançadas. As duas companhias, juntas, já investiram cerca de US\$ 40 milhões em pesquisas genéticas.

4 - Observações Finais

O artigo procurou mostrar como através da abordagem de sistema setorial de inovações (SSI) é possível analisar o processo de mudanças estruturais em setores industriais específicos, no caso a agroindústria de açúcar e álcool, desdobrando as explicações em termos dos elementos dinâmicos que ocorrem no padrão competitivo fornecendo também os elementos explicativos para o desenvolvimento endógeno das inovações.

De acordo com o que foi exposto, observa-se que os avanços produtivos e tecnológicos que ocorreram na agroindústria sucroalcooleira são resultado de avanços de pesquisa que

começaram há muitos anos, no Proálcool, e que continuaram após o período de desregulamentação governamental. Na realidade, algumas mudanças contratuais importantes que foram adotadas, especialmente a introdução de um mecanismo de pagamento da cana pelo teor de sacarose (PCTS). Além disso, com a criação do CONSECANA, da Bolsa Brasileira de Álcool e a Brasil Álcool S.A. foram desenvolvidos, na década de 1990, novos mecanismos de coordenação e de regulação das atividades produtivas, de forma a evitar a queda de preços por superprodução, contribuindo para esta agroindústria se reestruturar institucionalmente.

Acreditamos que este processo deverá influir positivamente sobre o desenvolvimento tecnológico acentuando, o atual viés inovador. Isso já pode ser verificado pelo fato desta agroindústria ser uma das poucas em que o setor privado investe em P&D através do CTC, uma rede de pesquisa sustentada mesmo após o fim do Proálcool, quando acentuam-se as indefinições de mercado e as incertezas quanto aos resultados dos investimentos. Os sucessos obtidos até agora são bastante expressivos e isso pode ser constatado pela capacidade da agroindústria de, não só ter aumentado a oferta de seus principais produtos, açúcar e álcool, para atender a crescente demanda, como também de ter aumentado a produção de outros subprodutos, especialmente a energia elétrica, seja para uso próprio, seja para a venda, sem reduzir a sua competitividade em relação a outros países.

5 - Bibliografia

- CONAB. **Cana-de-açúcar, safra 2006/2007. Terceiro Levantamento. Novembro/2006.** Disponível em <http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=133>, acessado em 23/04/2007.
- CARVALHO, Cícero Péricles de Oliveira. **Análise da reestruturação produtiva da agroindústria sucro-alcooleira.** 2ª. ed. Maceió. Edufal, 2001.
- 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, 2005.
- ELY, Rômulo Neves. **Uma análise da Indústria Sucroalcooleira no Brasil.** Monografia (Bacharelado em Economia). Rio de Janeiro. Instituto de Economia - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.
- FONSECA, Maria Derengowski. **Routines, Rules and Patterns of Behaviour in the Context of Emergence.** Druids - Nelson and Winter Conference, 2001. Disponível em <http://www.druid.dk/conferences/nw/paper1/fonseca.pdf>. Acessado em 21/10/2006.
- FONSECA, M. D.; SILVEIRA, José M. J.; ROSÁRIO, Francisco J. P.; MERNARD, Charles; NEVES, Rômulo. **Sistemas setoriais de inovação: agroindústria de grãos e de cana-de-açúcar.** Rio de Janeiro. Seminário Globelics, Abril, 2007.
- LEVIN, Richard C.; KLEVORICK, Alvin K.; NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G.; GILBERT, Richard; GRILICHES, Zvi. **Appropriating the Returns from Industrial Research and Development.** In MANSFIELD, Edwin; MANSFIELD, Elizabeth. *The Economics of Technical Change.* Aldershot. Edward Elgar Publishing Company, 1993.
- HOLLAND, John. **Hidden Order. How Adaptation Builds Complexity.** New York. Helix Books, Addison-Wesley, 1995.
- MAGALHÃES, Mônica. **Fusões e aquisições continuarão aquecidas. PROCANA.** Disponível em http://www.procana.com.br/conteudo/noticia.asp?id_materia=26265. Acessado em 11/04/2007.

MALERBA, Franco. **Sectoral systems and innovation and technology policy**. Revista brasileira de inovação, vol. 2, nº 2. 2003.

_____. **Learning by Firms and Incremental Technical Change**. The Economic Journal, Vol. 102, No. 413. 1992.

METCALFE, J. Stanley; FONSECA, M. D.; RAMLOGAM, R.. **Innovation, Competition and Growth: envolving complexity and complex evolution**. Revista Brasileira de Inovação. Ano 1, No 1, 2004.

MORAES, Márcia Azanha Ferraz D. **Desregulamentação do setor sucroalcooleiro do Brasil**. Americana, SP. Caminho Editorial, 2000.

NORTH, Douglass. **Institutions, Institutional Change and Economic Performance**. Cambridge. Cambridge University Press, 1990.

PROCANA. **Os impressionantes números do setor – Safra 2006/2007**. Disponível em <http://www.procana.com.br/Conteudo/Conheca%20o%20Setor.asp>. Acessado em 27/02/2007.

ROSILLO-CALLE; Frank; CORTEZ, Luis A. B. **Towards PROALCOOL II –a review of the brazilian bioethanol programme**. Biomass and Bioenergy Vol. 14, No. 2,1998.

ROSARIO, Francisco J. P. CRUZ, Nicholas J. T. **Estratégias competitivas e de inovação na modernização recente da agroindústria sucro-alcooleira do Brasil**. III SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Resende, RJ. 2006.

PARRA, José Roberto Postali. **O papel da ciência e tecnologia na evolução da cultura da cana no Brasil**. ESALQ/USP, 2005. Disponível em www.nipeunicamp.org.br/proalcool/Palestras/16/Ciencia%20cana%20Unicamp%20Jos%20Roberto.ppt. Acessado em 16/11/2006.

SHIKIDA, Pery A.; NEVES, Marcos Fava; REZENDE, Ricardo Albuquerque. Notas sobre dinâmica tecnológica e agroindústria. In MORAES, Márcia Azanha Ferraz D.; SHIKIDA, Pery Francisco A. (Orgs). **Agroindústria canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios**. São Paulo. Atlas, 2002.

BOUÇAS, Cibelle. **Aportes estrangeiros no Brasil podem superar US\$ 9 bi**. VALOR ON LINE, São Paulo, 15 de Maio de 2007.

VIAN, Carlos Eduardo F. **Inércia e mudança institucional: estratégias competitivas do complexo agroindustrial canavieiro do centro-sul do Brasil**. Tese de doutorado. Campinas. UNICAMP, 2002.