

Geração, apropriação e difusão de tecnologias para o setor sucroalcooleiro no âmbito do Proálcool

Resumo

O objetivo desse trabalho é identificar a partir do advento do Proálcool e sob uma abordagem institucional regulatória por parte do Estado, como os agentes envolvidos com o setor sucroalcooleiro desenvolveram e disseminaram inovações tecnológicas com o intuito de satisfazer os objetivos iniciais do programa. Especificamente, trata de elencar quais as principais inovações tecnológicas industriais e agrícolas desenvolvidas no âmbito do Proálcool, entre 1975-85. A metodologia foi dividida em duas partes: pesquisa bibliográfica exploratória com a finalidade de identificar a evolução da pesquisa nacional voltada ao desenvolvimento de novos cultivares de cana-de-açúcar. Na segunda parte foi realizada busca de patentes do projeto LATIPAT registradas no Brasil. Conclui-se que, de maneira geral, o Proálcool proporcionou os resultados esperados em sua criação, possibilitando a expansão da produção canavieira, ampliando a capacidade de processamento da agroindústria nacional e colaborando para a consolidação de combustível em larga escala substituto da gasolina.

Palavras-chave: Agroindústria canavieira; Proálcool; inovações tecnológicas

Abstract

The aim of this work is to identify how, from the creation of the Proálcool program and under a governmental regulatory regime, the players involved in the alcohol sector developed and disseminated technological innovations in order to meet the initial objectives of the program. Specifically, we outline the major industrial and agricultural innovations developed within Proálcool between 1975-85. The methodology of this work consists of two parts. In the first part we performed an exploratory literature search with the aim of identifying the evolution of national scientific research aimed at developing new varieties of cane sugar. The second part involved research on patents registered in Brazil related to the LATIPAT program. We conclude that, in general, the Proálcool program provided the results expected from its creation, enabling the expansion of sugar cane production, expanding the processing capacity of national agro-industry and contributing to the consolidation of large-scale fuel substitution of gasoline.

Keywords: Sugarcane industry; Proálcool; technological innovations

1. Introdução e Objetivos

A década de 1930 foi marcada por uma profunda crise na economia açucareira mundial e por inúmeros acordos com a finalidade de se estabilizar a produção mundial de açúcar. No Brasil, a crise internacional manifestou-se com menos intensidade, uma vez que nossa produção era voltada, basicamente, para o mercado interno e não sofria a concorrência com o açúcar de beterraba. No contexto doméstico, o problema internacional desencadeou uma

crise de superprodução causada pela luta de produtores nacionais pelo domínio do mercado interno doméstico.

Como principal resposta o Estado brasileiro criou em 1931 a “Comissão de Defesa da Produção de Açúcar”, com o objetivo de garantir o preço do produto no mercado doméstico através de estoques reguladores e da exportação de excedentes. Porém, foi a partir de 1933, sob um decreto federal, que a intervenção estatal no setor sucroalcooleiro nacional se fez oficialmente. Assim, foi fundado o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), uma entidade autárquica, com atribuições de planejamento e intervenções na economia do setor.

Quatro décadas após a fundação do IAA o país se vê diante de outra crise internacional sem precedentes: o primeiro choque do petróleo. Como resposta a ameaça de desabastecimento interno de combustíveis derivados do petróleo foi criado o Programa Nacional do Alcool (Proálcool). Teve, dentre outros, o objetivo principal de expandir a produção do álcool anidro para misturar com a gasolina e desenvolver tecnologias para ampliar a produção de álcool hidratado para ser consumido como combustível direto em um motor especialmente desenvolvido para esse fim. Desta forma, o país poderia substituir parte da gasolina importada pelo combustível nacional, diminuindo assim sua dependência externa.

O objetivo principal desse trabalho é identificar a partir do advento do Proálcool e sob uma abordagem institucional regulatória por parte do Estado, como os agentes envolvidos direta e indiretamente com o setor sucroalcooleiro, em especial produtores de açúcar e álcool, instituições de pesquisa e o setor de máquinas e equipamentos desenvolveram, apropriaram e disseminaram inovações tecnológicas com o intuito de satisfazer, mesmo que minimamente, os objetivos apontados inicialmente por esse Programa.

Em específico esse artigo tratará basicamente de elencar quais as principais inovações tecnológicas desenvolvidas no âmbito do Proálcool, em especial: i) as industriais (ligadas ao setor de máquinas e equipamentos); ii) e as agrícolas (ligadas a novas variedades de cana-de-açúcar). Para o primeiro grupo, foi realizada uma pesquisa através de palavras chaves, no banco de dados de registro de patentes Latipat, que possui dados de países da América Latina e Espanha, especificamente para o período compreendido entre 1975-1985, verificando o número e a classificação dos principais documentos de patentes depositados no Brasil. Para o segundo grupo, verificou-se a evolução histórica das variedades de cana-de-açúcar desenvolvidas durante esse mesmo período, suas principais vantagens e influência nos resultados de produtividade agrícola e industrial.

2. Revisão de Literatura

A fim de compreender melhor esse processo de geração e apropriação de tecnologias no âmbito do Proálcool, verifica-se a necessidade de articular os conceitos neo-schumpeterianos de competitividade e inovação tecnológica com a dimensão político-institucional da relação Estado-agentes econômicos. Neste contexto, as abordagens de Labini (1980), Schumpeter (1961 e 1982) e dos neo-schumpeterianos – dentre eles Dosi (1984 e 2006), Nelson e Winter (1977 e 2005) e Malerba (2004) – configuram-se como ótimos contrapontos ao debate do desenvolvimento e da adoção tecnológica.

De maneira geral, nota-se que os conceitos propostos pelos neo-schumpeterianos explicitam a existência de um conjunto teórico que relaciona o regime de acumulação de capital, o padrão tecnológico da economia e o ambiente institucional. Assim, as

instituições, incluindo o Estado, têm um importante papel na definição das diferentes trajetórias tecnológicas e de crescimento econômico adotado.

Nos modelos recentes (ROGERS, 1983; THIRTLE & RUTTAN, 1987; BIGGS, 1990; BELL & PAVITT, 1992), o processo de difusão de novas tecnologias é caracterizado não só pelo crescimento gradual de adoção destas pela população, mas também por seu caráter cumulativo. Neste sentido, a difusão é considerada interligada à inovação. Tais modelos se baseiam fundamentalmente na premissa de que uma inovação, depois de ser gerada, conhece, na fase de sua difusão, melhorias que facilitam sua adoção e seu uso em campos já existentes, assim como sua extensão a novas aplicações.

Quanto às formas de transmissão do conhecimento, existem duas: formal ou informal. A transmissão formal é padronizada e codificada, e sua difusão ocorre através de publicações, licenças, manuais e patentes. Para esta forma de transmissão do conhecimento a proximidade geográfica não tem muita importância. A transmissão informal é específica e tácita, e a difusão do conhecimento só ocorre através das pessoas, ensinamentos, treinamentos e aprendizado. Por ser informal, é muito mais sensível à distância (MALERBA & ORSENIGO, 1997).

A apropriação é um importante fator em inovação, dado que os resultados de pesquisas e as novas tecnologias têm frequentemente aspectos de bem público, pois os custos para torná-las disponíveis a vários usuários são baixos se comparados aos seus custos de desenvolvimento. Uma vez disseminada a inovação, não poderá mais ser vedado aos usuários seu acesso futuro. Nesses casos, a firma não pode captar todos os benefícios gerados pela inovação realizada, o que diminui o incentivo a investir nesse tipo de atividade. Assim, a capacidade de proteger inovações tem uma importante influência na atividade inovadora.

As condições de apropriabilidade de uma inovação, ou seja, da possibilidade de se manter o controle monopolista sobre essa tecnologia por um determinado período de tempo, é geralmente exercido pelo inovador por meio da propriedade intelectual sobre bens imateriais, principalmente por meio de patentes ou direitos autorais. Segundo Dosi (2006) uma tecnologia não protegida e facilmente imitável leva os rendimentos monopolistas de uma inovação à quase zero. Por outro lado, uma apropriação exclusiva e prolongada de direitos sobre inovações pode restringir a difusão do conhecimento. Isso ocorre não apenas porque o monopólio resulta em maiores custos para os usuários, mas principalmente pela pouca transparência técnica oferecida, o que inibe o processo de aprendizado interativo.

A apreciação teórica a respeito dos mecanismos de apropriação de novas tecnologias foi tratada por Scherer (1970, p. 123), que destacou o impacto das patentes sobre a estrutura industrial, por Bain (1956) que constatou que o sistema de patentes cria uma vantagem absoluta de custo e uma barreira à entrada de novas firmas e pela OCDE (1989) que abordou a questão dos acordos de licenciamento de patentes e seus riscos ao livre comércio.

Segundo INPI (2009) patente é um instrumento criado institucionalmente pelos governos como forma de disseminação do conhecimento para a sociedade. Trata-se de um título de propriedade temporária sobre uma invenção ou um modelo de utilidade, outorgado pelo Estado aos inventores ou autores ou outras pessoas físicas ou jurídicas detentoras de direitos sobre a criação. Em troca, o depositante da invenção se obriga a revelar, detalhadamente, todo o conteúdo técnico da matéria protegida pela patente.

O objetivo principal de um sistema legal de patentes é de estimular o progresso tecnológico e a invenção, permitindo ao inventor uma concessão do monopólio temporário de sua

criação. Em todo o mundo, dezenas de bancos de dados com registros de patentes são disponibilizados periodicamente para consultas aos seus documentos. As buscas são feitas por categoria e os documentos são depositados com uma classificação internacional que permite sua identificação em diferentes áreas do conhecimento.

As pesquisas a bancos de patentes são realizadas com propósitos distintos: com a finalidade de buscar uma determinada solução tecnológica para um problema; como identificação do estado da arte; como base para o estudo de trajetórias tecnológicas; para formar indicadores para subsidiar políticas de ciência e tecnologia; entre outras.

De maneira geral, a análise da produção científica permite a caracterização das áreas de conhecimento e respectiva hierarquização das prioridades. Tal análise identifica trabalhos já produzidos e oferece diretrizes de investigações futuras. Trata-se também de uma das maneiras de se medir o desenvolvimento tecnológico de uma nação, estabelecendo uma relação direta entre o número de patentes concedidas nacionalmente entre diferentes países.

3. Metodologia

A metodologia adotada para a construção do artigo teve como base o mapeamento de informações relevantes com a finalidade de identificar o desenvolvimento e apropriação de tecnologias que foram apresentadas a partir do âmbito do Proálcool entre os anos de 1975 e 1985. As informações coletadas com esse intuito envolveram necessariamente agentes privados, instituições de ensino e pesquisa, ações governamentais e outros que estão envolvidos especificamente com o desenvolvimento uma determinada tecnologia.

Para tanto, a metodologia foi dividida basicamente em duas partes. A primeira trata especificamente de pesquisa bibliográfica exploratória com a finalidade de identificar entre os anos de 1975-1985 a evolução da pesquisa nacional voltada ao desenvolvimento de novos cultivares de cana-de-açúcar. Para isso, foram levantados dados de área ocupada com as principais variedades de cana-de-açúcar desde o início da década de 1970 e a evolução da introdução de novas variedades, principalmente as desenvolvidas por institutos de pesquisas do Brasil. Essa opção metodológica foi escolhida uma vez que o SNPC – Serviço Nacional de Proteção de Cultivares¹, que é o órgão competente no Brasil para a aplicação da lei e para acatar os pedidos de proteção de cultivares, ainda não operava e a propriedade intelectual de cultivares ainda não estava regulamentada e nem disseminada cientificamente.

Na segunda parte foi realizada uma busca no banco de dados de patentes do projeto LATIPAT² de todos os documentos registrados no Brasil³ durante os anos de 1975-1985,

¹ Serviço Nacional de Proteção de Cultivares – SNPC tem como objetivo garantir o livre exercício do direito de propriedade intelectual dos obtentores de novas combinações filogenéticas na forma de cultivares vegetais distintas, homogêneas e estáveis, zelando pelo interesse nacional no campo da proteção de cultivares. E o de desenvolvimento de novas variedades vegetais através da proteção da Lei de Cultivares (nº 9.456 de 25.04.1997), concedida pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares - SNPC do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. O SNPC está ligado ao Departamento de Propriedade Intelectual e Tecnologia da Agropecuária – DEPTA – da Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo – SDC – e tem como área de suporte o Laboratório de Análise, Diferenciação e Caracterização de Cultivares – LADIC.

² Base de patentes organizada e gerenciada pelo Escritório Europeu de Patentes (EPO) que disponibiliza o acesso a uma base de dados com mais de 1.5 milhão de informações bibliográficas e imagens de documentos de patentes de 18 países da América Latina, a saber: Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Equador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, República Dominicana, Uruguai, além da Espanha. A base é resultado de um trabalho conjunto entre a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), Escritório Europeu de Patentes (EPO), Oficina Espanhola de Patentes e Marcas (OEPM) e de mais de 19 Escritórios de Patentes da América Latina.

relacionados com as seguintes palavras chaves: *cana-de-açúcar*, *cana de açúcar*, *etanol*, *etanol de cana*, *álcool*, *álcool de cana*; e *álcool combustível*. O objetivo foi fazer uma varredura nos documentos de patentes encontrados e identificar através da Classificação Internacional de Patentes os que efetivamente estão relacionados com áreas de conhecimentos ligadas a: processos de produção; máquinas e equipamentos; e desenvolvimento de novos produtos para o setor sucroalcooleiro durante o período relacionado.

4. Resultados e discussão

Para proporcionar um aumento na produção agrícola canavieira, o governo federal instituiu ainda na década de 1970 o Programa Nacional de Melhoramento da Cana de Açúcar (PLANALSUCAR) e o Programa de Racionalização da Agroindústria Canavieira. Como efeito desses programas, na safra de 1971/72 o Brasil passou a ser o primeiro produtor mundial de açúcar centrifugado de cana, o segundo exportador mundial e o único país a possuir uma capacidade instalada de produzir o equivalente a 2 milhões de toneladas métricas de açúcar em uma única safra (MORAES, 2000, p. 58-59).

Segundo Azzi (1971, p. 26-27), em especial, o objetivo do Programa Nacional de Melhoramento da Cana de Açúcar tinha a finalidade de ampliar a rede de Estações e Subestações Experimentais, promover o recrutamento e a capacitação das equipes técnicas e iniciar a utilização, pela indústria sucroalcooleira nacional, de variedades especializadas, com alto rendimento agrícola e industrial, de acordo com as particularidades locais, técnicas e econômicas de todas as zonas produtoras do país.

Até a introdução desse programa, a pesquisa com variedades de cana limitava-se as técnicas de adaptação de variedades importadas às condições edafoclimáticas das principais regiões canavieiras do país. Segundo Landell & Bressiani (2008, p. 105-107), entre as décadas de 1950 e 1960, as cultivares de cana-de-açúcar em plantio no Brasil eram basicamente das siglas Co (Co 419, Co 421, Co 740 e Co 775); CB (CB45-3, CB41-76); e IAC (IAC48-65, IAC51-205, IAC52-150).

No início da década de 1970, as variedades predominantemente plantadas no Brasil eram as CB45-76 e NA56-79. A primeira foi desenvolvida em Campos - RJ (daí a nomenclatura CB) por Frederico Menezes Veiga como resposta ao surto de carvão, uma espécie de fungo, que atacou os canaviais do país, principalmente as variedades Co e POJ (de Coimbatore na Índia e as da Ilha de Java, respectivamente). A segunda foi desenvolvida para as condições de plantio e cultivo no norte da Argentina e disseminada no país a partir de iniciativas do IAC (Instituto Agrônomo de Campinas) e do PLANALSUCAR (Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar) (NUNES, 1987, p. 188-189).

A partir da metade da década de 1970, o Estado de São Paulo assumiu a liderança na produção e na tecnologia de novas variedades de cana de açúcar. Desenvolveram-se neste Estado os três principais programas de melhoramento genético da cana, os quais proporcionaram novas opções de plantio para produtores de todo o país, através das variedades denominadas de: IAC (Instituto Agrônomo de Campinas); RB (PLANALSUCAR); e SP (COPERSUCAR).

³ O registro de patentes de invenção no Brasil é de responsabilidade do INPI, regulado pela Lei Federal n° 9.279, de 14 de maio de 1996, e que trata da forma de proteção conferida às criações intelectuais relacionadas ao objeto da criação, seja no campo da propriedade industrial, científico, literário ou artístico.

Nota-se na TABELA 1 que na safra de 1977 em torno de 648 mil ha de cana-de-açúcar eram originados de variedades estrangeiras, o que representava aproximadamente 31% de toda a cana plantada no país. Em São Paulo, para a mesma safra, dentre as variedades importadas, apenas a argentina NA56-79 era relativamente difundida, representando cerca de 20% dos canaviais.

TABELA 1: Participação percentual das principais variedades de cana-de-açúcar plantadas no Brasil e no Estado de São Paulo – período de 1977

Variedade	Brasil		Variedade	São Paulo	
	Área (ha)	% total		Área (ha)	% total
CB45-3	548.495	26,4	CB41-76	344.320	32,7
CB41-76	386.701	18,6	NA56-79	209.567	19,9
Co331	328.953	15,8	IAC52-150	63.659	6,1
NA56-79	241.931	11,6	IAC48-65	45.048	4,3
CP51-22 ¹	77.624	3,8	CB49-260	41.750	3,4
IAC52-150	65.032	3,2	CB47-355	38.567	3,7
CB47-89	55.404	2,6	IAC51-205	32.184	3,1
IAC48-65	45.715	2,2	CB46-47	31.134	2,9

Fonte: Relatório Anual do PLANALSUCAR (1977)

Nota: ¹ No final da década de 40 foram introduzidas no Brasil as variedades CP (Canal Point) da Flórida-EUA

Observa-se, a partir do final da década de 1970 uma substituição considerável de variedades de cana-de-açúcar, até então disseminadas, pelas desenvolvidas mais recentemente e que apresentam vantagem comparativa, principalmente em função do seu tempo de degenerância ou por necessidade de aumento de produção. Em São Paulo, esse movimento foi mais agudo. Nota-se na TABELA 2 que houve uma substituição considerável dos canaviais da variedade CB41-76 pela NA56-79. Segundo Nunes (1987, p. 191), especialmente em São Paulo, observou-se entre a segunda metade da década de 1970 e a primeira de 1980, um crescimento ao redor de 10% na produção agrícola que passaram de 55 t/ha para uma média estadual em torno de 60 t/ha.

TABELA 2: Evolução comparada em percentual da participação das diferentes variedades de cana plantadas durante os anos de 1977-1985 no Brasil

Variedade	1977	1979	1980	1981	1982	1983	1985
CB45-3	26,4	25,96	25,27	23,3	22,22	20,59	21,43
CB41-76	18,6	14,2	11,8	9,91	7,62	5,97	2,79
Co331	15,8	12,9	11,16	9,18	7,98	7,96	5,16
NA56-79	11,6	14,26	18,23	22,5	26,16	28,61	27,72
CP51-22 ¹	3,8	3,16	2,79	3,5	4,57	4,55	4,74
IAC52-150	3,2	3,53	4,31	4,8	4,76	4,73	3,29
CB47-89	2,6	2,42	1,97	2,26	2,19	2,1	0,49
IAC48-65	2,2	2,25	2,41	2,51	2,08	2,18	1,31
RB70194	-	-	0,81	1,4	1,47	1,36	0,94
RB70141	-	-	-	0,38	0,45	0,41	-
SP70-1143	-	-	-	-	1,51	3,33	8,87
SP70-1078	-	-	-	-	-	0,46	1,11
SP71-1406	-	-	-	-	-	-	1,12

Fonte: Relatório Anual do PLANALSUCAR (1977 a 1985).

Nota: ¹ No final da década de 1940 foram introduzidas no Brasil as variedades CP (Canal Point) da Flórida-EUA.

Conforme NUNES (1987, p. 193), o rendimento industrial paulista também apresentou um incremento a partir de 1975, à razão de 2,2 kg de açúcar por tonelada de cana, por ano. Apesar da melhoria na maquinaria e nas etapas de processamento da cana da usina, o autor aponta a melhoria genética que introduziu novas variedades mais produtivas como o

principal responsável pelo ganho, dentre elas destaca a NA56-79 e a rápida disseminação das recém-introduzidas variedades SP, em especial a SP70-1143.

Analisando a TABELA 2 nota-se, comparativamente, entre os anos de 1977 e 1985 que as principais variedades no início desse período, de nomenclatura CB, IAC e Co perderam importância relativa para as variedades mais modernas, principalmente a NA56-79. As variedades desenvolvidas pelo PLANALSUCAR (RB) a partir da metade da década de 1970 passam a ganhar importância no cenário nacional no início da década de 1980, juntamente com as novas variedades introduzidas pela COPERSUCAR (SP).

De maneira geral, entre o período analisado as variedades de cana-de-açúcar importadas reduziram sua participação relativa no montante de toda a produção nacional de aproximadamente 53% em 1977 para algo em torno de 41% em 1985, o que equivale a uma redução média anual da ordem de 1,5%. Essa redução não foi ainda mais significativa em função da variedade NA56-79 ter apresentado, durante o período analisado, um excelente desempenho a ponto da sua participação relativa no total das variedades crescer em média 17% ao ano.

O destaque fica com as variedades SP (COPERSUCAR), que foram introduzidas no início da década de 1980 e desenvolvidas substancialmente para condições no Centro-Sul do Brasil, principalmente para São Paulo, conforme TABELA 3. Destaque especial para a variedade SP70-1143, que em termos relativos participava em 1982 com 1,51% de toda a cana cultivada no país e em 1985 saltou para 8,87%, um crescimento médio de aproximadamente 2,45% ao ano sob todo o montante de cana cultivado durante essas três safras.

TABELA 3: Principais variedades de cana cultivadas durante o período analisado, indicação de cultivo e características agroindustriais relevantes

Variedade	Região indicada	Importância e Característica Agroindustrial
NA56-79	Centro-Sul	Melhoria nos rendimentos agroindustriais, elevado teor de sacarose, adaptabilidade e precosidade.
CB41-76	Centro-Sul	Elevada produtividade, resistência a doenças.
CB45-3	Nordeste	Adaptabilidade a solos áridos e pouco férteis.
Co331	Nordeste	Rusticidade, teor médio de sacarose.
IAC48-65	Nordeste e Centro-Sul	Adaptação em solos pouco férteis, resistente a doenças.
IAC52-150	Centro Sul	Produtividade, médio teor de sacarose, adaptabilidade a solos pouco férteis.
SP70-1143	Centro-Sul	Adaptação a solos pouco férteis, longevidade, resistência a doenças.
SP70-1078	São Paulo e Paraná	Produção agrícola, resistente ao mosaico e carvão da cana.
SP71-1406	São Paulo, Paraná, Goiás	Alta produtividade de colmo, teor de sacarose alto, adaptabilidade em solo média fertilidade, facilidade de transporte.
RB70194	Nordeste	Produtividade, resistente a mosaico, rusticidade.
RB70141	Norte e Nordeste	Rusticidade, adaptabilidade a solos pouco férteis.

Fonte: Adaptado de NUNES (1987, p. 211-217)

Em 1975 foi instalado o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), criado para expandir a produção do álcool viabilizando seu uso como matéria-prima para indústria química e como combustível adicionado à gasolina. Conforme o Decreto nº 76.593 de 14 de novembro de 1975, o principal objetivo desse programa era de estimular a produção do álcool, visando o atendimento das necessidades do mercado interno e externo e da política de combustíveis automotivos. Assim, conforme esse programa, a produção do álcool oriunda da cana-de-açúcar, da mandioca ou de qualquer outro insumo deveria ser

incentivada por meio da expansão da oferta de matérias-primas, com especial ênfase no aumento da produção agrícola, da modernização e ampliação das destilarias existentes e da instalação de novas unidades produtoras, anexas a usinas ou autônomas, e de unidades armazenadoras.

A TABELA 4 apresenta, comparativamente, dados referentes às safras de 1974/75 e 1986/87, das principais variáveis selecionadas a fim de constatar o desempenho do setor sucroalcooleiro nacional quanto aos objetivos propostos inicialmente pelo Proálcool. Conforme dados apresentados, verifica-se que houve evolução em todos os parâmetros selecionados e analisados no período. O número de plantas processadoras de cana-de-açúcar total, que na safra de 1974/75 era de 216 saltou para 402 na safra 1986/87, um crescimento médio anual de aproximadamente 7,8%. A produtividade agrícola é um parâmetro que merece destaque, variou de 46,8 t/ha em 1974/75 para 60,4 t/ha em 1986/87 resultado em boa parte do melhoramento genético dos cultivares introduzidos a partir da década de 1980.

Analisando a TABELA 4, nota-se que a produção de cana-de-açúcar para processamento em usina durante o período analisado cresceu em média 18,7% ao ano, o que representa uma variação de 205,8% para o período analisado. A produção de álcool total (anidro+hidratado) cresceu em média mais de 150% por ano, cumprindo um dos principais objetivos estabelecidos inicialmente no Proálcool.

TABELA 4: Evolução de algumas variáveis da agroindústria canavieira nacional (1974/75 – 1986-87)

Variáveis	1974/75	1986/87	Varição (%)
Nº usinas	216	402	86,11%
Cana própria moída (t)	39.312.756	141.110.125	258,94%
Cana moída fornecedores (t)	35.195.887	86.765.721	146,52%
Total de cana moída (t)	74.508.643	227.875.846	205,84%
Cana própria moída (%)	52,76	61,92	17,36%
Área colhida com cana (milhões de ha)	1,9	3,95	107,89%
Produção cana (milhões de t)	88,92	238,49	168,21%
Rendimento agrícola (t/ha)	46,8	60,4	29,06%
Produção total de álcool (m ³)	594.985	10.506.712	1.665,88%
Produção de álcool hidratado (m ³)	378.457	8.343.243	2104,54%
Produção de álcool anidro (m ³)	216.528	2.163.469	899,16%
Rendimento industrial (kg açúcar/tc)	90,2	111,8	23,95%

Fonte: Elaborada a partir de Relatório Anual do IAA (Superintendência de São Paulo, vários números); IBGE (Anuários estatísticos de vários anos); e Balanço Nacional da Cana-de-Açúcar e Agroenergia – MAPA (2007).

Em função desse sucesso na produção em larga escala de um combustível substituto a gasolina, desenvolvido com tecnologia própria, a produção de automóveis movidos a álcool tornou-se a prioridade do governo e da indústria automobilística durante a década de 1980. Desta forma, o país poderia substituir parte do combustível e das matérias-primas importadas que derivassem do petróleo, utilizando para isso parte da capacidade produtiva ociosa das usinas e destilarias de cana para a produção de álcool.

O segundo choque do petróleo (1979-80) triplicou o preço do barril de petróleo e as compras desse produto passaram a representar 46% da pauta de importações brasileiras em 1980. O governo, então, resolve adotar medidas para plena implementação do Proálcool. São criados organismos como o Conselho Nacional do Álcool - CNAL e a Comissão

Executiva Nacional do Álcool - CENAL para agilizarem o programa. A produção alcooleira atingiu aproximadamente 10,5 bilhões de litros em 1986-87 (TABELA 4), superando a meta inicial do governo de 10,7 bilhões de litros/ano para o fim do período. A proporção de carros a álcool no total de automóveis de ciclo Otto (passageiros e de uso misto) produzidos no país aumentou de 0,46% em 1979 para 26,8% em 1980, atingindo um teto de 76,1% em 1986, com aproximadamente 619 milhões de unidades produzidas. Entre o período de 1980 e 1986, o total de veículos automotores à álcool produzidos no país variou, respectivamente de 254.015 para 699.183, um crescimento de 175,25%, o equivalente a uma taxa média de crescimento anual de 29,21%. Especificamente para o caso dos automóveis, a variação foi de 239.251 unidades produzidas em 1980, para 619.854 em 1986, uma variação de 159,08% para o período, uma média anual de 26,51% de crescimento (TABELA 5).

TABELA 5: Evolução da produção de carros movidos a álcool fabricados no Brasil no período de 1979 a 1986, por categoria de veículos

Ano	Automóveis	Comerciais Leves	Caminhões	Ônibus	Total	Var anual (%)
1979	3.328	1.286	10	---	4.624	---
1980	239.251	14.750	14	---	254.015	5.393,40
1981	120.934	6.761	1.126	7	128.828	(49,28)
1982	214.406	22.272	904	3	237.585	84,42
1983	549.550	41.365	2.069	---	592.984	149,59
1984	496.653	61.234	2.590	15	560.492	(5,48)
1985	573.383	66.856	1.908	---	642.147	14,57
1986	619.854	77.877	1.452	---	699.183	8,88

Fonte: Anuário da Indústria Automobilística Brasileira (2012)

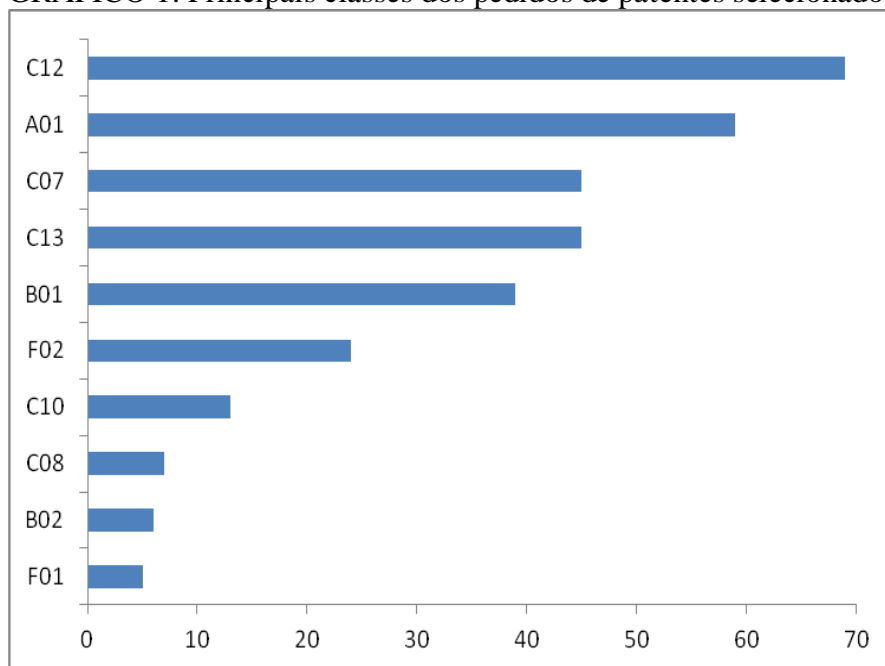
Nota-se definitivamente que os objetivos do Proálcool surtiram efeito, ou seja, no tocante a expansão do setor sucroalcooleiro nacional durante o período analisado, novas variedades de cana-de-açúcar foram desenvolvidas nacionalmente e introduzidas em larga escala. A área cultivada com cana praticamente dobrou, o volume de cana-de-açúcar processado cresceu mais do que 200%, a produção de álcool total superou as expectativas iniciais e os índices de produtividade agrícola e industrial melhoraram relativamente. Resta analisar o quanto esse cenário próspero de expansão, fortemente impulsionado pelo Estado, suscitou a expansão da base científica nacional voltada a esse setor. Para tanto, a proposta do trabalho é de analisar documentos de patentes registrados no Brasil durante o período de 1975 e 1985.

A busca das patentes foi realizada no site do INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial) na base de dados LATIPAT, que possui dados de países da América Latina e Espanha. Foi feita uma busca avançada e usadas palavras chaves de interesse no título ou no resumo e data de publicação compreendendo o período destacado.

As palavras chaves utilizadas na busca e o número de documentos de patentes gerados como resultados foram: cana de açúcar (50 resultados), cana-de-açúcar (47 resultados), etanol (439 resultados), etanol de cana (1 resultado), álcool (145 resultados), álcool de cana (4 resultados) e álcool combustível (11 resultados). Do total de resultados da busca para cada item foram selecionados somente aqueles que apresentaram informação sobre a publicação com o código BR, que se refere ao Brasil. Do total encontrado (697 documentos de patentes) foram selecionados 301 patentes (código BR), das quais retiraram-se as repetidas, as que não são objetivos do presente trabalho e as quais não tinham informações sobre requerentes (1 documento) ou classificação internacional (4 documentos), totalizando assim 251 patentes.

O GRÁFICO 1, refere-se às principais classes de pedidos de patentes selecionadas na etapa de busca, segundo a Classificação Internacional de Patentes⁴. Nota-se que as principais classes enquadradas foram associadas às seções A, B, C e F. A seção A refere-se a necessidades humanas; a seção B a operações de processamento e transporte; a seção C a química e metalurgia e a seção F a engenharia mecânica, iluminação, aquecimento, armas e explosão.

GRÁFICO 1: Principais classes dos pedidos de patentes selecionados na etapa de busca



Fonte: Elaborado pelos autores a partir da base de dados.

Nota: Um pedido de patente pode apresentar mais de uma classificação, sendo que todas foram contabilizadas na pesquisa, por isso a soma da frequência das classes é superior ao número de documentos pesquisados.

As classes com maior concentração de resultados apresentados na busca foram: C12 (69 resultados), A01 (59 resultados), C07 (45 resultados), C13 (45 resultados), B01 (39 resultados), F02 (24 resultados), C10 (13 resultados), C08 (7 resultados), B02 (6 resultados) e F01 (5 resultados). As demais classes foram desconsideradas por apresentarem no máximo quatro repetições.

Seguem, em ordem decrescente, as definições para as classes que mais apresentaram documentos de patente na pesquisa:

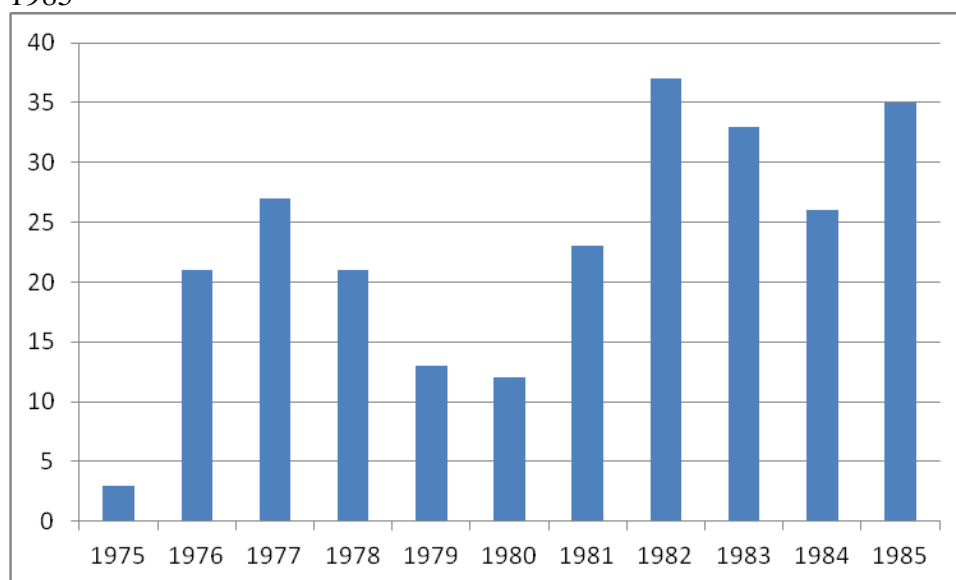
- C12: bioquímica, cerveja, álcool, vinho, vinagre, microbiologia, enzimologia, engenharia genética ou de mutação;
- A01: agricultura, silvicultura, pecuária, caça, captura em armadilhas e pesca;
- C07: química orgânica;
- C13: indústria do açúcar;
- B01: processos ou aparelhos físicos ou químicos em geral;

⁴ A Classificação Internacional de Patentes, também chamada de IPC (International Patent Classification), estabelece um sistema hierárquico de símbolos para a classificação de Patentes de Invenção e de Modelo de Utilidade de acordo com as diferentes áreas tecnológicas. Ela é adotada por mais de 100 países e coordenada pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (INPI, 2013).

- F02: motores de combustão, instalações de motores a gás quente ou de produtos de combustão;
- C10: indústrias do petróleo, do gás ou do coque; gases técnicos contendo monóxido de carbono; combustíveis; lubrificantes; turfa;
- C08: compostos macromoleculares orgânicos; sua preparação ou seu processamento químico; composições baseadas nos mesmos;
- B02: trituração, pulverização ou desintegração; beneficiamento preliminar do grão antes da moagem;
- F01: máquinas ou motores em geral; instalações de motores em geral; máquinas a vapor.

Verifica-se que essas classes abrangem todas as etapas da cadeia produtiva de álcool e açúcar, compreendendo desde as fases agrícolas, que precedem ao plantio, até o processamento final e estocagem dos produtos acabados.

GRÁFICO 2: Distribuição das patentes selecionadas na etapa de busca por período 1975-1985

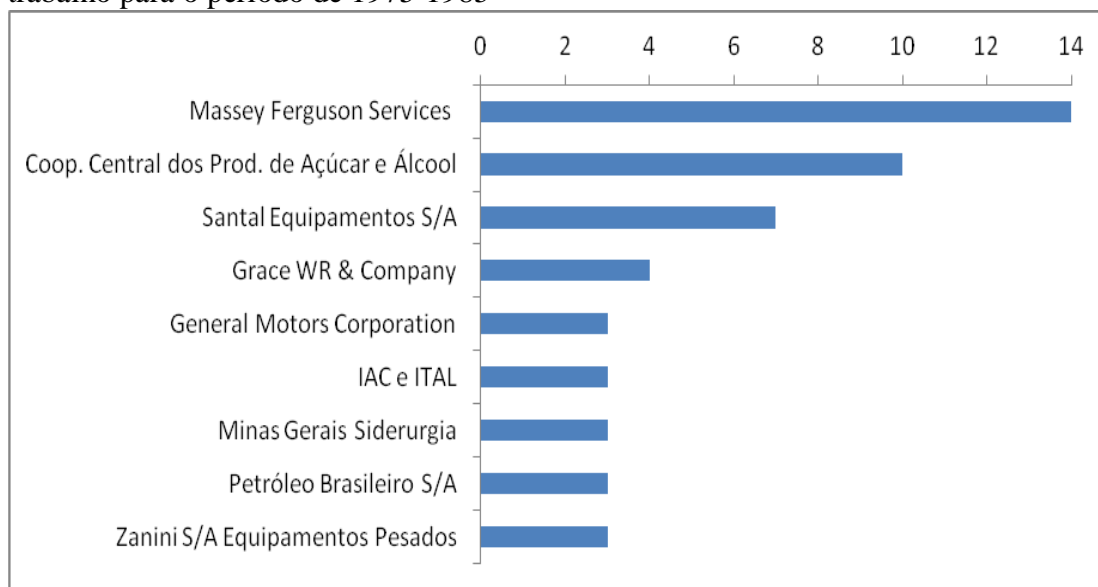


Fonte: Elaborado pelos autores a partir da base de dados.

O GRÁFICO 2 traz a evolução do número de patentes em relação ao período analisado (1975-1985). Observa-se que houve um crescimento de 600% nos anos de 1975 a 1976, que coincide com a implantação do Proálcool. Até o ano de 1977 notam-se taxas de variação positivas (600 e 28,57%, respectivamente). No período de 1978 a 1980 houve queda no número de documentos relacionados às patentes.

O pico do período analisado ocorreu no ano de 1982, onde foram encontrados 37 patentes. Esse período coincide com o auge (período entre 1981 e 1985) da segunda fase do Proálcool (1980 a 1989), decorrente de incentivos públicos fiscais e financeiros, que beneficiaram produtores de etanol e consumidores finais (VEIGA FILHO & RAMOS, 2006, p.48-50). Pode-se notar que, em geral, houve um crescimento representativo no período analisado (1975-1985), que apresentou taxa média de crescimento de 71,57%.

GRÁFICO 3: Principais depositantes no Brasil dos documentos considerados no presente trabalho para o período de 1975-1985



Fonte: Elaborado pelos autores a partir da base de dados

O GRÁFICO 3 apresenta os principais requerentes, no Brasil, dos pedidos de patente considerados no presente trabalho. Foram identificados 192 requerentes para os 251 pedidos de patente publicados no período estudado. Observa-se que a Massey Ferguson Services apresentou o maior número de pedidos de patentes publicados durante o período analisado, ou seja, 14 pedidos. Os demais requerentes com frequência maior ou igual a três são: Cooperativa Central dos Produtores de Açúcar e Álcool (10 pedidos); Santal Equipamentos S/A (7 pedidos); Grace WR & Company (4 pedidos); General Motors Corporation (3 pedidos); Instituto Agrônomo - IAC e Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL (3 pedidos); Minas Gerais Siderurgia (3 pedidos); Petróleo Brasileiro S/A (3 pedidos) e Zanini S/A Equipamentos Pesados (3 pedidos).

5. Considerações finais

De maneira geral o Programa Nacional do Álcool proporcionou os resultados esperados quando da sua criação. Possibilitou a expansão da produção canavieira, ampliou a capacidade de processamento da agroindústria nacional e colaborou decisivamente para a consolidação de um combustível em larga escala substituto da gasolina, algo até então inédito no mundo. É sabido que alguns condicionantes para o sucesso desse programa deuse anteriormente a sua instalação, o Programa Nacional de Melhoramento da Cana de Açúcar (PLANALSUCAR) e o Programa de Racionalização da Agroindústria Canavieira foram fundamentais para alicerçarem as bases para o grande salto de produção que veio na sequência.

Apesar dos resultados positivos, nota-se que o decreto que instituiu o Proálcool não destaca em momento algum que a expansão da capacidade de produção da agroindústria canavieira viria de uma maior racionalização do emprego dos fatores, o que proporcionaria ganhos de produtividade através do desenvolvimento e adoção de novas tecnologias voltadas ao setor produtivo agrícola ou industrial. No pacote de incentivos do Proálcool destacaram-se subsídios creditícios para: a instalação de destilarias autônomas e anexas em usinas; expansão da área plantada com cana-de-açúcar; ampliação e modernização técnica das destilarias e usinas em operação; e a construção e ampliação de sistemas de armazenagem

(tancagem). A maioria dos créditos oferecidos no período foi utilizado por usinas e destilarias em São Paulo, principal mercado consumidor de álcool do país, o que beneficiou diretamente a expansão e modernização do parque produtivo do estado (RAMOS, 1999).

Nesse sentido, o decreto destaca apenas que um dos objetivos do programa é de expandir a produção de bens de capital, *“através da crescente colocação de encomendas de equipamentos com alto índice de nacionalização, destinado à ampliação, modernização e implantação de destilarias”*. Nota-se, neste caso, uma preocupação muito maior com a importação de equipamentos para sustentar a expansão do setor em um momento macroeconômico histórico na conjuntura petrolífera mundial (devido ao primeiro choque do petróleo), de preços internacionais do açúcar de baixa histórica e déficits crescentes no balanço de pagamento do país⁵. Deixando para segundo plano de atuação, sem uma estratégia definida, os condicionantes necessários para que fomenta o desenvolvimento de novas tecnologias produtivas para sustentar esse novo ciclo da produção sucroalcooleira nacional.

A criação do Plano Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar (PLANALSUCAR) foi conduzido no âmbito institucional pelo Instituto do Açúcar e do Alcool – IAA e sucedeu as estações experimentais vinculadas à União, mantendo o foco na criação de variedades de cana-de-açúcar, o que proporcionou um significativo aumento na capacidade de gerar variedades e de aumentar a produtividade do setor. Em São Paulo, as usinas utilizavam as variedades com melhor aproveitamento se comparadas as demais regiões, combinando novas variedades e técnicas de cultivo, ambas desenvolvidas pela COPERSUCAR em 1970, reforçou-se a capacidade das usinas de gerar seu próprio conhecimento e difundir tecnologias.

Assim, em meados da década de 1980 a COPERSUCAR passou a pesquisar variedades de cana e a desenvolver tecnologias industriais próprias, para isso realizou convênios com instituições de pesquisa do exterior e trouxe pesquisadores internacionais.

Quanto ao setor de bens de capital que se desenvolveu durante esse período, as firmas até então instaladas no país se aproveitaram substancialmente da Resolução CNA1 nº 09/79 publicada pela Comissão Nacional do Alcool – CNA que destacava o objetivo de acelerar a produção de álcool e aumentar a oferta de equipamentos para construção de destilarias autônomas. Essa resolução destacava que esses objetivos deveriam ser cumpridos sem que para isso outra resolução, a CNA1 nº 05/76 fosse desconsiderada, essa por sua vez tratava da proibição da importação de máquinas e equipamentos para usinas e destilarias, com similares de produção nacional. Regrava a aquisição por empresas titulares de destilarias autônomas, de moendas usadas e outros equipamentos complementares, indicando a Secretaria Executiva da Comissão Nacional do Alcool como responsável por emitir as autorizações prévias de negociação, compra e transferências de tais equipamentos (CNA, 1979, p. 18).

Segundo PIACENTE (2010, p. 143) os investimentos realizados durante o programa foram na sua maioria públicos, para tanto, o IAA restringiu normativamente a importação de máquinas e equipamentos para as usinas e destilarias como forma de incentivar a indústria nacional. Isso fortaleceu a concentração produtiva industrial, porém o controle desse setor, que havia sido praticamente absoluto do Grupo Dedini até meados na década de 1960,

⁵ Ver mais sobre a conjuntura macroeconômica que antecede a publicação do Decreto nº 76.593 em SZMRECSÁNYI (1979, p. 306-310).

passou a ser dividido, mais especificamente em São Paulo, com a Zanini Equipamentos Pesados S. A.

Assim o Proálcool ampliou sobremaneira a capacidade de produção desses dois grupos empresariais que praticamente dominavam o fornecimento de equipamentos para o processamento da cana no Brasil, basicamente através do licenciamento de equipamentos e máquinas desenvolvidas em outros centros canavieiros, ou da engenharia reversa de modelos já em domínio público. Ou seja, essas firmas atuavam estrategicamente muito mais ligadas a difusão de tecnologias conhecidas do propriamente dito no seu desenvolvimento.

De maneira geral, o crescimento da atividade alcooleira no período analisado só foi possível em função de esforços tecnológicos exógenos aos produtores de álcool. O crescimento do padrão tecnológico da agroindústria sucroalcooleira foi impulsionado pelos fornecedores de tecnologia, basicamente as instituições de pesquisa agrícola e fornecedores de bens de capital.

6. Referências

- AZZI, G. M. (1971). Programa Nacional de Melhoramento da Cana. São Paulo: IAA/DAP, maio de 1971.
- BAIN, J. (1956). Barriers to New Competition, Harvard UP, reimpressão, Fairfield, Augustus M. Kelley Publishers, 1993.
- BELL, M.; PAVITT, K. (1992). National capacities for technological accumulation: evidence and implications for developing countries. *World Bank's Annual Conference on Development Economics*, Washington, D.C., USA, 30 April & 1 May 1992.
- BIGGS, J. B. (1990). Asian students' approaches to learning: Implications for teaching overseas students. Paper delivered to 8th Australasian Tertiary Skills and Language Conference, Queensland University of Technology, July.
- CNA – Comissão Nacional do Álcool (1979). Resolução CNA1 nº 09/79, de 07 de fevereiro de 1979. Revista Brasil Açucareiro, Vol. 93, nº 3, março de 1979.
- DOSI, G. (1984). The nature of the innovative process. In: DOSI *et al.* *Technological change and economic theory*. Pinter Publishers, London, 1988.
- DOSI, G. (2006) Mudanças técnicas e transformação industrial. Tradutor: Carlos D. Szlak. – Campinas, SP: Editora de UNICAMP, 2006.
- VEIGA FILHO, A.A.; RAMOS, P. (2006) Proálcool e evidências de concentração na produção e processamento de cana-de-açúcar. *Informações Econômicas*, v. 36, n. 7, p. 48-61, julho 2006.
- INPI - INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL. (2009). O que é patente? Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/menu-esquerdo/patente/pasta_oquee>. Acesso em: 04 maio. 2013.
- LABINI, P. S. (1980). Oligopólios e progresso técnico. São Paulo: Forense, 1980.
- LANDELL, M. G. & BRESSIANI, J. A. Melhoramento Genético, Caracterização e Manejo Varietal. In: MIRANDA, L. L. D., VASCONCELOS, A. C. M., LANDELL, M. G. (2008). *Cana-de-açúcar*. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2008.
- MALERBA, F.(2004). Sectoral systems of innovation: basic concepts. In: MALERBA, F. (Ed.). *Sectoral Systems of Innovation*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004, p. 9-41.
- MALERBA, F.; ORSENIGO, L. (1997). Technological regimes and sectoral patterns of innovative activities. *Industrial and Corporate Change*, v. 6, p. 83-117, 1997.

- MORAES, M.A.F.D. (2000). A desregulamentação do setor sucroalcooleiro do Brasil, São Paulo, Caminho Editorial.
- NELSON, R. R. & WINTER, S. G. (1977). In search of useful theory innovation. *Research Policy*, v. 6, p. 36-76, 1977.
- NELSON, R. R. & WINTER, S. G. (2005). Uma teoria evolucionária. Tradutor: Cláudia Heller. – Campinas, SP: Editora de UNICAMP, 2005.
- NUNES, D. (1987) Variedades de Cana-de-açúcar. IN: PARANHOS, S. B. *Cana-de-açúcar cultivado e utilização*. Campinas: fundação Cargil. 1987.
- OCDE (1989). Competition policy and intellectual property rights. Paris: OCDE, 1989.
- PIACENTE, F. J. (2010). Inovação e Trajetórias Tecnológicas: O caso dos dois sistemas de extração de sacarose no Brasil. Tese de Doutorado – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP, 2010.
- RAMOS, P. (1999). Agroindústria canavieira e propriedade fundiária no Brasil. São Paulo: Editora. Hucitec, 1999.
- ROGERS, E. M. (1983). *Diffusion of innovations*. Third edition., New York, Free Press, 1983.
- SCHUMPETER, J. A. (1982). Teoria do desenvolvimento econômico. São Paulo: Abril Cultural, 1982.
- SCHUMPETER, J. A. (1961). Capitalismo, socialismo e democracia. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.
- SCHERER, F. (1970). Industrial market structure and economic performance. Chicago: Rand McNally, 1970.
- SZMRECSÁNYI, T. (1979). O Planejamento da Agroindústria Canavieira do Brasil (19360-1975), São Paulo: Editora Hucitec, 1979.
- THIRTLE, C. G.; RUTTAN, V. W. (1987). The role of demand and supply in the generation and diffusion of technical change, London, Harwood Academic Publishers, 1987.