

# ORGANIZAÇÕES, INSTITUIÇÕES E TECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA: APLICAÇÃO DA ABORDAGEM DE SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO

## **Francisco José Peixoto Rosário**

Graduado em Economia e mestre em Administração pela Universidade Federal de Alagoas (Ufal). Doutor em Economia da Indústria e da Tecnologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professor de Economia da Ufal. Coordenador do Mestrado em Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (Ufal) e do Grupo de Estudos em Agroindústria e Inovação (Ufal).

*E-mail:* chicorosario@gmail.com

## **Luciana Peixoto Santa Rita**

Graduada em Economia e mestre em Administração pela Universidade Federal de Alagoas (Ufal). Doutora em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). Professora adjunta da Universidade Federal de Alagoas (Ufal). Consultora *ad hoc* do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep/MEC).

*E-mail:* lsantarita@hotmail.com

## **Paula Pradines de Albuquerque**

Mestranda em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

*E-mail:* paulapradines@gmail.com

## **Josealdo Tonholo**

Graduado em Química pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP). Mestre e doutor em Físico-Química pelo Instituto de Química de São Carlos (IQSC). Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação e professor da Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

*E-mail:* tonholo@gmail.com

## Resumo

Este trabalho investiga as interações entre os agentes econômicos, a fim de verificar a premissa de que a inovação e a competitividade em uma indústria são sistêmicas e coevoluem. Nesse sentido, utilizou-se a abordagem de sistema setorial de inovação (SSI), definida por Malerba, tendo em vista a relação entre as dimensões de análise: organizações, tecnologias e instituições, na Indústria Sucoalcooleira de Alagoas, a maior produtora e exportadora de açúcar e etanol da região Nordeste. Após uma pesquisa exploratória e descritiva, os resultados apontaram para uma interação positiva entre essas três dimensões de análise e mostraram que há interação entre as universidades e os centros de pesquisa, além de grande parte do avanço tecnológico advir de parcerias públicas e privadas. Destaca-se que o esforço de pesquisa se concentra na área genética e em inovações de processos. O estudo, assim, indica que há um sistema de inovação localmente circunscrito.

**Palavras-chave:** Sistema de inovação; Inovação; Indústria sucoalcooleira.

## 1

## INTRODUÇÃO

O Brasil tem se mostrado um laboratório mundial para as experiências em larga escala de biocombustíveis. Seu mais evidente sucesso é a produção de bioetanol por mais de 420 unidades produtoras, na safra 2009-2010, totalizando 26 bilhões de litros de etanol e mobilizando 4,5 milhões de trabalhadores no país (PROCANA, 2010).

O resultado desse sucesso está trazendo profunda reestruturação produtiva nesse setor, que, desde a década de 1990 (época em que saiu da tutela do Estado brasileiro) vem passando por fases de instabilidade. A agroindústria sucoalcooleira brasileira domina todos os processos produtivos, do plantio à distribuição do combustível e do açúcar, além de apresentar uma avançada

rede de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) que vem sustentando seu desenvolvimento e sua competitividade desde a época do nascimento do Programa Nacional do Alcool (Proálcool), em 1974.

Um dos elementos interessantes desse setor é que, no Brasil, ele pode ser visto como dois subsistemas separados geograficamente. Um subsistema de produção localizado no Centro-Sul (regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul) e outro localizado no Norte-Nordeste. O objeto de estudo deste trabalho é o segundo subsistema.

É inegável que a abertura de mercados (ocorrida nos anos 1990) trouxe para essa agroindústria uma certa pressão competitiva, de modo que as tecnologias empregadas, a organização da produção e a geração de inovações passaram a ser elementos-chave para a competitividade setorial. Em virtude dessas mudanças, o setor sucroalcooleiro do Brasil – com tecnologias modernas próprias de produção, processamento e gestão – tornou-se um dos mais competitivos do mundo, com altos níveis de produtividade e de rendimento e menores custos de produção.

Nessa discussão, é relevante o fato de que no Nordeste a agroindústria sucroalcooleira é representativa, no tocante a empregos e ao valor bruto da produção, particularmente em Alagoas. Nesse estado, esse setor da indústria é responsável por 60% do valor de transformação industrial, empregando 83% de todo o pessoal ocupado no estado (FIEA, 2010) e 80% das exportações (FRANCO, 2011). Tal desempenho demonstra a importância dessa indústria para o desenvolvimento local, justificando, em larga medida, a realização desta pesquisa, principalmente para pontuar a referência de interações entre organizações, tecnologias e instituições.

Diante disso, uma questão de pesquisa é levantada: como as interações entre os agentes componentes da agroindústria sucroalcooleira, situada em Alagoas, permitem enquadrar essa indústria em um sistema setorial de inovação, como proposto por Malerba (2002, 2005)?

Para delimitar essa reflexão e aprofundar-se nela, este artigo pretende analisar as interações e as articulações tecnológicas entre as empresas da indústria sucroalcooleira do estado de Alagoas, por meio das três dimensões (organizações, tecnologias e instituições) propostas por Malerba (2002, 2005). Especificamente, a pesquisa almeja aferir o perfil das empresas sucroalcooleiras, os tipos de interações que existem entre elas e seus concorrentes, bem como avaliar a intensidade e evolução das interações das unidades de produção com seus fornecedores e suas organizações.

A pesquisa pretende ainda verificar se é possível identificar as dimensões (organizações, tecnologias e instituições) de um sistema setorial de inovação e verificar como participam de forma conjunta na dinâmica desse setor no estado, mapeando os agentes ligados à geração e à difusão de inovações.

A partir dessas assertivas, este artigo desenvolve-se em cinco seções. Na introdução, procede-se a uma abordagem da problemática, sendo apresentados o tema, a justificativa e os objetivos. Em seguida, na seção 2 são apontadas as bases conceituais sobre o tema. Na seção 3, apresenta-se a descrição dos procedimentos metodológicos. Os resultados obtidos são apresentados na seção 4. Na seção 5, são apresentadas as considerações finais do estudo. Por fim são indicadas as referências bibliográficas.

## 2

### SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO: UM MARCO ANALÍTICO

A literatura de sistemas produtivos e de inovação conduz à noção de que a natureza da inovação e da produção é sistêmica, sendo a firma a unidade de análise. Contudo, não é ela que sozinha conduz todo o processo, ela está inserida em uma miríade de formas colaborativas e em interdependência com outras organizações (EDQUIST, 2005; MALERBA, 2002; BRESCHI; MALERBA, 1997). Essas organizações podem ser outras firmas, fornecedores, consumidores, concorrentes ou entidades que não atuam diretamente no mercado, como universidades, órgãos governamentais, organizações não governamentais etc. (EDQUIST, 2005).

Não obstante, a unidade de análise da abordagem neo-schumpeteriana é a firma, uma vez que essa entidade exerce papel significativo no processo de inovação, de forma a desenvolver habilidades e competência técnica ao identificar oportunidades tecnológicas e de mercado.

A ideia de sistemas de inovação (SI) foi *a priori* discutida na década de 1980, sendo parte das perspectivas analíticas de órgãos importantes como a Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (Oced), Comissão Europeia e para a Conferência das Nações Unidas para Comércio e Desenvolvimento (Unctad), conforme indicam Lundval et al., 2002.

Por sua natureza sistêmica, a abordagem de sistema de inovação põe em foco a inovação e o processo de aprendizado. Contudo, esses elementos cen-

trais são resultado de um conjunto de interações entre organizações, agentes individuais e instituições que incentivam ou mitigam o processo de desenvolvimento, difusão e uso da inovação (EDQUIST, 2005).

De acordo com essa concepção, um sistema de inovação tem por objetivo explicar a relação entre instituições de diferentes tipos, que, em conjunto e individualmente, contribuem para o desenvolvimento e a transmissão de tecnologias, além de ser uma alternativa para as empresas adquirirem novas habilidades e competências.

Neste estudo, utiliza-se a tipologia da setorialidade. A vantagem da visão sistêmica setorial está na possibilidade de maior conhecimento da estrutura e das fronteiras do setor, de seus agentes e das interações, dos processos de aprendizado, de inovação e de produção, da dinâmica de transformação e dos fatores que determinam as performances das firmas (MALERBA, 2002).

É importante notar que, quando se analisa um setor industrial, sua dinâmica está ligada ao regime tecnológico vigente para aquela indústria, e essa abordagem está bem estruturada na concepção de Malerba (2002) referente aos sistemas setoriais de inovação.

O autor reconhece os sistemas setoriais de inovação e produção como constituídos por um conjunto de produtos e de agentes direta ou indiretamente relacionados ao mercado. Esses agentes podem ser indivíduos ou organizações em vários níveis de agregação, com processos específicos de aprendizado, competências, estruturas organizacionais, crenças, objetivos e comportamentos que interagem pelos processos de comunicação, trocas, operações, competições e comandos.

Outro enfoque é que esses sistemas possuem uma base específica de conhecimentos, institucionalidades, tecnologias, insumos e demandas, que se transforma a partir da coevolução desses próprios elementos (MALERBA, 2002).

Segundo Malerba (2002), um sistema setorial de inovação e produção é um conjunto de produtos novos – estabelecidos para uso específico – e um conjunto de agentes que realizam atividades e interações de mercado e de não mercado para a criação, produção e venda desses produtos.

O autor ainda descreve um SSI por três dimensões responsáveis pela geração de novas tecnologias e pela inovação: o conhecimento e o domínio tecnológico, os atores e as cadeias e as instituições. Essas dimensões formam os pilares do conceito de SSI como resultado da interação de diversas lógicas funcionais, da complexidade e dinamicidade, de maneira a beneficiar a inovação, o que raramente ocorre de forma isolada (MALERBA, 2005).

Como detalhamento, a Figura 1 apresenta as três dimensões que, segundo Malerba (2002), constituem um sistema setorial de inovação.

### Figura 1

#### Três dimensões de um sistema setorial de inovação, segundo Malerba (2002)



Fonte: Elaborada pelos autores.

Na primeira dimensão, um aspecto a ser mencionado se refere ao enfoque no conhecimento, no domínio tecnológico, nos vínculos e nas complementaridades dinâmicas, que são a fonte principal de transformação e crescimento de sistemas setoriais, gerando inovação e mudança. Na segunda dimensão, um setor é composto por indivíduos e/ou organizações (agentes) em vários níveis de agregação, com processos de aprendizado específicos, competências, estrutura organizacional, crenças, objetivos e comportamentos que interagem por meio de processos de comunicação, trocas, cooperações, competições e comandos. Por sua vez, na terceira, as instituições são um composto que incluem normas, rotinas, hábitos comuns, práticas estabelecidas, regras, leis e padrões que moldam as interações entre agentes.

Entre os estudos desenvolvidos sobre a abordagem setorial de sistemas de inovação na forma proposta por Malerba (2002, 2005), Rosário (2008) analisa a agroindústria sucroalcooleira nacional e menciona que a interação entre

as redes de pesquisa no desenvolvimento de inovações está alterando o padrão de concorrência setorial.

Na análise desse SSI em Alagoas, as organizações podem ser caracterizadas como unidades produtoras de açúcar e álcool – as quais interagem com os centros de pesquisas, locais e nacionais, bem como viabilizam os testes das tecnologias geradas no sistema de inovação, de forma a difundir os resultados.

### 3

## ABORDAGEM METODOLÓGICA

A pesquisa foi operacionalizada em duas fases. Inicialmente, foram levantados dados documentais em institutos e organizações voltados à pesquisa no segmento. Em seguida, foram coletados dados primários, de modo a obter a resposta para a questão posta na introdução. Logo, o estudo teve cunho exploratório e descritivo, tendo como base o método *survey*<sup>1</sup>.

A coleta de dados primários foi realizada com uma pesquisa perante a população-alvo de 24 indústrias sucroalcooleiras do estado de Alagoas, definida a partir do cadastro da Federação das Indústrias do Estado de Alagoas (FIEA, 2007). Embora todas as empresas tenham sido contatadas, apenas 16 responderam ao questionário. Não foi objeto de análise a aplicação de questionário com os outros integrantes do sistema setorial de inovação, tendo em vista que a pesquisa pretendia entender a interação sob a ótica das unidades produtivas. Pelo caráter confidencial, as unidades pesquisadas não estão identificadas.

O instrumento de pesquisa foi dividido em três blocos. O primeiro teve como objetivo mensurar as inovações desenvolvidas pelas empresas em 2008, considerando três aspectos: novos produtos lançados, novos processos desenvolvidos e patentes registradas. O segundo bloco buscou identificar a evolução da rede de interação, identificando o nível de relacionamento entre as empresas da indústria e outras organizações (concorrentes, fornecedores, centros de pesquisa, consultorias, entre outros). No terceiro bloco de questões, o objetivo foi validar o grau de associação entre as dimensões do SSI, a partir da percepção das unidades produtivas em relação às variáveis *proxy* dessas dimensões.

---

1 Pinsonneault e Kraemer (1993) definem a pesquisa *survey* como a maneira de coletar dados ou informações sobre particularidades de um grupo, por meio do instrumento “questionário”.

Os dados primários foram analisados por meio do emprego de testes estatísticos descritivos para estabelecer o perfil e as características das inovações das empresas. Para testar a correlação e a associação entre os dados<sup>2</sup>, foram utilizadas duas técnicas não paramétricas: 1. coeficiente de concordância Kendall  $\tau$ ; e 2. teste  $\rho$  de Spearman. Para considerá-los significativos ao estudo, estabeleceram-se os níveis de significância  $p = 0,05$  e  $p = 0,01$ .

## 4

# ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS

## 4.1 Perfil das empresas e inovações desenvolvidas

O estado de Alagoas produziu, em suas 24 unidades produtivas, na safra 2008-2009, 29,8 milhões de toneladas de cana, 2,6 milhões de toneladas de açúcar e 852,6 mil metros cúbicos de álcool, conforme o Sindicato da Indústria do Açúcar e do Álcool no Estado de Alagoas (Sindaçúcar/AL).

Na estrutura industrial da agroindústria sucroalcooleira em Alagoas, as usinas operam com uma escala mínima eficiente<sup>3</sup> (EME) de 1.206 milhões de toneladas de cana moída/ano.

Segundo o Gráfico 1, cerca da metade das empresas alagoanas estão dentro dessa zona; a outra metade pode ser considerada ineficiente, uma vez que opera com custos crescentes. Essa informação possibilita entender que as ineficiências podem ser oriundas, também, de tecnologias de produção mais antigas, uma vez que os custos médios das unidades menores são mais altos que nas demais unidades produtivas.

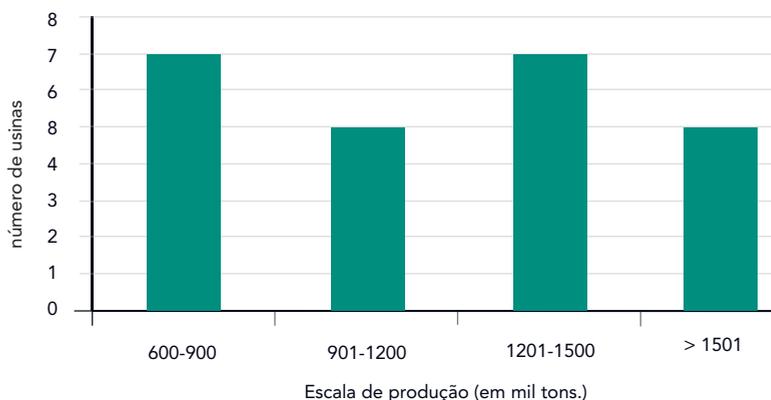
---

2 As estatísticas não paramétricas foram utilizadas, pois se adaptam aos dados das ciências do comportamento, não sendo necessário fazer suposições relacionadas à distribuição da população (dado o tamanho da amostra) da qual tenham sido extraídos os dados (SIEGEL, 1975).

3 É a escala de produção na qual os custos unitários médios param de cair, ou seja, é a região na qual as empresas operam com seus custos mais baixos, dado o tamanho do mercado. Neste artigo, é calculada pela mediana da produção das usinas da indústria em Alagoas.

### Gráfico 1

#### Distribuição das escalas de produção (em mil ton./ano) na safra 2007-2008



Fonte: Dados da pesquisa Sindaúcar/AL.

Quando questionadas acerca de inovações, as empresas, no geral, afirmaram não ter gerado nenhum novo produto nem ter registrado patentes em 2008. Todavia, todas realizaram inovações em seus processos no tocante à melhoria da produtividade e à eficiência na escala de produção. Desse modo, é possível entender a adoção de novos cultivares como uma inovação no processo agrícola.

Um dado relevante na pesquisa é o fato de todas as empresas afirmarem investir 10% de seu faturamento em P&D. Isso é factível, uma vez que as usinas parceiras do Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (PMGCA) da Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (Ridesa), em Alagoas, investem perto de dois milhões de reais em pesquisa de novos cultivares. Em geral, 80% das empresas apresentaram os maiores investimentos em P&D em pesquisas genéticas na área agrícola. A maioria das empresas (85%) possui laboratórios para a análise do açúcar, do álcool e da própria cana-de-açúcar.

Além da pesquisa propriamente dita, as unidades produtoras alagoanas possuem o mais moderno sistema de irrigação por gotejamento do país, alcançando o mesmo nível de produtividade do Centro-Sul (FRANCO, 2011), o que representa, assim, mais uma adoção de técnica avançada.

Segundo dados do Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) da Universidade Federal de Alagoas, entre 2000 e 2008 foram registrados apenas dois novos tipos de cultivares no Ministério da Agricultura. Em 2010, a Ridesa liberou 13 novas variedades de cana no Brasil, sendo que cinco foram totalmente desenvolvidas em Alagoas (AGROLINK, 2010). Ainda considerando dados do NIT/Ufal, as empresas produtoras e a Ridesa, no estado de Alagoas, contam atualmente com 12 contratos de pesquisa colaborativa.

## ■ 4.2 A rede de pesquisa do sistema setorial no Nordeste

Entre os integrantes do sistema setorial de inovação, podem-se citar algumas organizações públicas e privadas que têm participação no desenvolvimento do setor em distintos níveis, como: Ridesa, Cooperativa Regional dos Produtores de Açúcar e Alcool de Alagoas, Associação dos Plantadores de Cana-de-Açúcar de Alagoas, Sindicato da Indústria do Açúcar e do Alcool no Estado de Alagoas – órgãos de fomento, apoio e financiamento, como pode se observar no Quadro 1.

A Ridesa constitui uma estrutura de pesquisa em cana-de-açúcar para o desenvolvimento de novas variedades de cana-de-açúcar e do tipo de manejo ideal para o aumento da produção. Essa rede foi inicialmente instituída por meio de convênio firmado entre sete universidades federais (Un. Fed. Paraná, Un. Fed. de São Carlos, Un. Fed. Viçosa, Un. Fed. Rural do R. J., Un. Fed. Alagoas, Un. Fed. Rural de Pernambuco), localizadas nas áreas de atuação das coordenadorias do ex-Planalsucar, do qual foram absorvidos o corpo técnico e a infraestrutura das sedes das coordenadorias e estações experimentais. Com o apoio de parte significativa do setor sucroalcooleiro, por meio de convênios e contratos de transferência tecnológica, a Ridesa começou a desempenhar suas funções em 1991.

As universidades da rede apoiam técnica e institucionalmente a sustentação de estações experimentais estrategicamente localizadas nos estados onde a cultura da cana-de-açúcar representa maior expressão. A ênfase das pesquisas nas estações experimentais se refere à manutenção e à continuidade da pesquisa relacionada ao Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (PMGCA). Atualmente, os cultivares de sigla RB, antes desenvolvidos pelo extinto Planalsucar, estão presentes em mais de 54% da área cultivada com cana-de-açúcar no país e, em algumas regiões, chega a representar 70% do plantio comercial.

## Quadro 1

### Unidades do sistema setorial de inovação

Sistema de produção e inovação
<b>Firmas</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Unidades produtoras (usinas e destilarias).</li><li>• Fornecedores de máquinas e equipamentos.</li><li>• Fornecedores de matéria-prima.</li></ul>
<b>Infraestrutura de conhecimento</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (Ridesa).</li><li>• Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (Cetene).</li><li>• Cooperativa dos Plantadores de Cana de Alagoas (Coplan).</li><li>• Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Alagoas (Faeal).</li><li>• Sindicato da Indústria do Açúcar e do Álcool no Estado de Alagoas (Sindaçúcar/AL).</li><li>• Associação dos Plantadores de Cana do Estado de Alagoas (Asplana).</li><li>• Sociedade dos Técnicos do Açúcar do Brasil (Stab/Regional Leste).</li><li>• Universidade Federal de Alagoas (Ufal).</li><li>• Instituto Federal de Alagoas (Ifal).</li><li>• Sistema S: Sebrae, Senai, Senac.</li><li>• Banco Nacional para Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).</li><li>• Banco do Nordeste do Brasil (BNB).</li><li>• Federação das Indústrias do Estado de Alagoas (Fiea).</li></ul>
<b>Instituições (e políticas de apoio)</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Acordos de transferências de tecnologias da Ridesa/PMGCA e fornecedores de equipamentos.</li><li>• Acordo para venda conjunta por meio da cooperativa.</li><li>• Cooperação no uso de equipamentos e empréstimos quando há quebra (mesmo em usinas concorrentes).</li><li>• Acordo com representante do Ibama para discutir a redução da queima da cana (FERREIRA; VITAL; LIMA, 2008).</li><li>• Lei Federal nº 10.973, referente a incentivos em inovação e à pesquisa científica.</li><li>• Decreto nº 5.798 sobre incentivos fiscais à inovação tecnológica.</li><li>• Lei Federal nº 9.456 de proteção de cultivares.</li><li>• Lei Estadual nº 7.117 sobre inovação em Alagoas.</li><li>• Lei nº 6.320 de Concessão Fiscal no estado de Alagoas.</li><li>• Não há registro de legislação estadual para redução do corte com queima.</li></ul>

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Ridesa constitui uma estrutura de pesquisa e ensino em cana-de-açúcar que conta com 142 pesquisadores e 83 técnicos de oito universidades federais, 15 estações experimentais e 52 laboratórios para o desenvolvimento de novas variedades de cana-de-açúcar e do tipo de manejo ideal para a maxi-

mização da produção (BARBOSA, 2007). Em Alagoas e Pernambuco, a rede também conta com o apoio à pesquisa oferecido por 40 usinas. O principal patrimônio do PMGCA é o banco de germoplasma localizado na Estação de Floração e Cruzamento da Serra do Ouro (Ufal), no município de Murici, estado de Alagoas. Lá estão reunidos mais de 2000 genótipos, entre cultivares, clones, outras espécies relacionadas ao gênero *Saccharum* e cultivares importadas de diferentes regiões do mundo (RIDESA, 2009).

As universidades locais ligadas à rede (Ufal e UFRPE) são responsáveis por cerca de 30% das variedades RB lançadas. Após a criação da rede, já foram liberados para os produtores 37 cultivares RB (ALBUQUERQUE; SILVA, 2008).

Outro órgão de P&D regional é o Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (Cetene), cujo objetivo é realizar estudos, projetos interdisciplinares, atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação, em áreas estratégicas para o desenvolvimento do Nordeste brasileiro. Esse centro é uma iniciativa do Ministério da Ciência e Tecnologia que tem como foco a biofábrica de meristemas (clones) de cana-de-açúcar de alta produtividade, com o objetivo de distribuir os clones para pequenos produtores da Zona da Mata nordestina.

Fonseca e Rosário (2007) relatam que esse esforço é de extrema importância para o desenvolvimento da produtividade dessa agroindústria; no entanto, a difusão de novas tecnologias para o *pool* de firmas que participam do financiamento do P&D (Ridesa e CTC) não garante o caráter apropriado individual dos ganhos da inovação de uma nova variedade de cana ou mesmo de uma nova técnica de produção, seja agrícola seja industrial.

### ■ 4.3 Avaliação da evolução das redes de interações

Como forma de responder à questão de pesquisa (relativa à interação entre os agentes), nesta seção é apresentado o grau de interações entre empresas sucroalcooleiras (unidades produtoras) e organizações (outras empresas ou órgãos de apoio), empresas sucroalcooleiras e concorrentes e empresas sucroalcooleiras e fornecedores. Tais interações fortalecem a rede de agentes e garantem o aprendizado coletivo, a difusão do conhecimento e o uso de inovações nos sistemas de inovação.

Neste trabalho, foi utilizada uma escala tipo Likert, com cinco postos, variando de 1 (diminuiu fortemente) a 5 (aumentou fortemente). A marcação

dos dois menores valores sinaliza uma diminuição na interação entre os agentes nos últimos anos, e o aumento nos valores indica a melhoria da interação. O valor intermediário (3) indica que a relação se manteve “estável”, ou seja, não houve alterações no grau de relacionamento entre o agente respondente e os demais do SSI.

Para entender as relações entre as empresas sucroalcooleiras e as demais organizações do sistema, foram extraídas as médias dessa pontuação e os desvios padrão das respostas obtidas. Para esta pesquisa, os resultados favoráveis são as médias que se encontram acima do nível 3. Em geral, na concepção dos entrevistados, a evolução das relações coincide com o grau de interação existente, ou seja, evoluíram positivamente as relações entre agentes que já mantinham interação. A análise dos dados pode ser visualizada na Tabela 1.

**Tabela 1**

**Interação entre empresas sucroalcooleiras versus organizações do sistema setorial de inovação sucroalcooleiro**

Organizações	Média	Desvio padrão
Fornecedores	3,75	0,452
Instituições financeiras	3,58	0,900
Clientes	3,58	0,900
Universidades	3,33	0,651
Concorrentes	3,33	0,492
Órgãos públicos	3,17	0,835
Associações	3,08	0,289
Sindicatos	3,00	0,000

Fonte: Elaborada pelos autores.

De modo geral, na Tabela 1 identifica-se que a evolução das interações foi positiva, mas sem alteração, uma vez que a média se manteve em torno da “nota 3”. Isso sinaliza que a estrutura setorial em Alagoas está relativamente estável, uma vez que são os relacionamentos entre os agentes que determinam a dinâmica industrial (MALERBA, 2005).

Contudo, quando se analisa em termos das instituições financeiras, dos clientes e dos órgãos públicos, o desvio é grande, sinalizando que nem todas as empresas possuem a mesma percepção. No caso das instituições financeiras e dos clientes, o desvio alto pode ser reflexo da crise de 2008, pois as linhas de crédito nacionais e internacionais foram praticamente extintas, causando mudanças nos relacionamentos entre as usinas, os bancos e as entregas para os clientes. O desvio no tocante aos órgãos públicos pode ser reflexo do aumento da fiscalização trabalhista e do meio ambiente.

As universidades também representam um desvio significativo. Isso pode refletir o lançamento de novos cultivares nos últimos cinco anos – situação que não ocorria desde fins da década de 1990.

Após a análise da interação com os diferentes agentes, serão avaliados os tipos de relação que as unidades obtêm com dois agentes típicos de relações com o mercado: concorrentes e fornecedores. Entre concorrentes, a interação que se efetiva na verdade é a cooperação, ou seja, trocas de informações, técnicas produtivas e mesmo equipamentos entre as empresas. Os dados na Tabela 2 seguem a mesma escala da tabela anterior.

**Tabela 2**

**Tipos de cooperação entre os concorrentes da agroindústria em Alagoas**

Tipos de cooperação	Média	Desvio padrão
Tecnologias limpas	3,75	0,452
Equipamentos	3,67	0,492
Tecnologias comuns	3,67	0,492
Ensaio para desenvolvimento de novos produtos	3,33	0,492
Capacitação	3,33	0,492
Marketing	3,25	0,452

Fonte: Elaborada pelos autores.

Ao analisar essas interações, em geral nota-se que há estabilidade nas relações de cooperação entre as empresas, pois os desvios são praticamente os mesmos, e nenhuma variável *proxy* do relacionamento apresenta valor supe-

rior a 4. Contudo, é relevante salientar a média mais alta na troca de informações em relação às “tecnologias limpas” e às “tecnologias de produção comuns” (equipamentos e de produção), mostrando, inicialmente, que a preocupação ambiental é relevante (conforme sinalizado na Tabela 1) com relação aos “órgãos públicos”, e muito em voga para a produção agrícola atualmente. A tecnologia de produção é fator importante para as usinas, pois parte delas está abaixo da escala eficiente e, no Nordeste brasileiro, os fatores edafoclimáticos estabelecem um padrão de busca por melhoria nos indicadores de produtividade mais intenso que no Centro-Sul.

A Tabela 3, a seguir, mostra os fatores por meio dos quais as unidades de produção interagem com seus fornecedores; para tanto, foi utilizada a média. Nessa análise, foi possível observar que a maior interação com fornecedores ocorre em busca do “acesso a equipamentos e insumos” (compra e conhecimento tecnológico). Em especial, as interações ocorrem com fornecedores de máquinas e equipamentos que realizam “transferência de tecnologias”. Esse fator é típico da indústria brasileira desde a abertura do mercado, na década de 1990 (FERRAZ; KUPFER; IOOTY, 2003).

**Tabela 3**

### Tipos de interação usinas *versus* fornecedores

Tipos de interação	Média	Desvio padrão
Acesso a equipamentos e insumos	3,83	0,577
Ensaio para desenvolvimento de novos produtos	3,75	0,622
Assistência técnica	3,42	0,793
Aquisição de tecnologias mais limpas	3,33	0,651
Transferência de tecnologia	3,33	0,492
Ações conjuntas de <i>marketing</i>	3,00	0,000

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na Tabela 3, ressalta-se também que o ensaio para desenvolvimento de novos produtos é destaque no processo de interação. Esse é um dado impor-

tante, pois, apesar de o SSI induzir inovações prioritariamente na área agrícola, a indústria busca aperfeiçoamento e desenvolvimento de novas máquinas e equipamentos em troca de conhecimento com fabricantes de equipamentos, como é o caso da Dedini<sup>4</sup>. Esse é um típico exemplo dos processos de *learning-by-doing* comuns em indústrias tradicionais (PAVITT, 1984; BELL; ALBU, 1999). A variável “assistência técnica” apresentou o maior desvio padrão, pois a relação entre as firmas e seus fornecedores não é homogênea. Alguns fornecedores não oferecem assistência contínua para máquinas, equipamentos e sistemas e, por isso, a firma depende de consultorias e assistência externa.

É relevante, também, o desvio no quesito “aquisição de tecnologias mais limpas”. Isso pode sinalizar exatamente as disparidades de tamanho e eficiência entre as usinas – o que influencia as respostas e mostra também que não há homogeneidade na aquisição dessas tecnologias.

#### ■ 4.4 A percepção das empresas acerca da relevância das dimensões analíticas no sistema setorial de inovação

Neste item, serão apresentados as dimensões analíticas, e o grau de associação entre elas na percepção das empresas entrevistadas. Essa percepção implica o indicativo de quanto cada dimensão é relevante para a estrutura e dinâmica do setor industrial, nos termos de Malerba (2005, p. 396). Diante disso, primeiramente, foram avaliados, pela média, o quanto as dimensões (organizações, tecnologias e instituições) participavam de forma integrada do sistema setorial de inovação. Para essa análise foi considerada também uma escala tipo Likert com cinco postos, sendo que 1 representa que a dimensão tem menor relevância na realidade do setor, enquanto 5 significa grande relevância. Os que responderam se fundamentaram em suas percepções pessoais. Os resultados dessas informações podem ser observados na Tabela 4, a seguir.

---

4 A Dedini é a maior empresa do setor metal-mecânico no Brasil que pode oferecer todas as soluções industriais para a produção sucroalcooleira. Por esse motivo, seu grande ativo é a capacidade de relacionamento com as usinas às quais fornece equipamentos, a ponto de poder entregar uma usina inteira montada e adaptada para a situação de solo e clima da região.

**Tabela 4**

### Grau de percepção das dimensões analíticas

Dimensões analíticas do SSI	Média	Desvio padrão
Organizações	4,19	0,443
Tecnologias	3,69	0,661
Instituições	3,03	0,937

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Tabela 4 indica que a dimensão “organizações” (indivíduos e organizações que compõem a indústria) apresenta o maior grau de relevância para o setor, em Alagoas. Assim, os dados permitem aferir, para as empresas pesquisadas, que a interação com outras organizações é o elemento fundamental para suas atividades de desenvolvimento, difusão e uso do conhecimento e inovações, uma vez que foi a dimensão com maior média e menor desvio padrão. Isso reforça o que já foi discutido nas tabelas 1 e 3, pois os principais avanços no conhecimento e nas tecnologias utilizadas no setor são oriundos de fornecedores de máquinas e equipamentos e do P&D público, em particular, a Ridesa.

A dimensão “tecnologias” se apresenta em segundo lugar, em termos de relevância dentro do sistema setorial de inovação. Esse fato está relacionado com a geração e difusão do conhecimento tecnológico. Contudo, como dito, as usinas são, em grande medida, *supplier dominated*, no sentido asseverado por Pavitt (1984).

Assim, a inovação “entra” nas usinas via aquisição de equipamentos ou mesmo por meio de parcerias com fornecedores para desenvolvimento de tecnologias. Nessas parcerias, destacam-se o desenvolvimento e a difusão de novas variedades de cana junto com a Ridesa ou CTC. Nesses casos, as usinas cedem parte de suas terras para os testes e o desenvolvimento dos cultivos. Em outras parcerias, os fabricantes de equipamentos realizam os testes durante a safra, nos diferentes processos para a produção de açúcar e etanol. O desvio padrão elevado pode refletir a heterogeneidade de tecnologias e eficiências produtivas percebidas nas usinas em Alagoas.

Por fim, as “instituições” foram citadas como a dimensão com menor grau de relevância. Contudo, o posto 3 pode representar não só menor relevância,

mas uma relativa indiferença ou o desconhecimento dos agentes em relação a esse quesito. Indiferença é plausível pela situação de estabilidade produtiva observada em Alagoas, pois foi o único estado produtor do Nordeste que não reduziu drasticamente sua produção entre 1994 e 2008; ao contrário, aumentou a produtividade e garantiu mercados internacionais como a Rússia, as cotas preferenciais americanas e o Oriente Médio.

O alto desvio padrão pode, entretanto, sinalizar que as empresas mais eficientes estão a observar mudanças na legislação ambiental e trabalhista e a avançar tecnologicamente, melhorando a eficiência produtiva. Isso é importante para Alagoas, pois o estado possui seis grupos econômicos relevantes no cenário nacional, dos quais três estavam entre os vinte maiores do Brasil na safra 2007-2008 (UDOP, 2011). Mas o desvio padrão pode mostrar, também, divergências na posição das usinas quanto às regulamentações. Essa característica pode ser compreendida quando se observa que apenas algumas unidades produtoras são adeptas de certificações de qualidade, por exemplo.

A questão subjacente aqui é que o elemento abstrato da coevolução das instituições e tecnologias não é percebido pelas empresas. A coevolução identifica a inovação como uma construção social e, como tal, precisa da evolução conjunta das instituições e da estrutura da indústria para ocorrer. Ou seja, sendo as instituições o elemento que conforma as relações no ambiente econômico, sua evolução também implica evolução do ambiente competitivo (estrutura industrial) e das “armas” competitivas dos agentes (inovações). As inovações realimentam o ciclo, exigindo novas configurações institucionais, que, por sua vez, desencadeiam novas formas organizacionais e nova organização industrial, e assim sucessivamente.

As estruturas organizacionais das empresas do setor no Nordeste ainda não estão passando por mudanças que são comuns no Centro-Sul; além disso, a regulamentação do trabalho e do meio ambiente em Alagoas não está impondo às usinas custos adicionais na produção e na transação de seus produtos. Então, a média baixa na escala de percepção induz à interpretação de que a dimensão “instituições” não é percebida como definidora de novas estratégias e inovações para as empresas.

Enfim, as dimensões propostas por Malerba (2002) permitem entender quais processos impelem a dinâmica industrial, estabelecendo um marco analítico para a interpretação da evolução do conhecimento, da tecnologia, dos agentes e das instituições setoriais.

#### 4.5 A medida e a confirmação da associação entre as dimensões analíticas do sistema setorial de inovação

Como exposto por Malerba (2002, 2005), um sistema setorial, bem como a dinâmica setorial, é expresso pelo grau de interação entre as dimensões analisadas; assim, testa-se a hipótese da real existência de associação entre essas dimensões analíticas e em que medida elas estão em concordância com a percepção dos agentes pesquisados.

Como mencionado, para essa análise foram utilizadas duas técnicas estatísticas não paramétricas. A primeira a ser analisada é o coeficiente Kendall  $\tau$ , que verifica o grau de associação ou concordância entre um conjunto de três ou mais variáveis (SIEGEL, 1975). Ainda segundo o autor, o resultado do teste estará compreendido entre 0 e 1, sendo 0 significativo de ausência de associação, e 1, associação total. Logo, para este estudo, os resultados favoráveis são os que se posicionam mais próximo da unidade.

Nesse teste (Tabela 5), foi considerada como hipótese nula: as variáveis *proxy* que representam as dimensões de análise de um sistema setorial de inovação (Tecnologias, TEC; Organizações, ORG; e Instituições, INST) não são associadas entre si.

**Tabela 5**

Coeficiente de concordância de Kendall  $\tau$

			TEC	ORG	INST
Kendall's tau_b	TEC	Correlation Coefficient	1,000	0,632**	0,423*
		Sig. (2-tailed)	.	0,001	0,028
	ORG	Correlation Coefficient	0,632**	1,000	0,427*
		Sig. (2-tailed)	0,001	.	0,028
	INST	Correlation Coefficient	0,423*	0,427*	1,000
		Sig. (2-tailed)	0,028	0,028	.

\*\* Correlação significativa ao nível de 0.01 (bicaudal).

\* Correlação significativa ao nível de 0.05 (bicaudal).

Observações N = 16

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os resultados estão expostos na Tabela 5. Observa-se que os coeficientes são significativos, e a associação entre organizações e tecnologia é próxima da unidade (0,632) – o que pode ter captada uma variação grande nas respostas das relações entre as empresas com órgãos públicos, clientes, fornecedores e universidades. Mas, de toda forma, indica que há uma forte associação entre as dimensões do SSI sucroalcooleiro, em conformidade com o afirmado por Malerba (2002), em que os elementos de um sistema setorial são correlacionados, ou seja, são mutuamente dependentes.

Esse alto nível de associação das variáveis indica que há uma mútua interação, no sentido de formar um sistema no setor em estudo.

Em seguida à análise de concordância, a presente pesquisa realizou testes para verificar a intensidade da relação entre as variáveis que descrevem as dimensões do sistema setorial de inovação e as variáveis que definem as interações entre as empresas pesquisadas: 1. as organizações em geral do SSI (Interorg); 2. a cooperação com os concorrentes (Coopconc); e 3. os fornecedores (Interfor).

A intensidade da relação foi medida por meio de dois testes de correlação não paramétricos. A escolha de ambos é decorrente da vantagem desses testes, que não dependem das suposições de normalidade e homoscedasticidade exigidas por testes de correlações paramétricas (MC DONALD, 2009). O teste de correlação  $\rho$  de Spearman, por ser não paramétrico, é robusto em relação ao tamanho da amostra, pois o poder do teste não se reduz a pequenas amostras (PESTANA; GAGEIRO, 2000, p. 145).

Ao analisar os resultados da Tabela 6, nota-se que as correlações significativas estão ocorrendo apenas entre três variáveis. Existe associação entre a *proxy* da interação entre as organizações do setor com as empresas pesquisadas (Interorg) e as *proxys* da dimensão tecnologia (TEC) e da dimensão organizações (ORG). Esse resultado permite inferir que o relacionamento com as organizações – representado em Interorg e ORG – possui influência nas variações da percepção sobre tecnologia, isto é, os processos de desenvolvimento, transferência e utilização de tecnologias no setor também estão relacionados com a natureza das relações entre as organizações. Assim, em última análise, o modo como ocorrem essas relações, que podem também ser consideradas como uma instituição, determina a dinâmica do setor, conforme preconizado por Malerba (2005, p. 396).

**Tabela 6**

**Coeficiente de correlação  $\rho$  de Spearman**

			TEC	ORG	INST
<b>Spearman's rho</b>	Interorg	Correlation Coefficient	0,776**	0,648**	0,406
		Sig. (2-tailed)	0,000	0,007	0,119
	Coopconc	Correlation Coefficient	0,125	0,283	-0,175
		Sig. (2-tailed)	0,644	0,288	0,517
	Interfor	Correlation Coefficient	0,195	0,160	0,126
		Sig. (2-tailed)	0,469	0,555	0,641

\*\* Correlação significativa ao nível de 0.01 (bicaudal).

\* Correlação significativa ao nível de 0.05 (bicaudal).

Observações N = 16

Fonte: Elaborada pelos autores.

Em suma, ambos os tratamentos estatísticos confirmaram a existência de todos os elementos de um sistema setorial de inovação, mesmo quando o corte foi regional.

## 5

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo principal analisar as interações entre as empresas da indústria sucroalcooleira do estado de Alagoas, com as três dimensões (organizações, tecnologias e instituições) de um sistema setorial de inovação, segundo proposto por Malerba (2002, 2005).

De forma geral, os testes confirmaram a hipótese levantada de que há associação entre as dimensões previstas pelo autor e as que estão desenvolvendo complementaridades mútuas, ou seja, constituindo interações sistêmicas, especialmente como exposto nas tabelas 4 e 6.

No entanto, as interações entre os agentes e outras organizações, fornecedores e concorrentes se mostraram estáveis, ou seja, não apresentaram valores

médios nas respostas muito discrepantes do valor admitido de 3. Isso pode refletir a situação atual da agroindústria sucroalcooleira em Alagoas; pois, por conta das garantias de mercado e das características da produção local, as empresas do estado vêm sendo pouco afetadas pelas recentes mudanças ocorridas na indústria.

Um ponto relevante e que pode suscitar novas pesquisas é a relação de cooperação entre as empresas participantes (que foram praticamente todas as empresas em Alagoas, sabendo que oito delas são integrantes de grupos com mais de uma usina no estado) e entre seus fornecedores, em algumas situações. Esse dado é relevante, uma vez que existem grupos de trocas mútuas de conhecimento e tecnologia em todo o setor, como o Grupo de Áreas Tecnológicas das Usinas de Açúcar e Etanol (Gatua) e o Grupo de Estudos em Recursos Humanos na Agroindústria Sucroalcooleira (Gerhai).

Do ponto de vista dos objetivos específicos, a pesquisa revelou que a agroindústria sucroalcooleira do estado de Alagoas apresenta uma tradição de investimento em P&D, que tem como marco uma rede de pesquisa em parceria com a Ridesa e outras organizações inseridas no sistema, entre elas, as universidades, as associações, os sindicatos, os órgãos de apoio e financiamento, integrantes do sistema setorial de inovação, descritos nos itens 4.1 e 4.2.

Os resultados das análises demonstraram que os investimentos em inovação são mais intensos no desenvolvimento de variações genéticas para a produção da cana, chegando a um patamar de 10% sobre o volume de faturamento das empresas. Esses investimentos, em sua grande parte, são direcionados para a área agrícola da empresa, como o desenvolvimento de novas variedades de planta/semente resistentes a pragas e doenças.

Enfim, a pesquisa traz como contribuição a realização de uma análise que permite verificar, em nível de agregação mais regional, a existência de elementos constituintes de um sistema setorial de inovação (SSI), que, para o caso da agroindústria sucroalcooleira, apresenta características de interações internacionais, segundo Fonseca e Rosário (2007).

Um elemento abstrato – mas importante em pesquisas com SSI – é o entendimento da coevolução dos agentes/organizações, instituições e tecnologias. A presente pesquisa lança alguma luz em tal direção, mostrando que as interações entre os agentes são resultado de uma dependência de trajetória dessa indústria estabelecida pelo Proálcool, ainda em 1975. Todavia, como esse não foi o objetivo desta pesquisa, fica aqui o registro da importância de se entender o fenômeno da coevolução no sentido de complementar e enriquecer a análise de sistemas setoriais.

Em especial, o setor se beneficiará da análise desta pesquisa, pois ela apresenta informações e discussões que, de um lado, ajudam a avaliar as mudanças em curso e, de outro, apontam para um significativo impacto das práticas que se associam à existência de um sistema setorial de inovação.

Entre as limitações do presente trabalho, pode-se destacar a verificação de relações pelo uso de coeficientes de correlação, em virtude do tamanho amostral. Recomenda-se, dessa forma, a ampliação do estudo com uma análise longitudinal, a fim de analisar o processo de coevolução e o aumento da amostra com um maior número de empresas.

## TECHNOLOGY, INSTITUTIONS AND SECTORAL INNOVATION SYSTEMS: THE CASE OF SUGAR CANE'S AGRIBUSINESS

### Abstract

This study focuses on the interactions between economic agents, verifying the assumption that innovation and competitiveness in an industry are systemic and progress together. In this sense, were used the approach of the Sectoral Innovation System defined by Malerba (2002), analyzing the relationship between the dimensions of analysis: organizations, institutions and technologies, in the Industry of Sugar and Ethanol in Alagoas, the largest producer and exporter in the Northeast. After an exploratory and descriptive search, the results indicated a positive interaction between those three dimensions of analysis; and showed that there is interaction between universities and research centers, and much of the technological advancement comes from public and private partnerships. It is noteworthy that the research effort focuses on genetic improvement and on innovations of process. Thus, the study indicates that there is an innovation system locally circumscribed.

**Keywords:** System of innovation; Innovation; Industry of sugar and ethanol.

### Referências

AGROLINK. *Ridesa libera 13 novas variedades de cana RB em Alagoas*. 2010. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/noticias/NoticiaDetalhe.aspx?codNoticia=110548>>. Acesso em: 20 dez. 2010.

ALBUQUERQUE, A.; SILVA, A. (Ed.) *Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas institucionais e política*. Brasília: Embrapa – Informação Tecnológica, 2008.

BARBOSA, G. V. de S. Tendência do melhoramento genético da cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO DA AGROINDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE ALAGOAS, 24., 2007, Maceió. *Slides...* Maceió: Ridesa, 2007. p. 1-80.

BELL, M.; ALBU, M. Knowledge systems and technological dynamism in industrial clusters in developing countries. *World Development*, Brighton, v. 27, n. 9, p. 1715-1734, 1999.

BRESCHI, S.; MALERBA, F. Sectoral innovation systems. In: EDQUIST, C. *Systems of innovation: technologies, institutions and organization*. Londres: Pinter, 1997.

EDQUIST, C. Systems of innovations. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. *The Oxford handbook of innovation*. Oxford: Oxford University Press, 2005.

FERRAZ, J. C., KUPFER, D.; IOOTY, M. *Made in Brazil: industrial competitiveness 10 years after economic liberalisation*. Rio de Janeiro, 2003. (Latin America Studies Series, n. 4.)

FERREIRA, P.; VITAL, T.; LIMA, J. F. O manejo da lavoura canavieira na Zona da Mata Norte de Pernambuco. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER), 46., 2008, Rio Branco. *Anais...* Rio Branco, 2008.

FIEA. *Relatório de pesquisa de desempenho industrial*. Maceió, 2007.

\_\_\_\_\_. *Relatório de competitividade*, Maceió, 2010.

FONSECA, M. da G. D.; ROSARIO, F. J. P. Mudanças nos padrões competitivos da indústria de açúcar e álcool no Brasil: implicações dinâmicas frente aos desafios globais e mudanças tecnológicas. In: SEMINÁRIO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTION TECNOLÓGICA (ALTEC) 12., 2007, Buenos Aires. *Anais...* Buenos Aires: Altec, 2007. p. 1-1235. CD-ROM.

FRANCO, L. Gestão familiar. *Globo Rural*, São Paulo, v. 26, n. 304, p. 40-47, fev. 2011.

LUNDVALL, B. A. et al. National systems of production, innovations and competence buildings. *Research Policy*, Sussex, v. 31, p. 213-231, 2002.

MALERBA, F. Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, Sussex, v. 31, p. 247-264, 2002.

\_\_\_\_\_. Sectoral systems: how and why innovation differs across sectors. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. *The Oxford handbook of innovation*. Oxford: Oxford University Press, 2005. p. 380-406.

MC DONALD, J. H. *Handbook of biological statistics*. 2. ed. Baltimore: Sparky House Publishing, 2009. Disponível em: <<http://udel.edu/~mcdonald/statspearman.html>>. Acesso em: 3 abr. 2011.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Science Policy Research Unit*, North Holland, v. 13, n. 6, p. 343-373, 1984.

PINSONNEAULT, A.; KRAEMER, K. Survey research methodology in a management information systems: an assessment. *Journal of Management Information System*, New York, v. 10, n. 2, p. 75-105, 1993.

PROCANA. *Os impressionantes números do setor sucroenergético (safra 2009/10)*. 2010. Disponível em: <<http://www.canaweb.com.br/Conteudo/Conheca%20o%20Setor.asp>>. Acesso em: 20 jul. 2010.

RIDESA. *Catálogo nacional de variedades RB de cana-de-açúcar*. Curitiba: Ajir – Gráfica e Editora, 2010.

ROSÁRIO, F. J. P. *Competitividade e transformações estruturais na agroindústria sucroalcooleira no Brasil: uma análise sob a ótica dos sistemas setoriais de inovações*. 2008. Tese (Doutorado em Economia Industrial)–Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

SIEGEL, S. *Estatística não paramétrica*. São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

UDOP. Ranking de produção por grupos Safra 2007/2008. Disponível em: <[http://www.udop.com.br/download/estatistica/ranking\\_producao/ranking\\_grupos\\_08.pdf](http://www.udop.com.br/download/estatistica/ranking_producao/ranking_grupos_08.pdf)>. Acesso em: 23 mar. 2011.