

INTERAÇÕES TECNOLÓGICAS NA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA DE ALAGOAS: ANÁLISE DO SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO

Paula Pradines de Albuquerque

Mestrando em Economia pela Universidade Federal de Alagoas – UFAL
paulapradines@gmail.com

Luciana Peixoto Santa Rita

Doutora em Administração pela Faculdade de Economia, Adm. e Contabilidade – USP FEAC/USP
lsantarita@hotmail.com

Francisco José Peixoto Rosário

Doutor em Economia da Ind. e da Tecnologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ
Coordenador do Mestrado em Economia da Universidade Federal de Alagoas – UFAL
chicorosario@gmail.com

RESUMO

No atual cenário de competição, o crescimento regional está, em grande medida, associado ao desempenho dos sistemas de inovação, à intensidade e à eficácia das interações entre os diferentes atores envolvidos na geração e difusão de novos conhecimentos e tecnologias. Nessa direção, o presente trabalho tem como objetivo analisar as interações entre agentes da indústria sucroalcooleira do estado de Alagoas, através das três dimensões do Sistema Setorial de Inovação (organizações, tecnologias e instituições), propostas por Malerba (2002). Na construção do objetivo deste artigo, foi realizada uma pesquisa exploratório-descritiva por meio de dados secundários e da aplicação de questionários junto a dezessete empresas do setor no Estado. As análises de dados ocorreram pelo uso de técnicas estatísticas não paramétricas: Coeficiente de Concordância, de Kendall (W) e o teste H de Kruskal-Wallis, considerando um nível de significância de 0,05. Os resultados encontrados apontaram para a confirmação da existência de interações positiva entre as três dimensões em análise (organizações, tecnologias e instituições), mas, em menor grau, para a última. Observam-se dois aspectos adicionais: as empresas apresentam uma interação entre as universidades e os centros de pesquisa; e grande parte do avanço tecnológico dessa indústria é oriunda de parcerias públicas e privadas. Destaca-se, ainda, que o esforço em P&D está centrado em melhorias genéticas para o campo e em inovações em processos que melhoram a eficiência produtiva. Como contribuição adicional, este artigo descreveu uma revisão e uma aplicação prática sobre o fenômeno da inovação e sua ligação com os sistemas setoriais.

Palavras-chave: Indústria sucroalcooleira; Sistema Setorial de Inovação; Desenvolvimento Regional.

1 INTRODUÇÃO

O atual ambiente competitivo, as institucionalidades vigentes e a nova idéia do papel dos governos marcaram uma série de transformações que fizeram renascer o interesse sobre o papel que os modelos de inovação podem ter na reestruturação produtiva, assim como no desenvolvimento de regiões e países. Esse interesse coincide com o reconhecimento de sinergias coletivas geradas pela participação em sistemas que efetivamente fortalecem as chances de inovação e sobrevivência no mercado cada vez mais competitivo.

Nas economias contemporâneas, essas interações sistêmicas traduzem-se numa forma institucionalizada de **aprendizagem** mútua, que contribui para a criação de um estoque de conhecimentos economicamente úteis.

Mencione-se que as atividades de inovação de uma empresa ou da sua cadeia dependem da estrutura de suas relações com as fontes de informação, conhecimento, tecnologias, práticas e recursos humanos e financeiros. Cada interação conecta a firma inovadora com outros atores: laboratórios governamentais, universidades, departamentos de políticas, reguladores, competidores, fornecedores e consumidores. Por força dessas estruturas, os impactos das inovações no desempenho setorial variam de efeitos sobre as vendas e sobre a fatia de mercado às mudanças na produtividade e na eficiência, gerando sempre uma nova dinâmica inovativa (Rita, Milito, Silva, & Dantas, 2007).

Em conformidade com esta linha de argumentação, os sistemas de cooperação tecnológica, assim como outras formas de colaboração, constituem-se em fonte de diferenciais inovativos. Os sistemas podem ser entendidos como arranjos entre organizações pautados por vínculos sistemáticos, com caráter cooperativo ou não. As empresas são formalmente independentes e suas relações dão origem a uma forma particular de coordenação das atividades econômicas. Podem-se consolidar, por possuírem uma estrutura flexível, ações que alternam padrões mais ou menos centralizados que introduz mobilidade à firma ao acentuar o ambiente de dinamismo intenso (Altenburg & Meyer-Stamer, 1999).

Nessa perspectiva, a inovação tecnológica depende de uma série de fatores internos às empresas, que estão ligados ao seu desempenho ao longo do tempo e às suas estratégias tecnológicas; e externos, que estão ligados às condições macroeconômicas e também aos sistemas produtivos com os quais tem alguma relação. Assim, os sistemas representam a institucionalidade que pode ou não ser planejada e que têm o objetivo de dar apoio e ao mesmo tempo estimular a capacidade das empresas na realização de investimentos em tecnologia. Sob este pressuposto, a troca de fluxos de conhecimento

tornou-se cada vez maior, sendo responsável pelo aparecimento de um modelo de inovação mais aberta que requer uma mudança de gestão (Alio, 2005; Chesbrough, 2006).

De forma geral, a cadeia produtiva da agroindústria sucroalcooleira no Brasil apresenta-se bem estruturada, principalmente por ser considerado o único país do mundo que domina todos os elos do processo de produção, ou seja, lidera os estágios da produção da cana de açúcar, da industrialização e da inserção do açúcar e do álcool para o consumidor final.

Sob o cenário apresentado, percebe-se que a abertura de mercados, ocorrida nos anos 90, proporcionou ao setor sucroalcooleiro pressão competitiva de modo que as tecnologias empregadas, a organização da produção e a geração de inovações passaram a serem elementos chave para a competitividade setorial. A construção de novos padrões de concorrência setorial vem gerando novas interações entre as organizações e, principalmente, modificando as estruturas de governança das firmas e organizações já estabelecidas.

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, apresentando altos níveis de produtividade e de rendimento e também menores custos de produção. Algumas dessas tecnologias envolvem práticas de irrigação; desenvolvimento em rede de novas variedades de planta/semente resistentes a pragas e doenças. No cenário industrial, ocorreram progressos para minimização do tempo de fermentação e de perdas do caldo da cana durante a etapa de esmagamento.

A agroindústria sucroalcooleira no Brasil é dividida em duas regiões produtoras: o Centro-Sul, com maior número de empresas e desenvolvimento produtivo e, o Norte-Nordeste, região pioneira na produção açucareira no país, mas atualmente apresenta menor produção e número de firmas.

A agroindústria sucroalcooleira vem se destacando como um dos mais representativos setores industriais brasileiros, e atingiu 1,5% do PIB Nacional na Safra 2008/09, e gera no Brasil cerca de 4,29 milhões de empregos diretos e indiretos, investindo cerca de R\$8 bilhões por ano (Neves, Trombin, & Consoli, 2009). Em Alagoas representa quase a totalidade dos empregos na Zona da Mata.

Ressalta-se que no cenário local, o nível tecnológico adotado pela agroindústria alagoana se aproxima das unidades de processamento do Centro-Sul (São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul), com a participação de empresários nordestinos nas duas regiões. As operações e práticas agrícolas modernas e adequadas às condições climáticas da região são igualmente objeto de implementação na atividade canavieira no Nordeste.

Acrescenta-se à discussão o fato do setor em Alagoas ser responsável por 60% do valor de transformação industrial, empregando 83% de todo pessoal ocupado do estado (Federação das

Indústrias do Estado de Alagoas [FIEA], 2010b) e 80% das exportações do estado (Franco, 2011). Tal desempenho setorial 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 dentro do ambiente local de inovação.

Alguns estudos ligados à indústria sucroalcooleira no estado, entre eles o **Relatório de Competitividade** (FIEA, 2010b), um estudo de Eid, Chan e Pinto (1998) e uma tese de doutorado de Rosário (2008) especulam sobre a existência de uma rede de Pesquisa e Desenvolvimento - P&D que apóia as empresas locais, com forte integração a centros tecnológicos, mesmo considerando que essa agroindústria seja caracterizada como tradicional e com baixa disposição tecnológica.

Nessa perspectiva, é notável no cenário local de competição a forte integração das empresas sucroalcooleiras, amparadas tecnologicamente pela Rede Interuniversitária de Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (RIDESA).

A RIDESA constitui uma estrutura de pesquisa e ensino em cana-de-açúcar, contando 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 maximização da produção.

Em Alagoas e Pernambuco, a rede conta com o apoio à pesquisa dado por 40 usinas. O principal patrimônio da rede é o banco de germoplasma localizado na Estação de Floração e Cruzamento da Serra do Ouro, no município de Murici, estado de Alagoas. Lá estão reunidos mais de 2000 genótipos, entre os cultivares utilizados no país, clones, outras espécies relacionadas ao gênero *Saccharum* e cultivares importadas das diferentes regiões canavieiras do mundo (Rede Interuniversitária de Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro [RIDESA], 2009).

Diante disso, uma questão de pesquisa é levantada neste estudo: como está organizada a indústria sucroalcooleira de Alagoas, a partir da abordagem de Sistema Setorial de Inovação, proposta por Malerba (2002, 2003, 2006).

Para delimitar e aprofundar esta reflexão, 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). Especificamente, a pesquisa almeja aferir o perfil das empresas sucroalcooleiras, inovações desenvolvidas pelas empresas no ano de 2008, os tipos de interações entre as empresas e seus concorrentes, bem como avaliar a evolução das interações das unidades de produção com seus fornecedores e organizações. Adicionalmente a pesquisa, pretende descrever a existência do sistema regional de inovação e como as unidades de análise (organizações, tecnologias e instituições)

participam de forma conjunta na dinâmica desse setor no estado, mapeando os agentes ligados à geração e difusão de inovações.

A partir dessas assertivas, a proposta deste artigo está apoiada em cinco seções. Na introdução, procede-se uma abordagem da problemática, sendo apresentado o tema, a justificativa e os objetivos deste artigo. Em seguida, na seção 2 são apontadas às bases conceituais sobre o tema, abordando as referências teóricas sobre sistema setorial de inovação. Posteriormente, na seção 3 apresenta-se a descrição dos procedimentos metodológicos. Os resultados obtidos são apresentados na seção 4. Por fim, na seção 5 são apresentadas as considerações finais do estudo e em seguida as referências bibliográficas.

2 SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO

Diferentes estudos sobre setores produtivos vêm alcançando destaque como os elaborados por Cassiolato e Lastres (2000) que afirmam que o processo de inovação apresenta diferentes concepções. A primeira destaca que a inovação é construída por meio de uma busca constante pelo aprendizado, determinado pelas interações que dependem das estruturas institucionais e organizacionais, como as diversidades regionais, padrões locais, dentre outros. A segunda concepção afirma que é preciso uma grande variedade de agentes envolvidos com a capacidade de transferir, incorporar ou apreender o conhecimento tecnológico. Ademais, a inovação é um processo interativo na medida em que depende de instituições públicas (institutos de pesquisas e universidades, agências governamentais de fomento, financiadores, incubadoras), instituições privadas (empresas, associações empresariais, sindicatos, incubadoras) e da capacidade de aprender, gerar e absorver conhecimentos que resultarão nas inovações.

Outro entendimento sobre o tema é o preconizado pelos neo-schumpeterianos, que reconhecem o papel significativo da pesquisa no processo de inovação, mas, dentre outras divergências do modelo linear, afirmam a posição central ocupada pelas firmas no desenvolvimento de novas tecnologias. Destacam-se as habilidades organizacionais, a identificação de oportunidades, o desenvolvimento e a acumulação de competências técnicas.

Essa abordagem implica em uma visão de empresas como organizações de aprendizado interativo e coletivo, constituindo trajetórias tecnológicas próprias e particulares. Pavitt (1990) descreve essa interação como a relação entre capacidade de inovação e inovação tecnológica, chamando a atenção para a interação entre as equipes de P&D e as demais áreas funcionais da

empresa, assim como para as decisões estratégicas tomadas em cada uma delas, explorando o fluxo de comunicação dentro e entre as firmas.

A idéia de Sistemas de Inovação (SI) foi a priori discutida em meados dos anos 80, sendo parte das perspectivas analíticas de órgãos importantes como a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), Comissão Européia e para a Conferência das Nações Unidas para Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD) (Lundvall, Johnson, Andersen, & Dalum, 2002).

Nessa linha de raciocínio, os sistemas que são bem sucedidos têm capacidade maior de desenvolver interações construtivas entre os agentes, desta maneira superam processos deficientes sem muitos esforços e desperdício de recursos (Abeledo, Mullin, & Jaramillo, 2007).

De acordo com a concepção de Cassiolato e Lastres (2000) e Marion Filho e Sonaglio (2007), 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 transmissão de tecnologias além de ser uma alternativa para as empresas adquirirem novas habilidades e competências. É importante ressaltar que dentro desse sistema, além de empresas, estão presentes instituições de ensino e pesquisa, financiamento, instituições governamentais entre outras (Cassiolato & Lastres, 2000).

Para Abeledo et al. (2007), uma vez que o SI descreve as interações entre as várias instituições, organizações e empresas que na maioria das vezes funcionam sem depender umas das outras, ele abrange tanto as relações daquelas que cooperam como também daquelas que competem sem que exista uma que exerça controle sobre o sistema.

Os sistemas de inovação são também considerados úteis para explicar alguns pontos deixados de lado pelas teorias antigas de mudanças tecnológicas, como o da variedade e do objetivo dos investimentos em ações de aprendizado inovativo, dando foco às relações entre instituições e suas propostas de incentivo e capacitação, uma vez levado em conta a grande diversidade no modo como países e organizações investem no aprendizado (Cassiolato & Lastres, 2000).

Para Lundvall et al. (2002) existem duas razões principais para a concepção de sistemas de inovação ter sido rapidamente difundida entre estudiosos e *policy makers*. A primeira delas se refere à falha da teoria macroeconômica de explicar os fatores por trás da competição internacional e o desenvolvimento econômico. A segunda relaciona-se ao problema prático que se tornou a extrema divisão das especializações entre instituições políticas; nesse contexto, nem um conceito analítico foi bem aceito pelos responsáveis pela inovação de ciência política para superar tais problemas.

Cooke (2001) defende que o delineamento conceitual do sistema é apoiado por pesquisas empíricas cuja abordagem contém cinco pontos chave que estão conectados: a) região: unidade política que se caracteriza como intermediária entre os níveis nacionais ou federais e locais do governo que

possam possuir culturas ou histórias semelhantes, porém que possua forma de poder para intervir e apoiar o desenvolvimento econômico, principalmente a inovação; b) inovação: partindo da concepção neo-schumpeteriana como novo conhecimento de produto, processo ou organização, mas que devem ser testadas através de pesquisas em empresas; c) rede: relações de confiança com base em cooperação, reputação entre agentes de interesses comuns, voltados a inovação; d) aprendizado: relacionado principalmente ao aprendizado institucional onde novos níveis e tipos de conhecimento, habilidade e capacidades podem ser introduzidos nas rotinas de empresas e organizações de suporte a inovação; e) interação: entendida como formas de comunicação formais e informais voltadas à inovação, associadas ao processo de aprendizado, a críticas ou adoção de idéias de projetos específicos ou práticas coletivas de relevância econômica ou comercial.

Para Silvestre (2007) o conceito de SI se relaciona a idéia de sistemas, como forma de multiplicidade e complexidade de conexões, e a inovação como forma de dinamismo e mudanças tecnológicas. Nesse entendimento, os sistemas de inovação podem ser delimitados a partir de diferentes perspectivas: geográfica, que compreende o Sistema Nacional de Inovação e o Sistema Regional de Inovação e a econômica, em que se situam os Sistemas Setoriais de Inovação (SSI).

Nesse estudo, utiliza-se a tipologia da setorialidade partindo-se de uma visão multidimensional, da dinâmica e da integração de diversos setores que atuam direta ou indiretamente relacionados ao mercado através de uma rede complexa de interações entre todos os seus agentes. A complexidade se relaciona à multiplicidade de atores, os vínculos existentes e suas peculiaridades e funções, o dinamismo está relacionado às mudanças e progressos tecnológicos, em constante adaptação e modificação, buscando a sustentabilidade em longo prazo. A vantagem da visão sistêmica setorial está na possibilidade de maior conhecimento da estrutura e das fronteiras do setor, de seus agentes e 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).

Para o autor as dimensões regional e nacional de inovação são caracterizadas por limites geográficos. Estes representam um elemento importante a ser considerado na maioria das análises dos sistemas setoriais, pois na dinâmica de sistemas não há um único modelo capaz de ser utilizado. Em seu entendimento quando se reduz a abrangência geográfica, aumentam as possibilidades de desenvolver políticas de competitividade e inovação que permitam atender as especificidades de cada localidade ou região.

A partir desses pressupostos, as vantagens de uma visão sistêmica setorial residem na possibilidade de maior conhecimento da estrutura e das fronteiras de cada qual, de seus agentes e interações, de seus processos de aprendizado de inovação e de produção, de sua dinâmica de

transformação, e dos fatores que determinam as performances das firmas e dos países em que se localizam.

Na definição de Freire (2002), os SSI devem ser considerados como uma rede de agentes que interagem em uma área tecnológica específica, objetivando gerar, difundir e utilizar tecnologias, dando ênfase nas relações sistêmicas na absorção de conhecimentos concernentes à inovação.

Nessa perspectiva, os SSI atuam como forma de reestruturação produtiva, para desenvolver as diversas formas possíveis de transformações através da interação de vários setores (Malerba, 2003). Surgem através do interesse coletivo pela formação de sistemas que fortalece as chances de inovação e sobrevivência no mercado competitivo.

Segundo Malerba (2002) um sistema setorial de inovação e produção é um conjunto de produtos novos e 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 através de três dimensões que são responsáveis pela geração de novas tecnologias e da inovação, o conhecimento e domínio tecnológico, os atores e cadeias, e as instituições. Estas três dimensões formam os pilares fundamentais do conceito de sistemas setoriais de inovação, como resultado da interação de diversas lógicas funcionais, da complexidade e dinamicidade, beneficiando a inovação, que raramente ocorre de forma isolada (Malerba, 2003).

Como detalhamento, a Figura 1 apresenta as três dimensões, que segundo Malerba (2002) constituem um Sistema Setorial de Inovação.

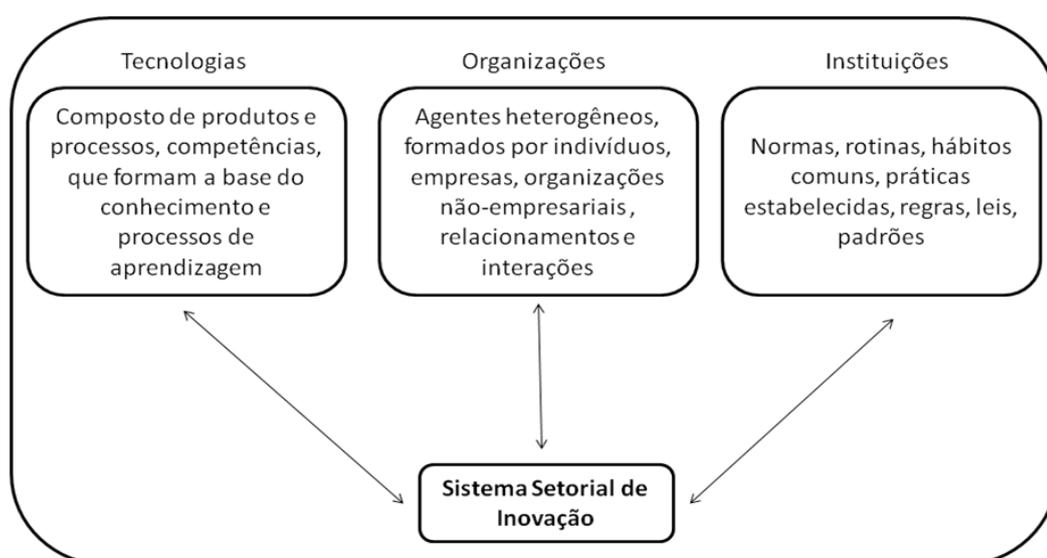


Figura 1 – Três dimensões do Sistema Setorial de Inovação, segundo Malerba (2002)
 Fonte: Elaborado pelos autores.

Na primeira dimensão, um aspecto a ser mencionado refere-se ao enfoque no conhecimento, no domínio tecnológico, nos vínculos e 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. Assim formam estruturas heterogêneas de forma que suas interações possibilitam a troca de conhecimento complacente para a inovação (cadeias). Por sua vez, na terceira, as instituições são um composto que incluem normas, rotinas, hábitos comuns, práticas estabelecidas, regras, leis, e padrões que amoldam as interações entre agentes.

Dentre os estudos desenvolvidos sobre a abordagem setorial de sistemas de inovação na forma proposta por Malerba (2002, 2003, 2006), 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 do SSI de Alagoas, as organizações podem ser caracterizadas como as unidades produtoras de açúcar e álcool, que interagem com os centros de pesquisas e viabilizam os testes das tecnologias geradas no sistema de inovações, difundindo os resultados.

3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

A pesquisa foi operacionalizada em duas fases. Inicialmente, foi realizado um levantamento de dados documentais, sendo pesquisados os institutos, universidades, empresas, associações, centros tecnológicos, entre outros que voltadas ao desenvolvimento de P&D no segmento. Como tal, foram levantados dados secundários de órgãos integrantes do sistema setorial de inovação do estado, entre eles: RIDESA, Sindicato da Indústria do Açúcar e do Álcool no Estado de Alagoas (Sindaçúcar/AL), bem como entidades que trabalham com a promoção da inovação no segmento sucroenergético como o Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) da Universidade Federal de Alagoas. Tal coleta resultou na constituição da rede de P&D e das unidades de análise do sistema setorial de inovação.

Em seguida, foram coletados dados primários de modo a obter a resposta da questão posta na introdução. Logo, a pesquisa desenvolvida teve cunho exploratório e descritivo, tendo como base o método *survey*. Pinsonneault e Kraemer (1993) definem a pesquisa *survey* como a maneira de coletar

dados ou informações sobre particularidades de um determinado grupo, representantes de uma população-alvo, por meio do instrumento questionário.

Para a coleta de dados primários foi realizada uma pesquisa descritiva perante a população-alvo composta por 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 17 responderam ao questionário. Não foi objeto de análise a aplicação de questionário com os outros integrantes do sistema setorial de inovação à medida que a pesquisa pretendia entender a interação sob a ótica das unidades produtivas.

Assim, a aplicação dos questionários foi realizada apenas com as diretorias executivas das unidades produtivas. A duração da coleta variou de 20 a 30 minutos durante os quais os entrevistados não apenas respondiam aos questionamentos, como também adensavam o trabalho com considerações adicionais a fim de oferecer a efetiva dimensão das respostas. As unidades pesquisadas não serão identificadas por questão de confidencialidade.

O instrumento de pesquisa abrangeu, em três blocos, questões relativas às inovações desenvolvidas; as unidades de análise de interação do sistema setorial de inovação e uma avaliação da evolução da rede de interação entre concorrentes, fornecedores, clientes e demais organizações do setor. O primeiro bloco teve como objetivo mensurar as inovações desenvolvidas pelas empresas no ano de 2008, considerando três aspectos: novos produtos lançados, novos processos desenvolvidos e novas patentes registradas.

Em seguida, o segundo bloco buscou identificar a evolução da rede de interação, identificando o nível de relacionamento entre as empresas sucroalcooleiras e outras organizações, concorrentes e a relação com os fornecedores. Vale salientar que essa análise foi fundamental, visto que a rede de organizações é um dos elementos-chave em um sistema setorial de inovação (Malerba, 2003).

O terceiro bloco objetivou identificar as unidades de análise de um Sistema Setorial de Inovação, tendo suas as questões divididas em: Tecnologias, Organizações e Instituições. Conforme apresentado na seção anterior, essas unidades de análise são definidas por Malerba (2002) como limites de um sistema setorial de inovação.

Os dados primários obtidos com a realização da pesquisa foram analisados por meio do emprego de testes estatísticos que permitiram decidir sobre a aceitação ou rejeição das associações estabelecidas. Foram realizadas, ainda, análises descritivas para estabelecer o perfil e as características das inovações das empresas. Vale ressaltar que todas as empresas foram contatadas no processo de coleta de dados.

Ademais, foram utilizadas estatísticas não paramétricas para testar a correlação dos dados, dado que a amostra alcançada foi de dezessete unidades produtivas. As técnicas não paramétricas se caracterizam por se adaptar aos dados das ciências do comportamento, não sendo necessária fazer suposições sobre a distribuição da população da qual tenham sido extraídos os dados para análise (Siegel, 1975). Foram escolhidos dois testes não paramétricos: coeficiente de concordância W de Kendall e o teste H de Kruskal-Wallis. Para considerá-los significativos ao estudo, estabeleceu-se o nível de significância $p > 0,05$ (também conhecido como valor p). O valor p é o nível de significância estatística mais exigente (McDaniel, 2000). As duas metodologias são detalhadas a seguir.

De acordo com Siegel (1975), o coeficiente de concordância de Kendall é um método não paramétrico que busca verificar qual o grau de associação ou correlação (concordância) entre um conjunto de 3 ou mais variáveis. Como todo método não paramétrico, não exige pré-especificações quanto ao tipo de distribuição da população ou qualquer outro parâmetro (Hoffmann, 2002; Siegel, 1975; Spiegel, 1993).

Para utilizar o método, cada variável deve estar pelo menos no nível ordinal, para possibilitar a ordenação dos escores de cada variável em postos. O valor do coeficiente W está compreendido entre 0 e +1, sendo 0 um valor que significa falta de correlação entre as variáveis, enquanto que +1 significa uma correlação perfeita (Siegel, 1975). Em outras medidas de correlação, o valor possível para seus respectivos coeficientes vai de -1 a +1, o que evidencia também a força da relação, ou seja, se as variáveis estão positivamente ou negativamente relacionadas (Hoffmann, 2002; Siegel, 1975; Spiegel, 1993).

De acordo com Malerba (2002), os elementos de um sistema setorial são correlacionados uns com os outros, ou seja, são mutuamente dependentes. Segundo esse princípio, a hipótese foi testada usando o coeficiente W de Kendall.

Hipótese nula: as variáveis que representam as unidades de análise de um sistema setorial de inovação (Tecnologias, Organizações e Instituições) não são correlacionadas entre si ao nível de significância especificado.

O tamanho da amostra testada foi igual a 17, e o nível de significância (α) especificado foi de 0,05. Se o valor p obtido no teste fosse menor ou igual a 0,05 (o nível de significância especificado), então a hipótese nula deveria ser rejeitada; porém, se for maior que 0,05, então não haveria evidências suficientes para rejeitar a hipótese nula (Anderson, De Dreu, & Nijstad, 2004; Larson & Farber, 2004).

Por sua vez, o teste H de Kruskal-Wallis foi executado em dois estágios. O primeiro buscou verificar se existia diferença significativa nas médias do componente estudado do SSI (tecnologias, organizações ou instituições) ao longo dos grupos de uma das variáveis de evolução das interações. Se

houvesse diferença significativa nas médias, então se verificaria o posto médio em cada grupo com o intuito de evidenciar se havia uma ordem lógica ou não. É um teste para K amostras independentes que busca verificar se as médias das K amostras ou grupos são diferentes entre si, ou provém da mesma população (Siegel, 1975). Por ser um método não paramétrico, não exigiu igualdade de variância ou outras exigências de testes paramétricos. A hipótese para este teste foi a seguinte: Hipótese nula: não há diferença entre os escores médios do componente estudado ao longo dos grupos.

Cada componente foi estudado em separado, em conjunto com uma variável que serviu para separar as médias do componente em grupos. Essa variável foi uma de três: evolução das interações com outras organizações, evolução das interações com concorrentes e evolução das interações com fornecedores. Cada uma dessas variáveis considerou três grupos: redução das interações, estabilidade das interações e aumento das interações.

Dessa maneira pode-se separar, por exemplo, médias do componente tecnologia nos três grupos ao longo da variável **evolução das interações com outras organizações** e verificar se essas médias eram todas iguais ou se diferenciavam entre si.

Para o segundo estágio, considerou-se apenas o que se mostrou significativo no teste H de Kruskal-Wallis. Em cada caso, verificou-se o valor médio de cada grupo. Seguindo a lógica, como o grupo 1 significou **redução das interações**, então deverá ter o menor valor médio, enquanto que o grupo 2 (interações estáveis) deverá ter um valor médio maior que o grupo 1, e o grupo 3 (aumento nas interações) deverá ter um valor médio maior que o grupo 2. Qualquer outra configuração poderia se mostrar como lógica desde que devidamente apoiada teoricamente. Para execução do teste foi escolhido um nível de significância de 0,05.

4 ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS

Essa seção é dedicada à apresentação dos resultados, sendo dividida em tópicos, destacando-se: constituição do sistema e as unidades de análise do sistema setorial de inovação, análise do perfil das empresas pesquisadas, inovações desenvolvidas, avaliação da evolução das redes de interações entre concorrentes, fornecedores, clientes e demais organizações do setor e a identificação do grau de aplicabilidade das unidades de análise (Tecnologias, Organizações e Instituições), ou seja, grau de utilidade e interação dessas variáveis no setor. Por último, foi testado o grau de associação (correlação) destas unidades de análise no âmbito da população estudada e análise das estatísticas não paramétricas utilizadas.

4.1 Constituição do Sistema Setorial e as Unidades de Análise

Dentre os integrantes do sistema setorial de inovação, a partir da classificação dos dados secundários, podem-se citar algumas organizações públicas e privadas, que tem participação no desenvolvimento do setor em distintos níveis de interação, como: RIDESA, Cooperativa Regional dos Produtores de Açúcar e Álcool de Alagoas (CRPAAA), Associação dos Plantadores de Cana de Açúcar de Alagoas (ASPLANA), Sindaçucar/AL, órgãos de fomento, apoio e financiamento, dentre outros como pode ser visualizado no Quadro 1. Ressalta-se a inserção nesse sistema dos fornecedores, das instituições e dos marcos regulatórios existentes.

As universidades locais ligadas à rede (Universidade Federal de Alagoas e Universidade Federal Rural de Pernambuco) são responsáveis por cerca de 30% das variedades República do Brasil (RB) já lançados. Após a criação da rede, já foram liberados para os produtores 37 cultivares RB (Albuquerque & Silva, 2008).

A principal fonte de financiamento da RIDESA são as 248 usinas associadas e grupos de interesse como sindicatos patronais (Sindaçucar/AL) dos estados produtores, cooperativas de usinas, dentre outros. São fontes de financiamento os projetos de pesquisa submetidos a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FINEP), Banco do Nordeste e as Fundações estaduais de amparo à pesquisa (FAPs).

É importante ressaltar que várias empresas fornecedoras de insumos e outras tecnologias para o setor possuem parceria com a RIDESA para desenvolvimento, melhorias e testes de produtos já lançados ou novos. As principais empresa são DuPont e FMC em defensivos, fertilizantes e inibidores de floração, e a Netafin na área de irrigação. Mais recentemente a Syngenta firmou parceria para o desenvolvimento de um **pacote** tecnológico com cultivares.

A RIDESA contribui para o desenvolvimento da complementaridade de ativos na indústria, ao desenvolver: a) habilidades e conhecimentos para os pesquisadores trabalharem em P&D e na parte operacional das usinas (são 75 alunos de iniciação científica e 24 de pós-graduação); b) parte de maquinário para o manejo correto das variedades; e c) métodos de plantio e medidas de controle do desempenho de cada variedade no campo. As redes de pesquisa desenvolvem também o controle de pragas e tecnologias para a irrigação, atividades de extremo interesse para essa agroindústria, no Nordeste.

Sistema de Produção e Inovação	
Firmas	Infraestrutura de Conhecimento
<ul style="list-style-type: none"> - Unidades produtoras (usinas e destilarias); - Fornecedores de máquinas e equipamentos; - Fornecedores de matéria prima. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro – RIDESA; - Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE). - Cooperativa dos Plantadores de Cana de Alagoas – COPLAN; - Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Alagoas – FAEAL; - Sindicato da Indústria do Açúcar e do Alcool no Estado de Alagoas - Sindaçúcar/AL; - Associação dos Plantadores de Cana do Estado de Alagoas – ASPLANA; - Sociedade dos Técnicos do Açúcar do Brasil – STAB/Regional Leste; - Universidade Federal de Alagoas – UFAL; - Instituto Federal de Alagoas – IFAL; - Sistema S: SEBRAE, SENAI, SENAC; - Banco Nacional para Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES; - Banco do Nordeste do Brasil – BNB; - Federação das Indústrias do Estado de Alagoas – FIEA.
Instituições	Política de Apoio a Inovação
<ul style="list-style-type: none"> - Acordos de transferências de tecnologias da RIDESA/PMGCA e fornecedores de equipamentos; - Acordo para venda conjunta através da cooperativa; - Cooperação no uso de equipamentos e empréstimos quando há quebra (mesmo em usinas concorrentes); - Acordo com representante do IBAMA para discutir a redução da queima da cana (Ferreira, Vital, & Lima, 2008, p. 07). 	<ul style="list-style-type: none"> - Lei Federal nº 10.973 referente à incentivos em inovação e à pesquisa científica; - Decreto nº 5.798 sobre incentivos fiscais à inovação tecnológica; - Lei federal nº 9.456 de proteção de cultivares; - Lei estadual nº 7.117 sobre inovação em Alagoas; - Lei nº 6.320 de Concessão Fiscal no estado de Alagoas; - Não há registro de legislação estadual para redução do corte com queima.

Quadro 1 – Unidades do Sistema Setorial de Inovação

Fonte: Elaborado pelos autores.

No caso do controle de pragas, o Planalsucar introduziu o parasita *C. flavipes* para reduzir o efeito da infestação da broca-da-cana, isso resultou, até o final da década de 80, em um ganho de 494.075.900 kg de açúcar, só em Alagoas (Albuquerque & Silva, 2008).

Adicionalmente, a indústria no Estado por meio das suas interações com a RIDESA já desenvolveu vários melhoramentos genéticos na lavoura e avança na expansão da produtividade do etanol. O principal patrimônio do Programa de Melhoramento Genético da Cana de Açúcar (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.

Outro órgão de P&D regional é o Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE). Este centro tem como objetivo realizar estudos, projetos interdisciplinares, atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação, em áreas estratégicas para o desenvolvimento do Nordeste brasileiro. Além disso, é uma iniciativa do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) que busca viabilizar processos de pré-tratamento e hidrólise da biomassa da cana-de-açúcar, para a produção nordestina de etanol de 2ª geração. Destarte que o centro trabalha com biotecnologia no sentido da criação de uma biofábrica de meristemas (clones) de cana-de-açúcar de alta produtividade. O MCT investiu R\$ 226 mil para a construção das estufas e, R\$ 800 mil para viabilizar um laboratório para o bioetanol. Contudo, o trabalho com meristemas é lento e extremamente caro para uma cultura onde as economias de escala são fundamentais, apesar desse tipo de tecnologia manter a pureza da planta.

A RIDESA é responsável pelo desenvolvimento de cultivares com a sigla RB (República do Brasil) e é o maior programa com essa finalidade no país. Desde que foi criada a rede já disponibilizou mais de 37 novos cultivares. Esse incentivo é visível quando se analisa o rendimento médio da produção e o Brasil chega a mais de 79 mil toneladas por hectares (ton./ha). Alagoas atinge o índice de 67 mil ton/ha, atrás apenas do Pará de alguns estados da região centro-sul (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2009).

4.2 Perfil das Empresas e Inovações Desenvolvidas

O Estado de Alagoas produziu em suas 24 unidades produtivas, na safra 2008/09, 29,8 milhões de toneladas de cana, 2,6 milhões de toneladas de açúcar e 852,6 mil metros cúbicos de álcool, conforme nota divulgada pelo Sindaçúcar/AL. A indústria apresenta uma expectativa para a safra 2010/11 superior a 27 milhões de toneladas de cana.

Nas empresas pesquisadas, os dados permitiram pontuar o faturamento médio anual acima de R\$ 240 milhões, sendo assim, todas consideradas de grande porte. Os dados da pesquisa descritiva podem ser discutidos considerando, também, o recorte setorial da indústria à medida que a distribuição percentual dos trabalhadores da indústria no Estado por grau de instrução aponta para um percentual elevado de analfabetos. Convém ressaltar que essa indústria emprega um número significativo de profissionais sem formação para o corte sazonal da cana, mesmo com forte integração com centros de pesquisa.

Quanto às informações solicitadas no primeiro bloco do instrumento de pesquisa, em relação às inovações identificadas, todas as empresas afirmaram não terem gerado nenhum novo produto, nem ter

registrado patentes em 2008. Todavia, todas realizaram inovações em seus processos no tocante a melhoria da produtividade e eficiência na escala de produção.

Um dado relevante na pesquisa é o fato de todas as empresas afirmarem investir 10% de seu faturamento em P&D. Em geral, 80% das empresas apresentaram os maiores investimentos em pesquisas genéticas na área agrícola e 85% possuem laboratórios para a análise do açúcar, do álcool e da própria cana-de-açúcar. Além disso, parte dos investimentos é dedicada às práticas de irrigação e desenvolvimento em rede de novas variedades de planta mais resistentes. As unidades produtoras alagoanas são as que possuem o mais moderno sistema de irrigação por gotejamento do país. Essas áreas conseguem o mesmo nível de produtividade do centro-sul (Franco, 2011).

Segundo dados do NIT/UFAL, entre o ano de 2000 a 2008 foram registrada apenas duas novas patentes de cultivares (classificação para inovações em plantas). Destaca-se que a previsão para registro é de mais cinco registros em 2010. Considerando os dados do NIT/UFAL as empresas produtoras e a RIDESA contam atualmente com doze contratos de pesquisa colaborativa. Na percepção de 100% das empresas, as fontes de inovação externas contam com a participação de outros agentes, como as universidades.

4.3 Avaliação da Evolução das Redes de Interações

Nesta sessão é apresentada a evolução das redes de interações entre **Empresas Sucroalcooleiras (unidades produtoras) e Organizações (outras empresas ou órgãos de apoio)** nos últimos cinco anos para os representantes das unidades produtoras. Em seguida, são verificados os principais tipos de redes de interações entre as **Empresas Sucroalcooleiras e Concorrentes e Empresas Sucroalcooleiras e Fornecedores**. Tais interações fortalecem a consolidação dos sistemas de inovação, principalmente, quando as empresas interagem financeira e cientificamente, conforme proposto e relatado em outros estudos sobre inovação.

Nessa direção, os resultados foram obtidos a partir de uma escala com cinco pontos, variando entre 01 para **diminuiu fortemente**, 05 para **aumentou fortemente** e 03 para **estável**, ou seja, não houve alterações no grau de relacionamento com o referido agente. A evolução questionada abrange o espaço temporal de cinco anos.

Para este estudo, os resultados favoráveis encontram-se acima da pontuação três. Para entender as relações entre as Empresas Sucroalcooleiras e as demais organizações foram extraídas as médias. A análise dos dados é visualizada na Tabela 1.

Tabela 1- Interação Empresas Sucroalcooleiras x Organizações

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: Elaborado pelos autores.

A partir dos dados da Tabela 1, pode-se identificar que houve uma maior evolução positiva na interação com os fornecedores em detrimento do menor grau com os sindicatos, esta última se manteve estável. Para explicar esse resultado, destacam-se, segundo dados do Sindaúcar/AL, que o percentual de cana advinda de fornecedores sobre o total de cana moída foi de 31% na safra 2009/2010. Enquanto que o percentual de cana transacionada entre as unidades produtoras não chega a 5%.

Um ponto em destaque é o fato do grau de interação com os clientes não ter sido elevado. Especula-se que a existência da intermediação na venda por meio de uma cooperativa (com 10 unidades produtoras) é o fator determinante da posição da média. Por outro lado, observa-se um alto desvio padrão uma vez que nem todas as empresas sucroalcooleiras participam dessa forma de venda indireta.

Ademais, nas três primeiras organizações, os maiores níveis de interatividade, relacionaram-se, principalmente, com atividades operacionais das unidades estudadas. A partir da quarta posição - Universidades - ocorrem interações direcionadas a inovação tecnológica. No geral, as empresas afirmaram que nos últimos cinco anos a evolução das interações **aumentou fortemente**.

Ressalta-se que todas as relações foram positivas, apresentando uma tendência à maior interação cooperativa entre as unidades produtoras e demais agentes do mercado.

As análises seguintes foram realizadas para compreender os tipos de interações entre as empresas e seus concorrentes. Destaca-se que também foram extraídas as médias e desvios padrão. Os dados visualizados na Tabela 2 seguem a mesma escala da tabela anterior. Analisando essas interações, os dados apontam, a partir da média, um maior foco para o acesso a tecnologias limpas, seguidas de equipamentos e tecnologias comuns. Destaca-se que 30% dos entrevistados citaram **trocas contínuas** como característica da interação. De forma geral, as unidades produtivas cooperaram disponibilizando equipamentos e alternativas estratégicas. Nota-se pela Tabela 2 que os desvios padrão diferem de forma bastante discreta, demonstrando uma uniformidade nas respostas.

Tabela 2 - Tipos de Interação Empresas Sucroalcooleiras x Concorrentes

Tipos de interação	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: Elaborado pelos autores.

Em seguida, é apresentada a evolução das interações das unidades de produção com seus fornecedores. Para tanto foi utilizada a média, como pode ser observado na Tabela 3. Nesta análise foi possível observar que a maior interação com fornecedores ocorre buscando o acesso a equipamentos e insumos. Em especial, as interações ocorrem com fornecedores de máquinas e equipamentos que realizam transferência de novas tecnologias. Ressalta-se também que o ensaio para desenvolvimento de novos produtos é destaque no processo de interação. A variável Assistência Técnica apresentou o maior desvio padrão. Todavia, alguns fornecedores oferecem assistência complementar para máquinas, equipamentos e sistemas.

O instrumento de pesquisa não diferenciou entre os fornecedores de cana de açúcar (matéria prima) e os de máquinas e equipamentos, o que não permitiu traçar informações mais detalhadas. É consenso que são relações distintas, uma vez que os primeiros lidam com a matéria bruta, dependendo das usinas inclusive para adquirir as sementes que serão plantadas (em alguns casos), enquanto que os fornecedores de máquinas e equipamentos estabelecem com as unidades de produção uma relação mais cooperativa, a fim de aumentar a produtividade do setor, através de tecnologias mais modernas, adicionais de capacitação e diferenciais na logística.

Tabela 3 - Tipos de interação Usinas x 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 marketing	3,00	0,000

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.4 Grau de Aplicabilidade e Associação das Unidades de Análise

Nesta seção serão apresentadas as unidades de análise de acordo com o grau de aplicabilidade e seus níveis de inter-relacionamento, segundo as dimensões de setorialidade definidas por Malerba (2002). Diante disto, primeiramente, foram avaliados, através da média, o quanto as unidades de análise (organizações, tecnologias e instituições) participavam de forma integrada no sistema setorial de inovação e sua relevância ou aplicabilidade no contexto da inovação.

Para a análise a seguir foi considerada uma escala de 01 a 05, sendo 01 o menor nível de aplicabilidade da variável e 05 o maior nível de aplicabilidade. Os resultados destas informações podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4 - Aplicabilidade das Unidades de Análise dentro do sistema setorial de inovação

Unidades de Análise	Média	Desvio Padrão
Organizações	4,19	0,443
Tecnologias	3,69	0,661
Instituições	3,03	0,937

Fonte: Elaborado pelos autores.

A tabela acima indica que a unidade **Organizações** apresenta o maior grau de aplicabilidade na indústria sucroalcooleira. Como já mencionado no estado da arte esta unidade engloba os indivíduos e organizações que compõem a indústria/setor, em vários níveis de agregação, com processos de aprendizado e competências específicas e que interagem por meio de processos de comunicação, trocas, cooperações e competições. Nessa direção, os dados permitem aferir que as empresas pesquisadas afirmam que as demais organizações, agentes do mercado e seus mútuos processos de relacionamentos têm maior influência nas suas ações voltadas a inovação. Dentre essas organizações, podem-se destacar as instituições financeiras, concorrentes, fornecedores, clientes, entidades de apoio.

A unidade de análise **Tecnologias** apresenta-se em segundo lugar em termos de aplicabilidade dentro do sistema setorial de inovação. Este fator está relacionado com o conhecimento e domínio tecnológico do setor, principal transformador e fonte de crescimento dos sistemas setoriais, capaz de gerar inovações e mudanças.

De forma geral, esse dado pode ser justificado pelo fato das empresas sucroalcooleiras investirem parte de seus recursos na atualização técnica de equipamentos. Ademais, foi relatado o constante investimento em laboratórios para a análise técnica do açúcar e do álcool, bem como em novos processos que permitam o aumento da eficiência técnica ou produtividade. De forma menos intensa ocorrem os investimentos em inovações de gestão e produtos. Vale ressaltar que todas as

unidades analisadas afirmaram a reduzida capacidade de gerar novos produtos à medida que 70% da produção são destinadas ao mercado internacional sob a forma de commodities. As análises permitem especificar que as inovações ocorrem principalmente no desenvolvimento de novas variedades genéticas.

Por fim, as **Instituições** foram citadas como a unidade com menor grau de aplicabilidade para o sistema setorial de inovação. Conforme, marco teórico, exposto por Malerba (2002), estas se referem às leis, normas, regulamentos e hábitos comuns que moldam as interações entre os diversos agentes.

Após a desregulamentação do setor na década de 1980-90, foram observadas maiores fiscalizações para o cumprimento da legislação trabalhista e do desenvolvimento ambiental. Porém, os dados confirmam débil atuação no contexto do marco regulamentário para o desenvolvimento de inovações.

As certificações de qualidade são normas comuns entre as usinas, especialmente por exportarem para mercados exigentes, como o Reino Unido. A obtenção de selos de qualidade advém de eficiência ambiental e cuidados com os trabalhadores rurais, além do padrão de gestão administrativa (Franco, 2011).

4.5 Validação da Hipótese: Correlação entre as Dimensões de Análise

No sentido de verificar os limites entre as unidades de análise (Tecnologias, Organizações e Instituições) foi elaborada uma hipótese que foi testada utilizando-se do coeficiente de correlação de Kendall para verificar a existência de associação significativa entre as dimensões do Sistema Setorial de Inovação ao nível de significância de 0,05 por meio da seguinte hipótese: As variáveis (Tecnologias, Organizações e Instituições) são correlacionadas entre si.

Esse teste foi usado para verificar se existia correlação significativa entre as dimensões do SSI, através da hipótese nula em que as variáveis que representam estas dimensões de análise de um sistema setorial de inovação (Tecnologias, Organizações e Instituições) não são correlacionadas entre si ao nível de significância especificado.

De acordo com Malerba (2002), os elementos de um sistema setorial são correlacionados uns com os outros, ou seja, são mutuamente dependentes. Um aumento no grau de aplicabilidade em uma unidade de análise, também implicará um aumento nas demais.

O resultado do teste pode ser observado na Tabela 5. Nessa direção, observa-se um coeficiente relativamente alto (0,873) e significativo, uma vez que o valor p observado é menor que o valor do

nível de significância especificado, o que nos permite rejeitar a hipótese nula (de que não há correlação entre as variáveis).

Tabela 5 - Coeficiente de concordância de Kendall (W)

Variáveis	03
W de Kendall	0,873
Qui-quadrado	39,398
Graus de liberdade	23
Valor <i>p</i>	0,002

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tal resultado demonstra uma correlação significativa se considerarmos as três variáveis ao mesmo tempo, o que teoricamente, comprova que Tecnologias, Organizações e Instituições são mutuamente dependentes (Malerba, 2003). Tecnologias são definidas de acordo com a rede de organizações e suas interações, além das instituições que afetam o setor.

De maneira semelhante, o formato da rede de organizações e suas interações dependem do estágio e domínio tecnológico do setor e de instituições vigentes. Por fim, as instituições refletem o processo atual de conhecimento e tecnologia, além do relacionamento entre as organizações.

Em seguida foi realizado o teste H de Kruskal-Wallis para cada componente do SSI (tecnologias, organizações e instituições), testado ao longo dos grupos de cada variável de agrupamento (evolução das interações com outras organizações, evolução das interações com concorrentes e evolução das interações com fornecedores). Este representa o passo 1 em nossa metodologia de análise. Os resultados podem ser vistos a seguir.

Cada teste considerou um nível de significância de 0,05 e um tamanho amostral de 17 empresas. Para as três dimensões do SSI, considerando **evolução com outras organizações** como variável de grupo, o teste foi significativo ao nível de significância de 0,05, o que permitiu rejeitar a hipótese nula, pois as médias ao longo dos grupos foram significativamente diferentes. Tecnologias (0,003), Organizações (0,012) e Instituições (0,010).

Para o segundo estágio, cada componente foi analisado com base em seus valores médios em cada grupo da variável de agrupamento em análise. Deve-se considerar, assim, somente a variável de agrupamento **Evolução das interações com outras organizações** para este estágio. O componente **Organizações** teve maior valor médio no grupo 3 (aumento das interações), decrescendo para o grupo 2 (estabilidade das interações) e mais ainda para o grupo 1 (diminuição das interações), como pode ser visto na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores médios dos componentes do SSI de acordo com os grupos da variável de agrupamento

	Evolução das interações com outras organizações	N	Posto Médio
Organizações	1	2	3
	2	8	6,25
	3	7	14,38
	Total	17	
Tecnologias	1	2	5,5
	2	8	6,38
	3	7	13,63
	Total	17	
Instituições	1	2	10,75
	2	8	5,44
	3	7	13,25
	Total	17	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tais resultados confirmam que uma mudança nas interações causa um impacto na mesma direção no componente **Tecnologias e Organizações** de um sistema setorial de inovação, visto que há uma ordem crescente de valores médios para os grupos de 1 a 3. Da mesma forma, a evolução nas interações (seja positiva ou negativamente) afeta o SSI.

O componente **Instituições** demonstra um padrão diferente dos anteriores. Assim, os maiores valores se encontram nos grupos 1 e 3. Como tal, sem estabelecer uma ordem entre esses valores, pode-se verificar que o componente **instituições** aumenta à medida que as interações aumentam ou decrescem. Tais resultados demonstram que a evolução das interações afeta os componentes de um sistema setorial de inovação (Malerba, 2002). Demonstram, ainda, que uma evolução positiva ou negativa modificam na mesma direção os componentes **Tecnologias e Organizações**, enquanto que só evolui positivamente o componente **Instituições**.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Essa pesquisa teve como objetivo analisar as interações tecnológicas entre empresas da indústria sucroalcooleira do estado de Alagoas por meio das três dimensões do Sistema Setorial de Inovação (organizações, tecnologias e instituições), propostas por Malerba (2002).

De forma geral, a abordagem setorial de sistemas de inovação na forma proposta pelo autor possibilitou analisar a agroindústria sucroalcooleira alagoana e respondeu a questão de pesquisa, ou

seja, os testes não paramétricos confirmaram a hipótese levantada, de que há uma correlação entre as dimensões previstas por Malerba (2002), desenvolvendo complementaridades mútuas.

A hipótese de Malerba se confirmou para as três unidades de análise e as suas relações são positivas. Não obstante é necessário o fortalecimento das interações do bloco **Organizações e Instituições** para melhorar os indicadores de inovação do sistema, bem como proporcionar o uso do marco regulamentário dentro do sistema setorial.

Tais resultados confirmaram, ainda, que uma mudança nas interações causa um impacto na mesma direção no componente **Tecnologias e Organizações** de um sistema setorial de inovação, visto que há uma ordem crescente, demonstrando que a evolução nas interações (seja positiva ou negativamente) causa um impacto no SSI. As **Instituições** foram citadas como a unidade com menor grau de aplicabilidade para o sistema setorial de inovação.

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 com parceria com a RIDESA e outras organizações inseridas no sistema, entre elas universidades, associações, sindicatos, órgãos de apoio e financiamento, integrantes do sistema setorial de inovação, descrito no item 4.1.

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. Além disso, apesar da existência de laboratórios nas empresas, o P&D na agroindústria não se concentra no desenvolvimento de produtos, sendo basicamente desenvolvido para inovações em processo por meio de parcerias público-privadas com maior ênfase nos investimentos do setor privado. Além disso, em boa medida, os investimentos são dedicados às práticas de irrigação e desenvolvimento em rede de novas variedades de planta/sememente resistentes a pragas e doenças. Pode-se identificar nos resultados que houve uma maior evolução na interação com os fornecedores em detrimento do menor grau com os sindicatos.

De modo geral, o desenho prático desse estudo considerou que os sistemas de inovação possuem uma grande importância no cenário econômico, não só pela temática da inovação, mas também pela discussão da correlação dos diferentes atores. Sob esse prisma, as contribuições, à luz da teoria e da escala adotada, trazem implicações que delineiam a competitividade no processo de fortalecimento regional.

Em especial, o setor se beneficiará da análise desta pesquisa, pois a mesma 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 consolidação dos Sistemas Setoriais 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, recomendando-se, dessa forma, a ampliação do estudo, em novas pesquisas no setor.

Os resultados obtidos não apresentam dados definitivos, pelo contrário, apenas representam uma linha de pesquisa, diante da diversidade do setor, e das mutações do mercado, porém deixa como saldo positivo a análise do Sistema Setorial de Inovação da indústria sucroalcooleira de Alagoas, ficando claro em que pontos específicos ocorrem a dinâmica inovadora, possibilitando a continuidade de estudos nesta área.

REFERÊNCIAS

- Abeledo, C., Mullin, J., & Jaramillo, L. J. (2007). Análisis del desempeño de las "funciones de un sistema nacional de innovación" como marco para formular políticas. *Anais do Seminário Latino-Iberoamericano de Gestão Tecnológica*, Buenos Aires, AR, 12.
- Albuquerque, A., & Silva A. (Eds.). (2008). *Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e política*. Brasília, DF: Embrapa.
- Alio, R. (2005). Interview with Henry Chesbrough: innovating innovation. *Strategy & Leadership*, 33(1), 1-6.
- Altenburg, T., & Meyer-Stamer, J. (1999). How to promote clusters: experiences from Latin America. *World Development*, 27(9), 1693–1713.
- Anderson, N., De Dreu, C., & Nijstad, B. A. (2004). The routinization of innovation research: a constructively critical review of the state-of-the-science. *Journal of Organizational Behavior*, 25, 147-173, 2004.
- Cassiolato, J. E., & Lastres, H. M. M. (2000). Sistemas de inovação: políticas e perspectivas. *Parcerias Estratégicas*, 8, 237-255.
- Chesbrough, H. (2006). Open innovation: a new paradigm for understanding industrial innovation. In H. Chesbrough, W. Vanhaverbeke, & J. West (Eds.), *Open innovation: researching a new paradigm* (pp. 1-12). Oxford: Oxford University Press.
- Cooke, P. (2001). Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy. *Industrial and Corporate Change*, 10(4), 945-974.
- Eid, F., Chan, K., & Pinto, S. S. (1998). Mudanças tecnológicas e co-geração de energia na indústria sucroalcooleira. *RECITEC – Revista de Ciência e Tecnologia*, 2(1), 48-57.
- Federação das Indústrias do Estado de Alagoas. (2007). *Relatório de pesquisa de desempenho industrial*. Maceió: Autor.

- Federação das Indústrias do Estado de Alagoas. (2010a). *Panorama conjuntural FIEA – indicadores de desempenho*. Maceió: Autor.
- Federação das Indústrias do Estado de Alagoas. (2010b). *Relatório de competitividade*. Maceió: Autor.
- Ferreira, P. B., Vital, T. W., & Lima, J. F. (2008). O manejo da lavoura canavieira na Zona da Mata Norte de Pernambuco. *Anais do Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*, Rio Branco, AC, Brasil, 56.
- Franco, L. (2011). Gestão familiar. *Globo Rural*, 26(304), 40-47.
- Freire, E. (2002). *Inovação e competitividade: o desafio a ser enfrentado pela indústria de software*. (Dissertação de Mestrado). Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.
- Hoffmann, R. (2002). *Estatística para economistas*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2009) *Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil*. Rio de Janeiro: Autor.
- Larson, R., & Farber, B. (2004). *Estatística aplicada* (2a ed.). São Paulo: Prentice Hall.
- Lundvall, B-A., Johnson, B., Andersen, E. S., & Dalum, B. (2002). National systems of production, innovation and competence building. *Research Policy*, 31(2), 213-231.
- Malerba, F. (2002). Sectoral system of innovation and production. *Research Policy*, 31, 247-264.
- Malerba, F. (2003). Sectoral systems and innovation and technology policy. *Revista Brasileira de Inovação*, 2(2), 329-375.
- Malerba, F. (2006). Innovation and the evolution of industries. *Journal of Evolutionary Economics*, 16(1), 3-23.
- Marion, P., Filho, & Sonaglio, C. (2007). A inovação tecnológica em arranjos produtivos locais: a importância da localização e das interações entre empresas e instituições. In: *Revista Econômica do Nordeste*, 38(2), 306-318.
- McDaniel, B. A. (2000). A survey on entrepreneurship and innovation. *The Social Science Journal*, 37(2), 277-284.
- Neves, M. F., Trombin, V. G., & Consoli, M. A. (2009). *Mapeamento e quantificação do setor sucroenergético*. Ribeirão Preto: Markestrat.
- Pavitt, K. (1990). What we know about the strategic management of technology. *California Management Review*, 32(3), 17-23.
- Pinsonneault, A., & Kraemer, K. (1993). Survey research in management information systems: an assessment. *Journal of Management Information Systems*, 10(2), 75-105.
- Rede Interuniversitária de Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. (2009). *Catálogo nacional de variedades RB de cana-de-açúcar*. Goiânia: Autor.

- Rita, L. P. S., Milito, C. M., Silva, M. A., & Dantas, A. B. (2007). Habitat's de inovação: uma análise de redes de aprendizagem coletiva no arranjo produtivo de tecnologia de informação. *Locus Científico*, 1(2), 24-31.
- Rosário, F. J. P. (2008). *Competitividade e transformações estruturais na agroindústria sucroalcooleira no Brasil: uma análise sob a ótica dos sistemas setoriais de inovações*. (Tese de Doutorado). Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Siegel, S. (1975). *Estatística não-paramétrica*. São Paulo: McGraw-Hill.
- Silvestre, B. S. (2007). Modelos de análise de aglomerados industriais: implicações no estudo do aglomerado de petróleo e gás do norte fluminense. *Revista Gestão Industrial*, 3(2), 119-130.
- Spiegel, M. R. (1993). *Estatística* (P. Consentino, Trad.). São Paulo: Makron Books.

INTERACTIONS OF TECHNOLOGY SUGAR INDUSTRY AS ALAGOAS: ANALYSIS OF SECTORAL INNOVATION SYSTEM

ABSTRACT

In today's competitive scenario, regional growth is largely associated with the performance of innovation systems, the intensity and effectiveness of interactions between the different actors involved in the generation and dissemination of new knowledge and technologies. In this direction, this paper aims to analyze the interactions between agents of the Sugar and Ethanol Industry in the state of Alagoas, across the three dimensions of the Sectoral Innovation System (organizations, institutions and technologies), proposed by Malerba (2002). In constructing the objective of this article, we conducted an exploratory-descriptive through secondary data and the application of questionnaires to seventeen companies' sugarcane in the state. The analysis of data occurred by using nonparametric statistical techniques: Coefficient of Concordance, Kendall (W) test and the Kruskal-Wallis H, considering a significance level of 0.05. The results pointed to the confirmation of the existence of positive interactions between the three dimensions examined (organizations, institutions and technologies), but to a lesser extent, to the last. There are two additional aspects: the company submits an interaction between universities and research centers, and much of the technological advancement of this industry is coming from public and private partnerships. It is noteworthy also that the R & D effort is focused on genetic improvements to the field and process innovations that improve production efficiency. As an additional contribution, this article describes a review and practical application of the phenomenon of innovation and its links with the sectoral systems.

Keywords: Sugarcane Industry; Sectoral Innovation System; Regional Development.

Data do recebimento do artigo: 05/09/2011

Data do aceite de publicação: 06/01/2012