



# **AVALIAÇÃO DO SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO - SSI: ANÁLISE DA INDÚSTRIA QUÍMICA DE ALAGOAS**

**Luciana Peixoto Santa Rita<sup>1</sup>**  
**Waldemar Antônio Rocha Souza<sup>2</sup>**  
**Claudio Zancan<sup>3</sup>**  
**Reynaldo Rubem Ferreira Junior<sup>4</sup>**  
**Anderson Barros Dantas<sup>5</sup>**

## **Resumo**

Analisam-se as interações entre os agentes econômicos, para examinar como a inovação e a competitividade em uma indústria são sistêmicas e co-evoluem. Especificamente analisam-se as interações e as articulações tecnológicas entre empresas e demais organizações que compõem o sistema setorial de inovação na indústria química de Alagoas, em 2014, comparando com Santa Rita *et al* (2009). O estudo é quantitativo, sendo descritivo quanto aos objetivos. Aplicou-se uma pesquisa censitária junto a vinte e duas empresas da indústria química de Alagoas. A análise de dados usou técnicas estatísticas não paramétricas, o coeficiente de concordância W de Kendall para examinar a correlação entre as dimensões existentes de Organizações,

---

*Recebimento: 2/8/2015 • Aceite: 29/3/2016*

<sup>1</sup> Doutora em Administração (USP). Professora da Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil. E-mail: lupsantarita@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Ciências (Economia Aplicada) (USP). Professor da Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil. E-mail: prof.wsouza@gmail.com

<sup>3</sup> Doutor Administração (UNB). Professor da Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil. E-mail: claudiozancan@gmail.com

<sup>4</sup> Doutor em Ciência Econômica (UNICAMP). Professor da Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil. E-mail: rrfj@uol.com.br

<sup>5</sup> Doutor em Engenharia de Produção (UFSC). Professor da Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil. E-mail: anderson.admead@gmail.com

Tecnologias e Instituições e o coeficiente de correlação  $r$  de Spearman em razão da relação linear. Em particular, a interação entre as empresas e outras organizações do sistema registrou evolução, exceto os sindicatos, associações e órgãos públicos. Também, os limites das três dimensões do sistema, organizações, tecnologia e instituições ilustrou que a dimensão organizações apontou o maior grau de aplicabilidade dentro do sistema, enquanto a dimensão instituições reduziu o grau. Como conclusão, os testes empíricos apontaram grau de correlação entre o desenvolvimento de tecnologias, as organizações que as desenvolvem e as instituições que regulam o uso da tecnologia, conforme Malerba (2002), rejeitando-se a hipótese nula de ausência de correlação entre as dimensões. Adicionalmente descreve-se uma revisão e aplicação prática sobre o fenômeno da inovação e a ligação com os sistemas setoriais.

**Palavras-chave:** Sistemas de inovação setorial – SIS; co-evolução; indústria química; Alagoas

## **EVALUATION OF THE SYSTEM OF SECTOR INNOVATION - SSI: ANALYSIS OF THE CHEMICAL INDUSTRY OF ALAGOAS**

### **Abstract**

Analyzed the interactions between economic agents to examine how innovation and competitiveness in an industry are systemic and coevolve. Specifically, analyzed the interactions and technological links between companies and other organizations that make up the sectoral system of innovation in the chemical industry of Alagoas, in 2014, comparing with Santa Rita et al (2009). The study is quantitative, and descriptive about the objectives. Applied a census survey to twenty-two companies of the Alagoaschemical industry. Data analysis techniques used nonparametric statistics, the  $W$  concordance coefficient Kendall to examine the correlation between the existing dimensions of organizations, technologies and institutions and the  $r$  correlation coefficient of Spearman because of the linear relationship. In particular, the interaction between companies and other organizations of the system posted growth, except trade unions, associations and public bodies. Also, the boundaries of the three dimensional system, organizations, institutions and technology,

---

illustrated that the size organizations made the higher degree of applicability within the system, while the size institutions reduced the degree. As conclusion, empirical tests showed the degree of correlation between the development of technologies, organizations that develop and the institutions that regulate the use of technology as Malerba (2002), rejecting the null hypothesis of no correlation between the dimensions. Additionally described a literature review and practical application of the phenomenon of innovation and the link with industry systems.

**Keywords:** Sectoral innovation systems - SIS; coevolution; chemical industry; Alagoas

## Introdução

Os sistemas de inovação beneficiam-se de rede complexa de interações porque raramente registra-se a inovação isolada. Assim, um ambiente competitivo e organizado de sistemas de inovação e produção induz às empresas a aproveitar as externalidades ambientais e internalizar soluções para problemas comuns, apontando a influência do ambiente institucional sobre a dinâmica tecnológica do sistema (CIMOLI, 2014). Em particular, a influência institucional sobre a tecnologia industrial é registrada na indústria química.

Assim, até a década de 1990, a indústria química operava regulamentada pelo governo, incluindo as mudanças na estrutura industrial. Entretanto, registrou-se uma mudança profunda nas condições de entrada e saída, nas tecnologias e estratégias competitivas das firmas do setor após a liberalização dos mercados na década de 1990.

Desta forma, a abertura institucional de mercados, no início dos anos 90, resultou em pressão competitiva no setor químico tal que as tecnologias empregadas, a organização da produção e a geração de inovações ilustraram estratégias para a competitividade setorial. Também, a construção de novos padrões de concorrência setorial apontou novos formatos organizacionais, alterando as estruturas de governança das empresas do setor.

Como tal, as mudanças estruturais influenciaram o setor químico, demonstrando a concepção de um sistema setorial de inovações. Em particular, o sistema setorial de inovações define-se como um processo co-evolucionário. Assim, se a co-evolução de tecnologias, organizações e instituições expressa relevância, então provavelmente ilustra-se dependência de trajetória no sistema setorial, desde que as tecnologias, organizações e instituições desenvolvam complementaridades mútuas (MALERBA, 2002).

Assim, a complementaridade mútua na indústria brasileira apontou desaquecimento nos últimos anos, devido ao cenário internacional de crises e a política de apreciação cambial coadjuvada pela conjuntura econômica, diminuindo a competitividade em nível internacional. Particularmente, a competitividade da indústria química apontou tendência análoga.

Entretanto, o setor ilustrou papel destacado na promoção da dinâmica industrial do Brasil. Segundo a ABIQUIM (2014), o setor químico brasileiro expressou relevância na formação do Produto Interno Bruto (PIB), em 2014, da ordem de 3,1%. Com a terceira maior participação no PIB industrial, representou 11,2% do PIB da indústria

de transformação e empregou 394 mil pessoas. Em particular, o setor apontou a segunda posição e internacionalmente a sexta posição entre os países com maior faturamento no setor.

Em adição, tecnologicamente o setor químico divide-se em dois blocos. O primeiro compõe-se dos produtos químicos para uso industrial, orgânicos, inorgânicos, resinas, elastômeros e outros. O segundo registra os produtos para uso final, os produtos farmacêuticos, adubos, fertilizantes, defensivos agrícolas, cosméticos, de limpeza, tintas e outros. Também, o faturamento líquido da indústria química brasileira possui o maior percentual para o bloco de produtos químicos de uso industrial, correspondendo a 73,8% do faturamento do setor (ABIQUIM, 2013).

Em particular, o Polo Multifábrica em Alagoas localiza-se na cidade de Marechal Deodoro e comporta vinte e duas empresas de primeira, segunda e terceira geração, atuando na produção de insumos, derivados de petroquímicos e nos setores de transformação. Também, a indústria química de Alagoas aponta relevância econômica na indústria alagoana (SANTA RITA ET AL, 2009).

Desta forma, em 2012, registrou 20,7% valor de transformação industrial, computando mais de 5% dos empregos formais em Alagoas (BRASKEM, 2015). Adicionalmente, ilustra-se em Alagoas uma planta da maior empresa petroquímica do Brasil, a Braskem. Em particular, a Braskem, em 2013, investiu R\$ 200 milhões para inovação e tecnologia e registrou em torno de 774 patentes no Brasil, Estados Unidos e Europa (BRASKEM, 2015).

Portanto, a Braskem é a maior empresa do setor químico em Alagoas. Particularmente, duplicou no ano de 2013 a capacidade de operação e apresenta o maior e mais moderno complexo de pesquisa do setor químico na América Latina, o Centro de Tecnologia e Inovação Braskem - CTI. O CTI opera em Triunfo (RS), Camaçari (BA) e em São Paulo, desenvolvendo produtos, processos, aplicações e novos mercados em parceria com os clientes, os transformadores de plástico, que compõem a terceira geração.

Desta forma, a empresa agrega valor e competitividade para a cadeia produtiva da petroquímica e de plástico de Alagoas. Ademais, ilustra enfoque tecnológico e atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Assim, comparada às outras empresas do Brasil, classificadas como inovadoras por investirem 2,2% do faturamento em P&D, incluindo a aquisição de tecnologia, a Braskem computa investimento equivalente a 1,9% do faturamento em P&D e registro médio de quatro patentes ao ano. Também, a empresa

caracteriza-se como inovadora, pois 25% dos seus colaboradores desempenham funções de P&D.

Em particular, a pesquisa não aponta resultados comuns às pesquisas do estado da arte análogas, ilustrando a existência de um sistema de inovação robusto em Alagoas, nem analisa os sistemas de inovação tradicionais. Assim, destacam-se duas premissas do estudo.

A primeira define um sistema de inovação em uma abordagem tradicional, ou seja, do *mainstream* conforme Freeman (1987), Lundvall (1992) e Nelson (1993). Assim, não se refuta o papel difusor de novas tecnologias das grandes indústrias sobre os sistemas de inovação. Entretanto, no estudo em questão, examina-se em que medida as práticas de fomento e oferta de recursos para as atividades inovativas são suficientes para compensar o baixo esforço inovativo das demais empresas.

A segunda aponta que o objetivo de um sistema de inovação setorial, mesmo em uma região com grandes fragilidades na composição das atividades econômicas, é promover a geração e difusão de inovações. O estudo aqui proposto, no entanto, não visa defender a pertinência da replicabilidade automática do sistema de inovação de um setor, nem reforçar apenas as políticas de inovação tradicionais, visto que esses argumentos são intensos no estado da arte. No entanto, procura apontar como objetivo promover a geração e difusão de inovações, considerando também os argumentos relacionados às assimetrias tecnológicas e às capacitações tecnológicas, tais quais destacadas por Cimioli (2014)<sup>6</sup> e Melo, Fucidji e Possas (2015)<sup>7</sup>.

Os resultados apontam uma lógica ofertista, dado os problemas de competências do lado das firmas que demandam e induzem e são induzidas pela oferta, do tipo dinâmica e *feedback*, além das debilidades do sistema econômico e tecnológico de uma região comprometerem a formação e consolidação dos sistemas de inovação.

Diante disso, uma questão de pesquisa pode ser destaque: quais são as interações entre os agentes componentes da indústria química de Alagoas que permitem enquadrar a indústria em um sistema setorial de inovação, conforme Malerba (2002, 2005)?

Assim, objetiva-se analisar as interações e as articulações tecnológicas entre as empresas da indústria química de Alagoas, examinando as três dimensões, organizações, tecnologias e instituições

---

<sup>6</sup> Nessa abordagem, a tecnologia é considerada como um bem que não é livre, que fornece um importante vantagem para o primeiro país inovador.

<sup>7</sup> Nessa abordagem, a tecnologia é considerada como fator incorporado à estrutura das organizações, em que a transferência entre elas é difícil e custosa.

apontadas por Malerba (2002, 2005). Especificamente, objetiva-se analisar o perfil das empresas, os tipos de interações existentes e com os concorrentes, bem como a intensidade e evolução das interações das unidades de produção com os fornecedores e organizações, comparando com a pesquisa sobre o segmento em Alagoas de Santa Rita *et al* (2009).

O artigo está dividido em seis seções. Na seção 2, apontam-se as bases conceituais sobre o tema abordando conceitos sobre sistemas de inovação, sistemas nacionais, regionais e setoriais de inovação. Posteriormente, na seção 3, descrevem-se os procedimentos metodológicos. Os resultados obtidos são ilustrados na seção 4. Por fim, na seção 5 são registradas as considerações finais do estudo.

## Referencial teórico

A literatura de sistemas produtivos e de inovação sublinha que a natureza da inovação e da produção é sistêmica, sendo a firma a unidade de análise. Contudo, isoladamente a firma não registra todo o processo, inserindo-se em uma miríade de formas colaborativas e em interdependência com outras organizações (BRESCHI; MALERBA, 1997; EDQUIST, 2005; MALERBA, 2002). As organizações podem ser outras firmas, fornecedores, consumidores, concorrentes ou entidades que não atuam diretamente no mercado, como universidades, órgãos governamentais, organizações não governamentais, entre outros (EDQUIST, 2005).

Não obstante, a unidade de análise da abordagem neoschumpeteriana 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 (SCHUMPETER, 1982).

A seguir, apontam-se as bases conceituais sobre o tema inovação e perspectiva sistêmica setorial, ilustrando conceitos sobre sistemas de inovação, sistemas nacionais, regionais e setoriais de inovação.

## Inovação

Schumpeter (1982) apontou uma base conceitual sobre inovação, diferenciando invenção, inovação e difusão. Como tal, a invenção é o desenvolvimento de um processo ou produto com sentido de explorar comercialmente a descoberta, até o momento, não realizada. A inovação é a transformação da invenção em um produto, processo ou modelo organizacional comercialmente e mercadologicamente rentáveis.

Por fim, a difusão é a adoção em massa das inovações no mercado. Dessa forma, a invenção precisa ser usada, caso contrário, o valor econômico é zero. Assim, apenas após o uso, modificando produtos, meios de produção ou modelo de negócios a inovação pode gerar diferenciais competitivos. Em particular, as empresas de setores industriais tradicionais são afetadas pelas revoluções tecnológicas e por novas preferências do mercado. As organizações que se relacionam em ambientes moderadamente maduros e cujos produtos e tecnologias registram longos ciclos de vida tendem a auferir maiores lucros.

Assim, da análise schumpeteriana, a busca por vantagens competitivas pelas firmas existentes é o motor da concorrência e o grande alavancador do investimento em atividade de P&D. O lucro é o grande motivador para as firmas aplicarem processos inovativos, pois a inovação resulta em lucro extraordinário. Portanto, para reduzir a incerteza reduzida, as firmas comportam-se com rotina que aponte ações baseadas no conhecimento acumulado ao longo da história, resultando em regularidade nas inovações.

Em particular, a contribuição de Patel e Pavitt (1994) registrou a interação entre a firma e a ciência, e demonstrou que o progresso tecnológico resulta do contato com as instituições de pesquisa pelos gastos com P&D nos próprios laboratórios e da aquisição de máquinas e equipamentos com fornecedores qualificados. Além disso, apontaram o sucesso de alguns países ao caráter dinâmico dos sistemas nacionais de inovação e das políticas e instituições correlatas, no sentido de captarem as especificidades dos investimentos em P&D e em ativos tecnológicos intangíveis.

Além disso, os setores tradicionais dificilmente gerarão inovações radicais, pois os regimes tecnológicos objetivam a redução de custos ou de pequenos incrementos nos produtos por inovações incrementais, mas não se reduz a importância ao longo do tempo. Assim, conforme Rosenberg (1982), os pequenos aprimoramentos diários, isto é, no chão de fábrica, eram fontes importantes para explicar o aumento da produtividade das indústrias. Porém, quando analisadas individualmente, as inovações incrementais poderiam ser pouco significativas. Entretanto, o somatório de vários melhoramentos produtivos incrementais resultaria em forte impacto econômico.

Dessa forma, as inovações incrementais explicariam o progresso técnico como um processo no qual as continuidades tecnológicas são maiores do que as descontinuidades. Assim, os pequenos melhoramentos seriam decisivos para definir o volume de vendas e o tempo de penetração em um novo mercado (ROSENBERG, 1982).

Por sua vez, Cassiolato e Lastres (2000) destacaram que o processo de inovação nos setores produtivos apontava diferentes concepções. A primeira seria o entendimento de que a inovação era um processo de busca e aprendizado, o qual dependeria de interações sendo socialmente determinado e influenciado por formatos institucionais e organizacionais específicos.

A segunda registrava que, para a existência de inovação seriam necessários vários agentes envolvidos com a habilidade de transferir, incorporar ou apreender o conhecimento tecnológico. Finalmente, a inovação dependeria de instituições públicas e privadas e da habilidade de aprender, gerar e absorver.

Por outro lado, a questão da capacitação tecnológica, sublinhada por Bell e Pavitt (1995), ilustrava que a eficiência dinâmica dependeria das capacidades internas para gerar e gerir a mudança de tecnologias de produção, sendo os recursos especializados, por exemplo, uma força de trabalho com elevada qualificação, dependente das capacitações tecnológicas internas ao contexto das firmas, indústrias ou países.

Também, registrou-se que o desenvolvimento tecnológico, baseado na aquisição de tecnologia de países desenvolvidos frente às capacitações tecnológicas abrandaria como fator de competitividade entre as empresas e países.

Melo, Fucidji e Possas (2015) apontaram que fatores específicos a cada país resultariam num caráter nacional em tecnologias e ao processo de mudança tecnológica. Assim, a empresa seria o fio condutor do progresso técnico à medida em que as capacitações produtivas e tecnológicas fossem geradas internamente, reduzindo o papel da transferência de tecnologia.

Assim, reforçam os argumentos de Dosi e Soete (1983) em relação à existência de assimetrias tecnológicas, amparadas pelo desenvolvimento da estrutura produtiva de cada país e pela capacidade da oferta de bens, serviços, processos. Como tal, demandam-se investimentos em capacitação tecnológica e de eficácia das instituições de apoio especializadas dos sistemas de inovação.

Em suma, o entendimento dos escritos relatou as premissas de que a promoção de políticas industriais e de inovação deveriam aplicar os fatores sistêmicos de inovação, ou seja, apontou-se a necessidade de infraestruturas essenciais para criação de assimetrias competitivas entre os agentes.

## Sistema de Inovação

O termo sistema de inovação - SI surgiu nos anos 80 e disseminou-se com Freeman (1987) e Nelson (1993). Porém, a abordagem difundiu-se a partir do início dos anos 90, com Nelson (1993) e Lundvall (1992), os quais se constituíram como referência para estudos sobre sistemas de inovação.

Assim, conforme Edquist (2004), as inovações poderiam ser avaliadas como base do aprendizado interativo entre as organizações na abordagem SI. Dessa forma, as empresas geralmente não inovariam de forma isolada, não se devendo analisar a inovação como resultado apenas de decisões intrafirma.

Dessa forma, a abordagem da firma maximizada a de lucro não seria adequada por vários motivos, destacando-se a existência de diferentes instituições envolvidas, como universidades e laboratórios públicos de pesquisa, que não objetivam lucro. Além disto, a firma seria influenciada por instituições que formulariam limites ou incentivos para inovação como leis, regulações, normas culturais, regras sociais e padrões técnicos.

Portanto, a inovação resultaria de um ambiente favorável à interação da firma com vários agentes, além da própria firma, como vendedores, competidores, produtores de insumos, universidades, institutos de treinamento e agências governamentais. Ao considerar que a inovação seria um processo interativo que envolveria diferentes atores, enuncia-se a noção de sistema.

Assim, conforme Lundvall (1995), a aprendizagem como uma atividade social registraria a interação entre pessoas, não resultado apenas da educação formal e P&D. A inovação seria influenciada pelo aprendizado por meio do aumento da eficiência das operações de produção, da eficácia do uso de sistemas complexos e do envolvimento entre usuários e produtores, resultando em inovações de produto. Desta forma, a estrutura de análise do SI seria sistêmica e interdisciplinar, ilustrando a influência de fatores institucionais, sociais, políticos econômicos.

Segundo Marion Filho e Sonaglio (2007), o Modelo Sistêmico de Inovação - MSI objetivava aumentar a percepção do processo de inovação, examinando a necessidade de abordar a influência conjunta dos fatores organizacionais, institucionais e econômicos, para identificar as razões nas quais algumas regiões apontavam desenvolvimento tecnológico superior.

Por outro lado, conforme Abeledo, Mullin e Jaramillo (2007), quando os sistemas eram eficazes resultariam em maior capacidade de

interações construtivas entre os agentes, corrigindo os processos deficientes sem dificuldade e desperdício de recursos. Assim, o SI sublinharia a dependência entre as diversas instituições, organizações e empresas que funcionariam independentes entre si.

Assim, Cassiolato e Lastres (2000) concluíram que um SI objetivava contribuir para o desenvolvimento e difusão de novas tecnologias. Portanto, não apenas empresas estariam envolvidas, mas também instituições de ensino e pesquisa, de financiamento, governo, entre outras. Conseqüentemente, o conjunto ilustraria o quadro de referência no qual o governo elaboraria e executaria políticas para influenciar o processo inovativo.

Em particular, os sistemas de inovação seriam úteis para explicar questões importantes ignoradas em modelos anteriores de mudança tecnológica como, por exemplo, o da variedade e da finalidade dos investimentos em ações de aprendizado inovativo. Ademais, analisaram as diversas formas como os países e instituições investiam em aprendizado, registrando as relações entre instituições e as estruturas de incentivos e capacitações.

Em adição, o conceito de SI, para Silvestre (2007), arrolava um sistema como forma de complexidade e multiplicidade de conexões e a inovação como forma de dinamismo e mudanças tecnológicas. Assim, os sistemas de inovação poderiam restringir-se a partir de diferentes dimensões. A dimensão geográfica, definindo o Sistema Nacional de Inovação (SNI) e o Sistema Regional de Inovação (SRI) e a econômica, apontando os Sistemas Setoriais de Inovação.

Dessa forma, apesar dos diversos enfoques de SNI por autores como Nelson (1993) e Lundvall (1995), sublinhou-se na literatura a importância dada à interação existente entre os numerosos atores e instituições participantes do processo de inovação, cujo desempenho inovador resultava em benefícios sociais. Portanto, um sistema nacional de inovação deve organizar-se para articular os agentes promotores de inovação em um país, enunciando um processo complexo e coletivo.

Desse modo, os processos de inovação em nível da firma seriam gerados e sustentados pelas relações com outras empresas e organizações, ou seja, a inovação arrolaria um fenômeno sistêmico e interativo. Nesse sentido, a firma seria redefinida como uma organização objetivando o aprendizado, inserindo-se num contexto socioeconômico e político que definiria o nível de inovação a ser desenvolvido.

Em adição, a abordagem supõe ainda que a capacidade de inovação resultaria da confluência de fatores sociais, institucionais e

culturais específicos aos ambientes em que se inseririam os agentes econômicos. Logo, diferentes trajetórias de desenvolvimento institucional e tecnológico ilustrariam a configuração de sistemas de inovação com características diversas, possibilitando a conceituação de sistemas setoriais nacionais, regionais e locais de inovação (ZOUAIN; DAMIÃO; CATHARINO, 2006).

Por outro lado, Delgado, Porter e Stern (2014) avaliaram o papel da composição de *clusters* regionais sobre o desempenho de indústrias, regiões e aglomerações. Assim, usando dados do US Cluster Mapping Project examinaram o impacto da convergência em nível de região e indústria das aglomerações dos *clusters*. Além disso, apontaram forte evidência de aglomerações resultantes de *clusters*. Em particular, as indústrias de um *cluster* forte registravam elevado crescimento de emprego, salários, número de estabelecimentos e patentes. Também, identificou-se o surgimento de novas indústrias regionais nos ambientes de *clusters* fortalecidos sob a configuração de um sistema de inovação.

Em suma, identificaram que a existência de *clusters* regionais fortes aumentava as oportunidades para crescimento de outras indústrias e *clusters*. Portanto, as aglomerações com base em *clusters* eram relevantes no desempenho econômico regional.

Em especial, Chen (2009) investigou as estratégias e recursos usados pela indústria de ferramentas mecânicas de Taiwan para criar as capacidades tecnológicas, aplicando entrevistas em amostra de stakeholders. Em particular, contrariou-se a hipótese do melhoramento resultar de canais formais de aprendizado induzidos por multinacionais ou governo. Assim, concluiu que a proliferação de mecanismos articulados e explorados de aprendizado informal pelas empresas de ferramentas mecânicas resultou na dinâmica de aprendizado da indústria ao se definir um sistema de inovação.

Broekel e Boschma (2012) examinaram empiricamente o impacto das diferentes formas de proximidade sobre a rede de conhecimento técnico, identificando os tipos mais relevantes para a indústria de aviação holandesa. Ao aplicar a análise de redes sociais, destacaram a relevância das proximidades cognitiva, organizacional e social para articular a rede de conhecimento técnico. Também, a proximidade geográfica articulava a formação de redes. Adicionalmente, necessitava-se da proximidade cognitiva para conectar as empresas, porém sem resultar em diferença positivas na inovação.

No Brasil, Schwartz e Bar-El (2015) analisaram o papel de uma associação industrial como catalisadora de um ecossistema de

inovação, estimulando os vínculos entre os atores e influenciando os canais de intervenção governamentais. Nesse sentido, investigaram estudo exploratório de experimento organizado pela Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC), no período 2011 a 2014. Concluíram os atores da importância do ecossistema e dos laços enfraquecidos e o funcionamento do ecossistema deficiente. Em particular, esperava-se que a FIEC exercesse papel de liderança.

Em resumo, o papel da FIEC alinhou-se com os resultados da literatura, alterando de grupo de pressão para liderança, por exemplo, estabelecendo e compartilhando capacitações, rotinas e serviços para as firmas. Assim, o experimento do Ceará foi bem sucedido enquanto integrante do sistema de inovação.

## **Sistema Setorial de Inovação**

Como apontado na seção anterior, as definições de sistemas de inovação ilustram tipos diferenciados, tais como sistema nacional, regional ou local, supranacional, setorial e outros. Assim, enunciam-se nessa seção, algumas características do sistema setorial de inovação.

Assim, a setorialidade aponta uma visão multidimensional da dinâmica e da integração de setores que atuam direta ou indiretamente no mercado por uma rede complexa de interações entre os agentes. A complexidade identifica a multiplicidade de atores, os vínculos existentes e as peculiaridades e funções. O dinamismo registra as mudanças e progressos tecnológicos, em constante adaptação e modificação, buscando a sustentabilidade a longo prazo (MALERBA, 2007).

Malerba (2007) destaca que os repertórios schumpeterianos abordam o processo inovativo nas firmas e considera as mudanças encontradas nos diversos setores da indústria, ocasionadas por processos de destruição criativa ou mesmo de acumulações criativa.

Dessa forma, a vantagem da visão sistêmica setorial ilustra a possibilidade de maior grau de conhecimento da estrutura e das fronteiras do setor, dos agentes e interações, dos processos de aprendizado, de inovação e de produção, da dinâmica de transformação e dos fatores determinantes do desempenho das firmas (SILVESTRE, 2007).

Para Malerba (2002), a dimensão regional e a nacional de inovação expressariam limites geográficos. Os limites apontariam um elemento importante na maioria das análises dos sistemas setoriais, pois na dinâmica de sistemas não há um modelo único. Assim, quando se reduz a abrangência geográfica, aumentam as possibilidades de

desenvolver políticas de competitividade e inovação para atender às especificidades de cada localidade ou região.

Em particular, apontariam os Sistemas Setoriais de Inovação (SSI) e produção organizados por um conjunto de produtos e de agentes direta ou indiretamente relacionados ao mercado. Os agentes poderiam ser indivíduos ou organizações em vários níveis de agregação, com processos específicos de aprendizado, competências, estruturas organizacionais, crenças, objetivos e comportamentos, interagindo por meio de processos de comunicação, trocas, cooperações, competições e comandos.

Outro enfoque ilustrava que um sistema setorial expressaria uma base específica de conhecimentos, institucionalidades, tecnologias, insumos e demandas que se transformariam a partir da co-evolução dos próprios elementos. Ainda, um SSI seria um conjunto de produtos novos e criados para uso específico, apontando agentes que realizariam atividades e interações de mercado e de não-mercado para a criação, produção e venda dos produtos.

Em particular, definia-se um SSI por três dimensões responsáveis pela geração de novas tecnologias e da inovação, de conhecimento e domínio tecnológico, de atores e cadeias e de instituições. As três dimensões formulariam os pilares do conceito de sistemas setoriais de inovação, resultante da interação de diversas lógicas funcionais, da complexidade e dinamicidade, beneficiando a inovação, que raramente ocorreria de forma isolada (MALERBA, 2003).

Dessa forma, na primeira dimensão, uma característica apontaria o enfoque no conhecimento, no domínio tecnológico, nos vínculos e complementaridades dinâmicas que seria a fonte principal de transformação e crescimento de sistemas setoriais, gerando inovação e mudança.

Na segunda dimensão, um setor apontaria indivíduos 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 ilustrariam estruturas heterogêneas tais que as interações possibilitariam a troca de conhecimento complacente para a inovação, as cadeias.

Por sua vez, na terceira, as instituições seriam um composto que registrariam normas, rotinas, hábitos comuns, práticas estabelecidas, regras, leis, e padrões que amoldariam as interações entre agentes.

Nesse contexto, para avaliar a dinâmica de um sistema setorial, torna-se necessário conhecer as quatro condições que formariam a estrutura setorial. A primeira registraria a maneira como o mercado desenvolve, ou seja, como se define a demanda. A segunda compreenderia o arcabouço tecnológico, as bases de conhecimento e os mecanismos de aprendizado adotado pelo setor. A terceira examinaria as diferenças existentes entre os agentes e as formadas inter-relações. Por fim, a quarta sublinharia quais instituições estariam envolvidas no sistema, que atuariam como propulsoras de normas e regulamentos para interações mais eficientes (ADAMS; FONTANA; MALERBA, 2013).

O quadro conceitual de um sistema setorial de inovação e produção é considerado como processos em que diferentes tipos de agentes estão ativamente envolvidos (MALERBA, 2002). Demanda, em termos, tanto dos consumidores finais e empresas intermediárias, seria um ator principal em tais processos. A demanda, ao lado de fornecedores, universidades, e organizações de pesquisa públicas e privadas, não só contribui para ideias, mas fornece *feedback* para a inovação e desenvolve soluções inovadoras. A contribuição da demanda para a inovação decorre de sua base de conhecimento exclusiva em relação aos outros atores dentro de um sistema setorial: fornecedores e consumidores que tenham um profundo conhecimento sobre usos, necessidades e aplicações. Também, as evidências do papel da demanda na inovação possuem inúmeras fontes. Ao longo das últimas décadas, inúmeros estudos setoriais documentaram o papel da demanda no processo de inovação. Da mesma forma, tais autores discutiram o papel da demanda na evolução recente da indústria de semicondutores e demonstraram a importância da inovação do usuário em semicondutores.

Outro aspecto contemporâneo na análise da setorialidade é a inserção das políticas públicas e governança como repertórios do desenvolvimento da inovação. Segundo Caloghirou et al. (2015), as políticas públicas em setores de alta tecnologia implicam que as novas tecnologias possam surgir, juntamente com grandes expectativas que nem sempre são realizadas. A perspectiva da política pública pode implicar se estabelecer um sistema de acompanhamento e avaliação que pode gerar sinais de alerta para que o financiamento possa ser retirado antes das grandes falhas ocorrerem e o sistema setorial de inovação não se organizar.

Uma melhor compreensão do papel da criação de conhecimento e desenvolvimento de capacidades em setores passa necessariamente pela introdução de medidas que possam promover a sua

competitividade e reforçar o seu papel nos mercados internacionais. Tais medidas podem ser diferentes. Uma delas é o acesso ao conhecimento setorial para as empresas, que muitas vezes têm recursos limitados na busca de conhecimento fora da sua área de especialidade. A este respeito, a criação de redes de conhecimento e competência externa pode ser crucial para facilitar a colaboração com atores de outros setores, e também para aumentar as oportunidades de interação com os clientes.

A segunda diz respeito à promoção da transferência do conhecimento disponível para as empresas e empresários locais. Isso pode exigir o estabelecimento de relações entre instituições, ou seja, indústrias de baixa tecnologia e institutos de pesquisa científica para possíveis novos desenvolvimentos tecnológicos e de mercado.

A terceira pode se concentrar em melhorar as capacidades das empresas para absorver, integrar e utilizar novos conhecimentos. Isto pode ser feito por meio da modernização e promoção da inovação e atividades relacionadas para melhorar as competências do pessoal, de modo a melhorar as competências globais de gestão das empresas, em especial a capacidade de cooperar em rede internacional.

A governança regional da inovação depende da capacidade de articulação entre as três dimensões, ou seja, organizações, universidades e governo, o qual a ação coletiva é apoiada por normas e instituições de modo que se possa desenvolver um conjunto de recursos. Devido às relações entre conhecimentos e capacidades nas organizações no processo de transformar ideias em inovação, as empresas têm um incentivo ao optar em estarem envolvidas no desenvolvimento tecnológico colaborativo. Governança, nessa situação, pode ser considerada complexa devido às características particulares de conhecimento e formação das firmas.

De acordo com Mckelvey, Zaring e Szucs (2015), o modelo conceitual aqui proposto ajuda a especificar como e por quê uma ação coletiva - que envolve normas, instituições e organizações - leva a um conjunto de recursos comuns e trajetórias de dependências. Nessa direção, as teorias de governança e sistemas tornaram-se cada vez mais relevante nas discussões sobre a inovação, conforme estudos descritos em Foster e Metcalf (2012).

Como tal, os mais importantes mecanismos dentro das empresas e sistemas de inovação são os arranjos institucionais relacionados com a tradução do conhecimento e de P&D em inovação e conhecimento do negócio por meio do empreendedorismo intensivo (AUDRETSCH; KEILBACH, 2007; CALOGHIROU ET AL, 2015).

Da mesma forma, os processos de interação universidade-empresa não são suficientes no alinhamento automático da atividade científica aos resultados em novos produtos e processos ou novas empresas. Em vez disso, existem complexos processos históricos, envolvendo indivíduos, organizações e instituições nos processos de comercialização da pesquisa científica e envolvimento com a indústria (MCKELVEY; ZARING; SZUCS, 2015).

Entende-se que as universidades têm um incentivo para desenvolver novos conhecimentos e se difundirem por meio do ensino e outras interações com a sociedade, como uma rede principal da comunidade científica. A indústria tem um incentivo para maximizar o seu lucro econômico, com o principal foco de sua rede com outras empresas. Por sua vez, o governo tem os incentivos para manter o poder político, como principal rede da sociedade civil. Portanto, dada essa diversidade, sugere-se que o foco principal da governança dos sistemas setoriais de inovação deve ser pautado em diferentes normas, instituições e organizações que podem criar regras "comuns" para regular o desenvolvimento e o acesso a esse novo conhecimento e aos parceiros por meio de redes.

Em resumo, a governança desse tipo de sistema setorial pode levar a resultados positivos e benéficos para a maioria, se não para todos os participantes quando funciona a autorregulação. O modelo conceitual reconhece diferentes tipos de organizações envolvidas na produção e utilização de conhecimentos em que cada ator tem um conjunto diferente de incentivos e redes. No entanto, a governança requer o desenvolvimento de normas e instituições comuns para uma ação coletiva. Em outras palavras, a ação coletiva é mediada por meio da interação em que se pode desenvolver normas e instituições comuns que regulam seu comportamento e ajuda a criar um bem comum. Os bens comuns se referem ao conhecimento tecnológico e áreas específicas, que constrói a capacidade regional e são úteis para a inovação empresarial (MCKELVEY; ZARING; SZUCS, 2015).

## **Metodologia e dados**

Descreve-se a metodologia da pesquisa. Assim, quanto aos objetivos, a pesquisa caracteriza-se como estudo descritivo tendo por finalidade observar, registrar e analisar os fenômenos ou sistemas técnicos, sem entrar no mérito dos conteúdos (TRIVIÑOS, 2009).

Por sua vez, quanto à natureza, segundo Bryman (2011) a pesquisa é quantitativa em função das métricas de números, classificados e analisados, aplicando-se técnicas estatísticas. Como tal,

o estudo realizado teve natureza aplicada, de cunho descritivo, sendo desenhada a partir do método *survey*.

Conforme Pinsonneault e Kraemer (1993), a pesquisa *survey* é definida como a maneira de coletar dados ou informações sobre particularidades, ações ou opiniões de um determinado grupo de pessoas, representantes de uma determinada população alvo, por meio do instrumento questionário.

As fontes de informações foram as diretorias executivas. As informações foram coletadas por meio de questionários preenchidos segundo procedimento de levantamento. A investigação contemplou a população censitária das empresas que operam na indústria química de Alagoas, ou seja, vinte e duas empresas do Cadastro Industrial da FIEA (2011). Apenas dezessete responderam à pesquisa.

Também, organizou-se a base de dados para analisar o SSI da indústria química de Alagoas, no ano de 2014, a partir das informações obtidas com a aplicação de um questionário nos meses de janeiro e fevereiro de 2015 para todas as empresas que foram contatadas por e-mail ou telefone, conforme a disponibilidade da empresa.

O questionário foi dividido em cinco partes. A primeira parte foi direcionada para descrever o perfil das empresas com questões relacionadas ao tempo de atuação no mercado, ao faturamento e ao número de funcionários. A segunda, com perguntas relacionadas ao lançamento de novos produtos, ao desenvolvimento de novos processos e ao registro de patentes, buscou-se identificar as formas de inovações desenvolvidas por cada uma das empresas do setor em 2014.

Em seguida, na terceira, as questões foram relacionadas aos investimentos em inovação, ou seja, esta parte do questionário foi voltada para identificar o percentual investido em novas tecnologias ou no aprimoramento das que já existiam e também em P&D interna e externa. Na quarta parte, tentou-se verificar como ocorreu a evolução das interações das empresas com as diversas organizações desse setor, como universidades, instituições financeiras, fornecedores, concorrentes, entre outras.

E, por fim, na última parte, as questões foram voltadas para identificar as unidades de análises do SSI Químico de Alagoas, que são, de acordo com Malerba (2002), tecnologia, instituições e organizações.

Pelo tamanho da população obtida, com apenas 17 elementos, que é considerado pequeno, foi necessário o uso de testes estatísticos não-paramétricos, visto que não exigem supor o tipo de distribuição de probabilidade ilustradas pelas variáveis analisadas (SIEGEL, 1975). Para Meyer (1983), uma amostra deve ter um número de elementos suficientemente grande, no mínimo 30, para que se possa fazer alguma

suposição sobre a distribuição da população da qual foi retirada a amostra.

De acordo com Malerba (2002), os elementos de um sistema setorial são correlacionados uns com os outros, ou seja, são mutuamente dependentes. Nessa condição, as tecnologias afetam o modo de agregação e interação dos agentes, assim como as instituições vigentes e evoluções dessas. As organizações estabelecidas, ao interagirem com as instituições, determinam a dinâmica tecnológica. Por sua vez, as instituições existentes influenciam o modo como a organização dos agentes impulsionam ou minimizam as tecnologias.

Assim, uma hipótese foi testada usando-se o coeficiente  $W$  de Kendall por meio da hipótese nula, as variáveis que registram as unidades de análise do sistema setorial de inovação da indústria química de Alagoas, tecnologias, organizações e instituições não são correlacionadas entre si ao nível de significância especificado. Nesse sentido, a rejeição da hipótese confirmaria Malerba (2002).

No sentido de conhecer a forma e a intensidade da relação das variáveis, aplicou-se as medidas de correlação. Neste estudo, foram usadas duas técnicas, o coeficiente de correlação  $\rho$  de Spearman e o coeficiente de concordância  $W$  de Kendall, também aplicadas em Santa Rita *et al* (2009). A escolha justificou-se pela importância de examinar as maneiras que ocorrem a concordância entre as variáveis, com cálculo simples e por tendo a vantagem de relação linear com o coeficiente  $W$ .

Também, a definição do coeficiente de correlação  $\rho$  de Spearman é uma medida de associação alternativa ao coeficiente de correlação de Pearson para os casos em que não se tem uma amostra de tamanho significativo. É uma técnica que não exige que cada par de variáveis se relacione linearmente e nem que sejam quantitativas, uma vez que podem ser ordinais. Logo, aplica-se técnica quando a hipótese de normalidade dos dados é violada.

Em adição, o coeficiente de correlação  $\rho$  (rho) de Spearman, assim como o de Pearson, varia entre  $-1$  a  $+1$ , apontando a correlação entre as variáveis mais forte quanto mais próxima dos valores extremos. O sinal positivo indica que as variáveis variam na mesma direção, enquanto que o negativo significa variação no sentido inverso. A hipótese do teste é de que as variáveis não são correlacionadas entre si e que deverá ser rejeitada caso o  $p$ -valor seja maior que o nível de significância de 10%.

O segundo coeficiente também é uma medida de concordância, porém aponta a relação entre três ou mais variáveis, que devem ser ordinais. Porém, o coeficiente varia entre  $0$  e  $+1$ , ou seja, quando há

perfeita associação entre as variáveis, seu valor será um, mas na ausência de relação, o coeficiente é zero.

Em particular, expressaram-se como variáveis, as dimensões do SSI, organizações, tecnologia e instituições. A hipótese do teste é que não existe correlação entre as três variáveis e será rejeitada, assim como no teste anterior, se o  $p$ -valor for maior que o nível de significância,  $\alpha$ , de 10%.

## Resultados e discussão

Arrolaram-se os dados relativos às dimensões e fatores da pesquisa. Em um primeiro momento, a análise individual dos fatores examinou o conteúdo, sem a exigência de uma análise do problema e suas devidas associações, utilizando-se para isso estatística descritiva.

A seguir, identificou-se o perfil dos respondentes do primeiro bloco do questionário. Em seguida, registraram-se as associações no problema pesquisado. Por fim apontaram-se as relações com o suporte da base estatística sem concentração em análises individuais, mas num contexto que permita relacionar os resultados com outras pesquisas, bem como ilustrar novas vertentes para futuras investigações.

## Perfil das empresas

A análise dos dados apontou que a maior parte das empresas atuava no mercado há mais de dez anos e apenas 11,8% estavam ativas há menos tempo. Pode ser identificado também que o faturamento anual de apenas três empresas era inferior a R\$240.000,00, registrando 17,6% das empresas entrevistadas. Entre o faturamento de R\$ 240.000,00 a R\$ 2.400.000,00, sublinhou-se 41,2% das empresas, com percentual idêntico de empresas que faturaram mais de R\$ 2.400.000,00.

Também, o segmento era organizado por pequenas e médias empresas. O cenário não era o mesmo em 2007, quando era maior o número de empresas com faturamento menor e, conseqüentemente, menor o número das que registravam um faturamento maior (SANTA RITA ET AL, 2009).

Quanto às inovações desenvolvidas em 2014, mais de 70% das empresas criaram até dois produtos. Identificou-se na Tabela 1 um percentual de 5,9% de empresas que criaram entre 5 a 6 produtos. O valor foi idêntico para o desenvolvimento de mais de seis produtos. Ainda analisando o bloco de inovações, a maior parte das empresas não desenvolveu novos processos, nem registrou patente. Nesse último

caso, o percentual de não registro foi alto, superior a 88% contra 12% de empresas que registraram até duas patentes.

A Tabela 1 aponta a comparação entre os valores de 2014 e 2007 identificados no estudo de Santa Rita *et al* (2009), destacando-se que não houve alterações significativas. Entretanto, a variável inovações em novos produtos criados apontou o aumento na categoria entre 1 e 2, e na categoria mais de 6 produtos com 5,9% das respostas das empresas:

**Tabela 1: Inovações identificadas – Comparação entre 2007 e 2014**

Categorias	Novos Produtos criados no ano específico		Novos Processos desenvolvidos no ano específico		Patentes Registradas no ano específico	
	2007	2014	2007	2014	2007	2014
Nenhum	33,30%	41,18%	38,90%	58,82%	72,20%	88,24%
Entre 1 e 2	33,30%	29,41%	22,20%	23,53%	11,10%	11,76%
Entre 3 e 4	22,20%	17,65%	16,70%	11,76%	0,00%	0,00%
Entre 5 e 6	11,10%	5,88%	11,10%	0,00%	5,60%	0,00%
Mais de 6	0,00%	5,88%	11,10%	5,88%	11,10%	0,00%

Fonte: Dados da pesquisa e Santa Rita *et al* (2009).

Também, em relação aos investimentos em inovações, todas as empresas analisadas realizaram inovações com um percentual de até 8% do faturamento. Arrolou-se a maior parcela dos investimentos para o aperfeiçoamento de tecnologias existentes, enquanto a menor foi direcionada às novas tecnologias. Quanto aos investimentos em P&D, a maior parte destinou-se para pesquisas desenvolvidas pela própria empresa. A Tabela 2 ilustra o comparativo dos resultados das pesquisas em 2007 e 2014:

**Tabela 2:** Percentual do faturamento investido em inovação em 2007 e 2014

Categorias	Aperfeiçoamento de tecnologias existentes no ano específico		Aquisição de novas tecnologias no ano específico		P&D interno		P&D externo	
	2007	2014	2007	2014	2007	2014	2007	2014
0%	22%	0%	17%	0%	22%	41%	33%	65%
Mais de 0% até 2%	28%	18%	33%	18%	50%	47%	50%	35%
Mais de 2% até 4%	17%	18%	33%	18%	6%	6%	0%	0%
Mais de 4% até 6%	17%	29%	11%	47%	6%	6%	11%	0%
Mais de 6% até 8%	6%	24%	0%	18%	6%	0%	6%	0%
Mais de 8%	11%	12%	6%	0%	11%	0%	0%	0%

Fonte: Dados da pesquisa e Santa Rita *et al* (2009)

Uma análise relevante é o aumento do percentual de investimentos em aperfeiçoamento de tecnologias existentes no ano específico, quando se comparam os dados do levantamento em 2014 e os dados do levantamento em 2007. As categorias com maior aumento em 2014 foram mais de 4% até 6%, mais de 6% até 8% e mais de 8%.

### Análise da evolução das interações e limites do SSI

Apontando a resposta à questão de pesquisa relativa à interação entre os agentes, registrou-se o grau de interações entre indústrias, unidades produtoras e organizações, outras empresas ou órgãos de apoio, indústrias e concorrentes e empresas e fornecedores. Tais interações fortaleceram a rede de agentes, garantindo o aprendizado coletivo, a difusão do conhecimento e o uso de inovações nos sistemas de inovação.

Assim, a pesquisa usou uma escala tipo Likert, com cinco postos, variando de 1, diminuiu fortemente, a 5, aumentou fortemente. A marcação dos dois menores valores registrava uma diminuição na interação entre os agentes nos últimos anos, e o aumento nos valores indica a melhoria da interação. O valor intermediário, 3, apontava que a relação se manteve estável, ou seja, não houve alterações no grau de

relacionamento entre o agente respondente e os demais do SSI. A Tabela 3 sublinhou os resultados da análise:

**Tabela 3:** Interação entre as organizações do SSI Químico de Alagoas em 2014

Organizações	Média	Desvio Padrão
Clientes	4,588	0,618
Fornecedores	4,294	0,985
Instituições Financeiras	3,647	0,996
Concorrentes	3,529	1,007
Universidades	3,000	0,354
Sindicatos	2,882	0,993
Associações	2,588	1,121
Órgãos Públicos	2,353	1,222

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

O exame das médias ilustrou que as empresas do setor químico interagiram, no último ano, com maior intensidade com os clientes e fornecedores. As instituições financeiras e os concorrentes também apontaram uma evolução média alta. Entretanto, os órgãos públicos ilustraram as organizações com média negativa de interação com as unidades analisadas, que também interagiram menos com associações e sindicatos.

Além disso, identificou-se um elevado desvio em relação à média, sublinhando que a relação das empresas químicas com os órgãos públicos variou entre cada empresa. Mas a situação também se repetiu para as outras organizações analisadas, embora em valor inferior. Em particular, as universidades registraram uma situação estável com o setor químico, identificado pelo baixo desvio-padrão, apontando ocorrência análoga para as unidades produtivas.

Em adição, empregou-se idêntica lógica para análise da interação das empresas químicas com outras organizações, examinando como se relacionaram com os concorrentes e fornecedores. Assim, as médias da análise das interações com os concorrentes demonstraram que as unidades cooperavam frequentemente para disponibilizar tecnologias comuns e tecnologias limpas e equipamentos.

Entretanto, devido ao elevado desvio-padrão, o resultado não ocorria igualmente entre as unidades produtivas. Embora apresentando uma média menor, o ensaio para o desenvolvimento de

novos produtos e capacitação foi a interação com concorrentes que evoluiu no último ano. Apenas a relação de marketing foi a interação que permaneceu estável, conforme a Tabela 4.

**Tabela 4:** Tipos de interações das empresas com suas concorrentes

Tipos de Interação	Média	Desvio Padrão
Tecnologias comuns	3,941	1,435
Tecnologias limpas e equipamentos	3,412	0,870
Ensaio para o desenvolvimento de novos produtos	3,176	0,528
Capacitação	3,059	0,747
Marketing	3	0,791

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Em adição, todos os tipos de interações com os fornecedores analisadas evoluíram, conforme a Tabela 5. Em particular, apontaram desvios-padrão menores quando comparados com a análise da evolução das relações com os concorrentes, ou seja, os valores individuais não se distanciaram da média. Também, destacou-se o tipo de interação acesso de equipamentos e insumos, ou seja, as empresas empenharam-se na obtenção de meios para a produção em 2014.

**Tabela 5:** Tipos de interações das empresas com seus fornecedores

Tipos de Interação	Média	Desvio Padrão
Acesso a equipamentos e insumos	3,882	0,993
Ensaio para o desenvolvimento de novos produtos	3,353	0,493
Aquisição de tecnologia mais limpa	3,353	0,606
Ações conjuntas de marketing	3,353	0,606
Assistência técnica	3,235	0,437
Transferência de tecnologia	3,118	0,485

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

A seguir, examinaram-se as dimensões analíticas e o grau de associação na percepção das empresas entrevistadas. A percepção registrou quanto cada dimensão era relevante para a estrutura e dinâmica do setor industrial, conforme Malerba (2005, p. 396). Primeiramente, avaliou-se, pela média, quanto às dimensões, organizações, tecnologias e instituições participavam de forma integrada do sistema setorial de inovação.

Também se usou uma escala tipo Likert com cinco postos, o ponto 1 apontando a dimensão com menor relevância na realidade do setor, enquanto 5 identificariam grande relevância. Adicionalmente, os respondentes apontaram as percepções gerais.

Assim, as médias foram próximas de 3 e um desvio de até 0,56, ou seja, as dimensões do SSI registraram aplicabilidade intermediária. As dimensões organizações e tecnologia apontaram praticamente a mesma média, 3,4. A dimensão instituições registrou a menor, sendo abaixo da média 3, ou seja, sublinhou redução das relações institucionais.

Em particular, a Tabela 6 indica que a dimensão organizações, indivíduos e organizações que compõem a indústria, registrou o maior grau de relevância para o setor em Alagoas. Assim, os dados ilustraram que a interação com outras organizações era o elemento fundamental para as atividades de desenvolvimento, difusão e uso do conhecimento e inovações, uma vez que foi a dimensão com maior média e menor desvio-padrão.

Também, a dimensão tecnologias apontou o segundo lugar, em termos de relevância dentro do sistema setorial de inovação. O resultado articulou-se com a geração e difusão do conhecimento tecnológico. Contudo, as indústrias químicas são, em grande medida, *supplierdominated*, conforme Pavitt (1984). Assim, a inovação entraria nas empresas pela aquisição de equipamentos ou por meio de parcerias com fornecedores para desenvolvimento de tecnologias.

Por fim, sublinharam-se as instituições como a dimensão com menor grau de relevância. Contudo, o posto 3 pode identificar não só menor relevância, mas uma relativa indiferença ou o desconhecimento dos agentes em relação ao quesito. Assim, a indiferença seria plausível pela situação de capacidade produtiva em Alagoas, o único estado produtor do Nordeste que apontou aumento da capacidade produtiva com a nova planta da Braskem. Entretanto, o alto desvio-padrão poderia apontar que as empresas mais eficientes analisariam as mudanças na legislação ambiental e trabalhista, avançando tecnologicamente e melhorando a eficiência produtiva.

Entretanto, o resultado difere relativamente do encontrado em Santa Rita *et al* (2009), o qual destacou que as relações tecnológicas se reduziram enquanto que as instituições apontaram média superior a 3. Todavia, o resultado para a variável organizações permaneceu inalterado.

Por seu turno, apontou-se a questão subjacente, o elemento abstrato da co-evolução das instituições e tecnologias não percebido pelas empresas. A co-evolução identificaria a inovação como uma

construção social e, como tal, necessitaria da evolução conjunta das instituições e da estrutura da indústria para ocorrer.

Ou seja, sendo as instituições o elemento que coordenariam as relações no ambiente econômico, a evolução também implicaria evolução do ambiente competitivo, a estrutura industrial e das armas competitivas dos agentes, as inovações. Assim, as inovações realimentariam o ciclo, apontando novas configurações institucionais, que, por sua vez, desencadeariam novas formas organizacionais e nova organização industrial, sucessivamente.

**Tabela 6: Aplicabilidade das Unidades de Análise do SSI**

Unidades de Análises	Média	Desvio Padrão
Organizações	3,360	0,506
Tecnologia	3,350	0,208
Instituições	2,941	0,556

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

### Testes não-paramétricos

A seguir, analisou-se a hipótese da existência de associação entre as dimensões analíticas e em que medida eram percebidas pelos agentes pesquisados, conforme Malerba (2005). A intensidade da relação foi medida por dois testes de correlação não paramétricos. Justifica-se a escolha por não dependerem das suposições de normalidade e homoscedasticidade exigidas por testes de correlações paramétricas (MC DONALD, 2009). O teste de correlação  $\rho$  de Spearman é robusto em relação ao tamanho da amostra, pois o poder do teste não se reduz a pequenas amostras. Assim, examinou-se a hipótese nula das variáveis *proxy* que apontavam as dimensões de análise de um sistema setorial de inovação, tecnologias, organizações e instituições não serem associadas. Logo, aplicaram-se dois testes não-paramétricos para examinar a existência ou não de correlação entre as dimensões do SSI.

Em particular, o coeficiente de concordância  $W$  de Kendall, examinou a correlação global das três variáveis. Também, para identificar o grau de correlação duas a duas das variáveis usou-se o coeficiente de correlação de Spearman. A Tabela 7 registrou os resultados, ilustrando que o coeficiente  $W$  de Kendall foi significativo ao nível de significância de  $\alpha = 10\%$ , sublinhando correlação entre as três variáveis:

**Tabela 7: Coeficiente de Concordância W de Kendall**

K	3
N	17
W	0,699
$\chi^2$	23,776
Graus de Liberdade	16
p-valor	0,095

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Dessa forma, embora tenha obtido um resultado significativo de correlação entre as três variáveis em conjunto, aplicou-se o teste de correlação  $r$  de Spearman para examinar se as relações bivariadas também eram significativas. Também, examinou-se o valor do coeficiente correlação para identificar se um coeficiente de correlação bivariada elevado não encobriria uma relação baixa. A Tabela 8 registrou os resultados:

**Tabela 8: Coeficiente de Correlação rho de Spearman**

	Tecnologia	Organizações	Instituições
Tecnologia	1		
Organizações	0,4803***	1	
Instituições	0,7232*	0,5776**	1

Nº de Observações: 17

\* Significante ao nível de 1%.

\*\* Significante ao nível de 5%.

\*\*\* Significante ao nível de 10%.

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados da pesquisa

Assim, os resultados apontaram que as relações bivariadas foram positivas e significantes, sendo a mais forte foi a relação entre instituições e tecnologia. Em seguida, apontou-se a relação entre instituições e organizações e, a mais fraca, porém significativa, foi entre tecnologia e organizações. Também, comparando com os resultados de Santa Rita *et al* (2009) registram-se alterações, pois em 2007, a correlação mais elevada registrou-se entre tecnologias e organizações, sendo a inferior entre tecnologia e instituições.

Em suma, por sublinhar significativas correlações, tanto examinando as três dimensões em conjunto, quanto em pares, o SSI químico de Alagoas confirmou a teoria de Malerba (2002), apontando que as três dimensões de um SSI devem ser correlacionadas.

## Conclusões

Objetivou-se analisar a evolução das relações das unidades produtivas do setor químico de Alagoas com os outros elementos deste SSI, bem como os limites e correlação entre as três dimensões propostas por Malerba (2002). Adicionalmente, comparou-se com estudo sobre o segmento de Santa Rita et al (2009).

Dessa forma, na pesquisa realizada em 2014, o número de inovações identificado foi semelhante ao de 2007, demonstrando que o comportamento inovador das empresas continua de forma semelhante. Assim, o objetivo ao apontar que o SSI promoveria difusão de inovações ilustrou que as assimetrias tecnológicas e das capacitações afetavam o propósito. Apesar do aumento de investimentos em aquisição e aperfeiçoamento de tecnologias, reduziram-se as despesas de P&D, o que poderia diminuir a competitividade do setor.

Assim, pode-se destacar que a abertura e as mudanças estruturais no setor químico não foram suficientes para suportar as pressões competitivas. Logo, pode ser possível que o setor em Alagoas reduza a competitividade caso outros competidores internacionais desenvolvam inovações, devido ao baixo índice de P&D.

Em particular, a interação entre as empresas e outras organizações do sistema registrou evolução, exceto os sindicatos, associações e órgãos públicos. Também, os limites das três dimensões do sistema, organizações, tecnologia e instituições, ilustraram que a dimensão organizações apontou o maior grau de aplicabilidade dentro do sistema, enquanto a dimensão instituições reduziu o grau.

Por sua vez, os resultados dos testes não-paramétricos permitiram a rejeição da hipótese nula de ausência de correlação entre as dimensões. Assim, o SSI seria integrado, confirmando a teoria de Malerba (2002).

Com relação às fontes de inovação, sublinharam-se índices reduzidos relacionados à interação entre outras organizações, demais agentes e fontes de informações e conhecimento, fornecedores e concorrentes. Portanto, como orientação geral seria preciso formular mecanismos de aglutinação, cooperação e de geração de consenso entre as empresas, bem como políticas de desenvolvimento de aprendizagens, tecnologias e capacidades tecnológicas para o progresso técnico.

De modo geral, o desenho prático apontou que os sistemas de inovação registravam relevância no cenário econômico mundial, não apenas pela natureza da inovação, mas também pela discussão da

correlação dos diferentes atores. Assim, as contribuições, à luz da teoria e das técnicas estatísticas usadas, apontam implicações que definem a competitividade no processo fortalecimento regional.

Em adição, entre as limitações do trabalho, destaca-se a dificuldade das empresas em disponibilizar as informações, o que resultou em uma amostra menor que o universo que pode ter minimizado os resultados. Contudo, por meio das informações obtidas, percebeu-se a necessidade de maior investimento em inovação e políticas que incentivem a cooperação e fortalecimento do sistema.

Por fim, os resultados não apontaram conclusões definitivas, registrando linha de pesquisa, que deve ser organizada, continuando os estudos sobre a diversidade do setor e das mutações do mercado. Assim, o estudo aponta a análise do sistema setorial de inovação da indústria química de Alagoas, ilustrando os pontos específicos da dinâmica inovativa.

## Referências

ABELED, C.; MULLIN, J.; JARAMILLO, L. J. Análisis Del desempeño de las "funciones de um sistema nacional de innovación" como marco para formular políticas. In: **Seminário Latino-iberoamericano de Gestión Tecnológica**, 12. ALTEC, 2007.

ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química. **Relatório de estatísticas de comércio exterior (Rece)**. São Paulo, dez. 2014.

\_\_\_\_\_. Relatório de acompanhamento conjuntural, diversos números, 2013.

ADAMS, P; FONTANA, R; MALERBA, F. The magnitude of innovation by demand in a sectoral system: The role of industrial users in semiconductors. **Research Policy**, v. 42, n. 1, p. 1-14, 2013.

AUDRETSCH, D. B; KEILBACH, M. 2007. The Theory of Knowledge Spillover from Entrepreneurship. **Journal of Management Studies**, v. 44, n. 7, p. 1242-1254.

BEL, M; PAVITT, K. The development of technological capabilities. In: UL HAQUE, I. Trade, technology and international competitiveness. Washington, DC: **The World Bank**, p. 69-101, 1995.

BRASKEM. Relatório Da Administração BRASKEM 2015. Disponível em: <<http://www.braskem-ri.com.br/relatorios-anuais>>. Acesso em: 11mar. 2016.

BRESCHI, S.; MALERBA, F. **Sectoral Innovation Systems: technological regimes, Schumpeterian dynamics and spatial boundaries.** In EDQUIST, C. (Ed.) *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations.* London, Washington: Pinter/Cassell Academic, 1997.

BROEKEL, T.; BOSCHMA, R. Knowledge networks in the Dutch aviation industry: the proximity paradox. **Journal of Economic Geography**, v. 12, n. 2, p. 409-433, 2012.

BRYMAN, A. *Social research methods.* Oxford: Oxford University Press, 2011.

CALOGHIROU, Y.; LLERENA, P.; MALERBA, F.; MCKELVEY, M.; RADOSEVIC, S.(Ed.). Public policy for knowledge intensive entrepreneurship: Implications from the perspective of innovation systems. In: **Dynamics of Knowledge Intensive Entrepreneurship: Business Strategy and Public Policy.** pp. 446, Routledge, 2015.

CASSIOLATO, J. E., LASTRES, H. M. M. **Sistemas de inovação: políticas e perspectivas. Parcerias estratégicas.** Revista do Centro de Estudos Estratégicos do Ministério da Ciência e Tecnologia, v. 4, p. 144-1 2000.

CHEN, L. Learning through informal local and global linkages: The case of Taiwan's machine tool industry. **Research policy**, v. 38, n. 3, p. 527-535, 2009.

COEN, D; ROBERTS, A. A New Age of Uncertainty. **Governance**, v. 25, n.1, p. 5-9, 2012.

CIMOLI, M. National System of Innovation: A note on technological asymmetries and catching-up perspectives. **Rev. Econ. Contemporânea**, v. 18, n. 1, p. 5-30, jan-abr/2014.

**CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI.** Perfil da Indústria nos estados. 2014.

DELGADO, M.; PORTER, M. E.; STERN, S. Clusters, convergence, and economic performance. **Research Policy**, v. 43, n. 10, p. 1785-1799, 2014.

DOSI, G.; SOETE, L. Technology gaps and cost-based adjustment: some explorations on the determinants of international competitiveness. **Metroeconomica**, v. 35, n. 3, p. 197-222, out. 1983.

EDQUIST, C. **The systems of innovation approach and innovation policy: an account of the state of art.** DRUID Conference, 2005.

\_\_\_\_\_. **System of Innovation – Technologies, Institutions and Organizations.** London: Pinter, 2004.

EDQUIST, C. **Systems of Innovations.** MALERBA, Franco. **Sectoral Systems: How and why innovation differs across sectors.** In: FAGERBERG, Jan; MOWERY, David C.; NELSON, RICHARD R. **The Oxford handbook of innovation.** Oxford: **Oxford University Press**, 2005.

HARPER, D. A; LEWIS, P. 2012. **New Perspectives on emergence in economics.** **Journal of Economic Behavior and Organization.** 82 (2-3): 329-337.

FARIA, L. G. D. **A co-evolução dos elementos do Sistema Setorial de Inovação automotivo.** São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012.

FIEA. **Federação das Indústrias do Estado de Alagoas: Alagoas, 2011.** Disponível em <CD Guia da indústria Alagoas 2011. CNI FIEA>.

FOSTER, J.; METCALFE J.S. **Economic emergence: An evolutionary economic perspective.** **Journal of Economic Behavior and Organization**, v.82, n. 2-3, p. 420-432, 2012.

FREEMAN, C. **Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan,** London, Frances Pinter, 1987.

\_\_\_\_\_. **The national system of innovation in historical perspective.** **Cambridge Journal of Economics**, London, v. 19, n. 1, p. 5-24, 1995.

FREIRE, E. **Inovação e competitividade: o desafio a ser enfrentado pela indústria de software.** Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica). São Paulo, 2002.

LUNDVALL, B. (ed.) **National Systems of Innovation – towards a theory of innovation and interactive learning.** Pinter, 1995.

MALERBA, F. **Sectoral system of innovation and production.** **Research Policy**, v.31, p.247–264, 2002.

\_\_\_\_\_. **Sectoral systems and innovation and technology policy.** **Revista Brasileira de Inovação**, v.2, n.2, p.329-375, 2003.

\_\_\_\_\_. **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. 380406.

MALERBA F; BRUSONI S. **Perspectives on innovation** Cambridge: University Press Cambridge, 2007.

MALERBA, F., CALOGHIROU, Y., MCKELVEY, M.D; RADOSEVIC, S. **Dynamics of Knowledge Intensive Entrepreneurship: Business Strategy and Public Policy.** London, U.K.: Routledge, 2015.

MARCHANT, G. E., ABBOT, K.W; ALLENBY, B. **Innovative Governance Models for Emerging Technologies.** Cheltenham, U.K.: Edward Elgar Publishers, 2014.

MARION FILHO, P. J; SONAGLIO, C. M. A Inovação Tecnológica em Arranjos Produtivos Locais: A Importância da Localização e das Interações entre Empresas e Instituições. In: **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 38, nº 2, abr-jun. 2007.

MC DONALD, J. H. **Handbook of biological statistics.** Baltimore: Sparky House Publishing, 2009. Disponível em: <<http://udel.edu/~mcdonald/statspearman.html>>. Acesso em: 3 abr. 2015.

MCKELVEY, M; ZARING, O. SZUCS, S.. **Governance of Regional Innovation Systems: An Evolutionary Conceptual Model of How Firms Engage.** DRUID15, Rome, June 15-17, 2015

MEYER, P. L. **Probabilidade – Aplicações à Estatística.** São Paulo: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1983.

MELO, T. M.; FUCIDJI, J.R; POSSAS, M. L. Política industrial como política de inovação: notas sobre hiato tecnológico, políticas, recursos e atividades inovativas no Brasil. **Rev. Bras. Inov.** Campinas (SP), 14, n. esp., p. 11-36, julho 2015.

NELSON, E.R. (ed.) **National Innovation Systems: a comparative analysis.** Oxford: Oxford University Press, 1993.

NELSON, R.R.; ROSENBERG, N. **Technical Innovation and National Systems.** In:

NELSON, R.R. (Ed.) **National innovation systems: a comparative analysis.** Nova York: Oxford University Press, 1993. p.3-21.

PATEL, P., PAVITT, K. **National innovation systems: why they are important, and how they might be measured and compared.** **Economics of innovation and New Technology**, v. 3, n. 1, p. 77-95, 1994.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. **Science Policy Research Unit**, v.13, n.06, 1994.

PINSONNEAULT, A.; KRAEMER, K. L. Survey Research in Management Information Systems: An Assesment. **Journal of MIS**, v. 10, n. 2, p. 75-105, 1993.

ROSENBERG, H. **Inside the black box - technology and economics**. Cambridge: University Press, Cambridge, 1982.

SANTA RITA, L. P.; PAULA, M. A.; VIANA FILHO, J. C. Sistema Setorial de Inovação na Indústria Química de Alagoas: Uma síntese da inovação no período de 2005-2007. **Revista Produção**, v. 9, n. 3, 2009.

SCHUMPETER, A Joseph. **Teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SCHWARTZ, D.; BAR-EL, R. The role of a local industry association as a catalyst for building an innovation ecosystem: An experiment in the State of Ceara in Brazil. **Innovation: Management Policy & Practice**, v. 17, n. 3, p. 383-399, 2015.

SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica** (para ciências do comportamento). Tradução de Alfredo Alves de Farias; revisão de Eva Nick. – São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

SILVESTRE, B.S. Modelos de análise de aglomerados industriais: implicações no estudo do aglomerado de petróleo e gás do norte fluminense. **Revista Gestão Industrial**, v. 3, n. 2: p.119-130, 2007.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo: Atlas, 2009.

ZOUAIN, D., DAMIAO, D., CATHARINO, M. ZOUAIN, D Urban Technology Parks Model as instrument of Public Policies for regional/local development: Technology Park of Sao Paulo. **XXII IASP – World Conference on Science and Technology Parks**. HELSINKI, 2006.