

# CONDICIONANTES E OPORTUNIDADES EM CADEIAS PRODUTIVAS BASEADAS EM RECURSOS NATURAIS: UM ESTUDO DE CASO NO BRASIL A PARTIR DA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA E DO CONTEÚDO LOCAL DOS FORNECEDORES

Pollyana de Carvalho Varrichio <sup>1</sup>  
Sérgio Robles Reis de Queiroz <sup>2</sup>

## Resumo

As indústrias baseadas em recursos naturais possuem características estruturais limitadoras no seu desenvolvimento de longo prazo, tais como a permanente oscilação dos preços das *commodities* e a baixa elasticidade-renda dos produtos primários, além da doença holandesa e da maldição dos recursos naturais. Por outro lado, a abundância de recursos naturais e a competitividade nestas indústrias se tornam uma oportunidade para o desenvolvimento de cadeias produtivas integradas com transbordamentos na totalidade da indústria, principalmente para os países em desenvolvimento. O objetivo deste artigo é identificar os elementos determinantes na construção da capacitação tecnológica dos fornecedores e o incremento do conteúdo local em cadeias produtivas baseadas em recursos naturais. Para entender as limitações e oportunidades dessas indústrias e identificar elementos convergentes entre elas, foi examinado um estudo de caso no Brasil – a indústria sucroalcooleira – em comparação com experiências internacionais bem sucedidas: a indústria de petróleo e gás natural na Noruega, de vinhos na Austrália e florestal na Finlândia. A metodologia de pesquisa consistiu em uma análise qualitativa dos dados secundários obtidos da literatura existente, além do exame de dados primários para o caso brasileiro obtidos por meio de entrevistas presenciais em que se aplicou um questionário semiestruturado. Os determinantes da capacitação tecnológica em cadeias produtivas baseadas em recursos naturais, foram classificados em nível macro e meso ao combinar os elementos transversais discutidos tanto nas experiências internacionais bem sucedidas como também os elementos críticos observados no estudo de caso da indústria brasileira. Foram identificados oito fatores determinantes para a capacitação tecnológica dos fornecedores e incremento do conteúdo local dos fornecedores: arranjo institucional; encadeamentos setoriais; política industrial; Sistema Setorial de Inovação (SSI); base de conhecimento; relação usuário-produtor, geração de conhecimentos informais e grau de difusão e escopo das inovações tecnológicas. Concluiu-se que na Noruega a indústria petrolífera é aquela que possui maior número de competências tecnológicas acumuladas, seguida da florestal da Finlândia e da sucroalcooleira no Brasil, sendo que a indústria de vinhos da Austrália ocupa a última posição, com processo ainda incipiente. A partir desses determinantes é possível examinar outras indústrias baseadas em recursos naturais para identificar a capacitação tecnológica dos fornecedores locais para subsidiar a elaboração de políticas públicas para promoção da inovação.

## Abstract

Natural resource based industries have structural limiting features for its the long development, such as the permanent oscillation of commodity prices and low-income elasticity of primary products, in addition to the “dutch disease” and the “resource curse”.

---

<sup>1</sup> Pesquisadora, doutora e mestre em Política Científica e Tecnológica. Instituto de Geociências (IG), CP 6152

<sup>2</sup> Professor Associado, Depto. de Política Científica e Tecnológica. Instituto de Geociências (IG), CP 6152 Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP 13083-970, Campinas, SP, Brasil. Contato: squeiroz@ige.unicamp.br.

On the other hand, the abundance of natural resources and the competitiveness in these industries become an opportunity for the development of integrated chains with spillovers to the totality of industry, especially for developing countries. The aim of this article was identify the key factors in building technological capability of suppliers and increasing local content of suppliers in natural resource based industries. To understand the limitations and the opportunities of these industries, besides identify convergent elements between them, were examined a case study in Brazil - the sugarcane industry - compared with successful international experiences: the oil and natural gas industry in Norway, the wine sector in Australia forestry industry in Finland. The methodology consisted of a qualitative analysis of the literature, international secondary data collection and the analysis of primary data for the Brazilian case collected by face-to-face interviews based on a semi-structured questionnaire. The determinants of technological capability of suppliers were classified into macro and meso level by combining the cross members discussed both in successful international experiences as well as the critical elements observed in the case study of the Brazilian industry. Were identified eight factors for the technological capability of suppliers and increasing local content in production: institutional arrangement; sectoral linkages; industrial policy; Sectoral System of Innovation (SSI); knowledge base, user-producer interaction, knowledge generation and informal scope and the diffusion degree of technological innovations. It was concluded that in Norway the oil industry is one that has a higher number of accumulated technological capabilities, then the forest Finland and sugarcane in Brazil, and the wine industry of Australia ranks last, since the process is still incipient. With these determinants is possible to examine other natural resource based industries to identify the technological capabilities of local suppliers and the local content to support the public policies for innovation.

## **1. Características estruturais das indústrias baseadas em recursos naturais: fragilidades e oportunidades**

A abundância em recursos naturais não garante o desenvolvimento industrial de cadeias produtivas integradas e geração de *spillovers* tecnológicos para a totalidade da indústria local. As indústrias baseadas em recursos naturais possuem características estruturais limitadoras no seu desenvolvimento de longo prazo, tais como a permanente oscilação dos preços das *commodities* e a baixa elasticidade-renda dos produtos primários, além da doença holandesa e da maldição dos recursos naturais (Sachs e Warner 1995, 2001).

Diante deste cenário, considerando as oportunidades e fragilidades destas indústrias baseadas em recursos naturais, o objetivo deste artigo é identificar os elementos determinantes da capacitação tecnológica dos fornecedores e incremento do conteúdo local em cadeias produtivas baseadas em recursos naturais para que estas possam se consolidar como uma oportunidade para o desenvolvimento industrial de países menos desenvolvidos. Observa-se que, nas últimas décadas, a estratégia de política industrial de grande parte dos países tem priorizado o desenvolvimento dos setores de alta tecnologia, com o argumento de que essas atividades seriam a base da economia do conhecimento, e, por isso, promoveriam um efeito positivo diante do seu poder de difusão em outras atividades econômicas. Nessa perspectiva, as indústrias de alta tecnologia estariam associadas a atividades mais dinâmicas, intensivas em conhecimento e com elevado percentual de atividades inovativas. No entanto, essa associação conduz a uma superestimação do papel dos setores de alta tecnologia como um vetor do crescimento industrial uma vez que, na verdade, as inovações tecnológicas deste setor somente são mais facilmente percebidas pelo seu poder de difusão e efeito sobre outros setores.

A visão de que o desenvolvimento de cadeias produtivas baseadas em recursos naturais seria intrinsecamente limitado se difundiu a partir de trabalhos como o de Sachs e Warner (1995, 2001) que analisaram a relação entre indústrias baseadas em recursos naturais e o desenvolvimento econômico nesses países, a partir de variáveis como comércio exterior e produtividade industrial, geralmente por meio do emprego de modelos econométricos com séries históricas de dados. O clássico argumento da “doença holandesa” (*The Dutch Disease*) descreve os efeitos na economia local em decorrência da apreciação da taxa de câmbio da Holanda, que ocorreu posteriormente à descoberta das reservas de gás natural no Mar do Norte, na década de 1960. Se, por um lado, as exportações proporcionaram um aumento da renda, por outro, a entrada de divisas provenientes das vendas desta *commodity* tornou as exportações dos outros produtos menos competitivas. Isto seria um efeito negativo resultante deste processo de valorização cambial, que tornaria o setor manufatureiro menos competitivo com relação aos produtos externos.

Este impacto potencial negativo sobre os bens manufaturados pode promover um processo de desindustrialização, também chamado de “maldição dos recursos naturais”, termo cunhado nos anos 1980 para referir-se à relação negativa entre a abundância de recursos naturais e o crescimento econômico nesses países. Essa maldição seria originada da entrada excessiva de divisas resultantes da venda de recursos naturais, mas que geralmente vem acompanhada da vulnerabilidade nesses mercados, da má governança e do aumento da corrupção nesses países. Uma contribuição importante foi realizada por Sachs e Warner (1995), que demonstrou a existência de uma relação negativa entre a taxa de crescimento dos países e a abundância de recursos naturais de acordo com dados de exportações e do Produto Interno Bruto (PIB) em vários países.

Por outro lado, em uma visão otimista sobre as indústrias baseadas em recursos naturais, o estudo de Bound (2008) sugere a existência de competências tecnológicas acumuladas a partir da cadeias produtivas baseadas em recursos naturais, com indícios de que essas atividades seriam intensivas em conhecimento. A autora considera que o país se caracterizaria como uma “economia natural do conhecimento” e deveria explorar estas competências tecnológicas acumuladas.

Perez (2010) também argumenta que existe um enorme potencial de exploração dos países da América Latina em cadeias produtivas baseadas em recursos naturais, energia e processos, diante da tendência de aumento dos preços desses produtos e das condições favoráveis nos mercados internacionais, o que levaria aos indícios da “próxima revolução tecnológica”, que seria baseada nas áreas das ciências da vida e de materiais. A região poderia se tornar um provedor mundial de insumos materiais, alimentos e outros bens agrícolas mais sofisticados desde que houvesse um incremento do conteúdo tecnológico das exportações nas cadeias produtivas baseadas em recursos naturais. Isto seria alcançado por meio de inovações tecnológicas em produtos, processos e atividades correlacionadas na cadeia produtiva, o que resultaria em produtos de alto valor agregado. Além disso, haveria a necessidade de um processo de “transformação gradual” de toda a economia, com esforços de capacitação tecnológica segundo a dotação específica de recursos naturais de cada país e de suas indústrias processadoras (como a metalurgia, a química e a de processamento de alimentos) para migrar para produtos de maior valor agregado e especializados/adaptados de acordo com as demandas dos clientes, juntamente com o desenvolvimento de redes de inovação entre os agentes.

Para cumprir seu objetivo, o artigo está estruturado em cinco sessões, além do resumo inicial e das referências bibliográficas. Primeiramente são discutidas as características estruturais identificadas como fragilidades ou oportunidades das indústrias baseadas em recursos naturais, sendo que, neste contexto merece destaque para o papel estratégico dos fornecedores locais de máquinas e equipamentos na integração destas cadeias produtivas.

Em seguida, são apresentadas as evidências das experiências internacionais bem sucedidas no desenvolvimento a partir de cadeias produtivas baseadas em recursos naturais, discutindo a trajetória e os elementos convergentes observados entre elas. Na terceira sessão é apresentado o estudo de caso da indústria brasileira – a cadeia sucroalcooleira – com sua trajetória de desenvolvimento recente e a análise de suas atividades tecnológicas. A quarta realiza análise comparativa entre as experiências internacionais e o estudo de caso brasileiro. A quinta sessão apresenta as conclusões e recomendações de políticas públicas a partir dos determinantes identificados na construção de cadeias produtivas baseadas em recursos naturais.

A metodologia de pesquisa utilizada neste artigo consistiu em análise qualitativa dos dados secundários obtidos na literatura existente e na coleta e exame de dados primários para o caso brasileiro. Diante do enfoque na cadeia produtiva sucroalcooleira, foi realizada uma análise da bibliografia disponível no tema das “cadeias produtivas integradas”, com destaque para as atividades das indústrias baseadas em recursos naturais (parte daquelas de *Low and Medium Technology* - LMT) e para o papel dos fornecedores de bens de capital, particularmente os fabricantes de máquinas e equipamentos, no processo de capacitação tecnológica e no padrão inovativo desses setores para incremento do conteúdo local.

Em seguida, a fim de buscar referências e lições para o estudo de caso da indústria sucroalcooleira brasileira, foram identificadas experiências internacionais bem sucedidas a partir dos seguintes critérios: o país tornou-se competitivo neste setor com uma inserção internacional expressiva em determinados nichos, a partir do desenvolvimento de suas vantagens comparativas iniciais; houve evidências da integração da cadeia produtiva “em blocos” (indícios de desenvolvimento de encadeamentos produtivos para frente e para trás na cadeia); houve um incremento do conteúdo tecnológico, por meio de criação de conhecimento em indústrias baseadas em recursos naturais (Smith, 2000) e evidenciou-se um processo de capacitação tecnológica dos fornecedores locais e este se tornou um importante elemento de difusão para o restante da indústria. Com tais elementos norteadores, a amostra foi composta pela indústria de petróleo e gás natural da Noruega; a indústria florestal na Finlândia e a indústria dos vinhos na Austrália. Diante da forte heterogeneidade da amostra dessas experiências internacionais, buscou-se analisar componentes transversais que pudessem ser replicados e avaliados em outras indústrias baseadas em recursos naturais, tais como: competitividade internacional, a importância do desenvolvimento institucional, o sistema setorial de inovação e a base de conhecimento existente em Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs), e, por último, a relação usuário-produtor e o escopo das inovações (grau de novidade e mercado) alcançado no processo de capacitação tecnológica da cadeia.

Em seguida, para justificar as motivações da seleção do setor sucroalcooleiro como estudo de caso, foram identificadas as oportunidades emergentes na indústria mundial para o setor – condições favoráveis no mercado mundial de *commodities* e a preocupação com fontes energéticas limpas) – e demonstrada a importância relativa do setor na estrutura industrial brasileira. Com a descrição da trajetória de desenvolvimento do setor, o foco tornou-se a caracterização de suas atividades tecnológicas em que são discutidos os resultados da pesquisa de campo deste trabalho e examinada a capacitação tecnológica dos fornecedores de máquinas e equipamentos do setor sucroalcooleiro, a partir dos dados resultantes da aplicação de um questionário semiestruturado. Com as evidências coletadas foi feito um exame das capacidades produtivas e tecnológicas dos fornecedores de máquinas e equipamentos do setor sucroalcooleiro no Brasil.

Com tais aspectos, são analisados comparativamente os determinantes da capacitação tecnológica dos fornecedores de cadeias produtivas baseadas em recursos naturais, classificados em nível macro e meso como uma simplificação, ao combinar aqueles

elementos transversais discutidos tanto nas experiências internacionais bem sucedidas como também os elementos críticos observados no estudo de caso da indústria brasileira, para fundamentar lições de política industrial. Dentre os pontos positivos da metodologia empregada podemos destacar o grau de detalhamento das experiências analisadas e um exame qualitativo da realidade das atividades tecnológicas do setor sucroalcooleiro no Brasil. Os resultados encontrados, com a identificação dos determinantes para a capacitação dos fornecedores e integração do conteúdo local nestas cadeias produtivas permitem definir elementos críticos nas políticas industriais destinadas a estes setores.

## **2. A capacitação tecnológica dos fornecedores locais no desenvolvimento industrial de cadeias produtivas baseadas em recursos naturais: algumas referências internacionais de sucesso**

O papel do setor de bens de capital no crescimento econômico da América Latina foi detalhado pelo economista Fajnzylber (1983) em sua discussão sobre o “caráter truncado” da industrialização na região. Há diversas referências que reconhecem o papel fundamental dos fornecedores locais de máquinas e equipamentos para as indústrias baseadas em recursos naturais diante do caráter estratégico em diferentes abordagens. Diante da importância destes fornecedores locais na geração de *spillovers* e encadeamentos industriais e tecnológicos na totalidade da indústria, torna-se fundamental a trajetória de desenvolvimento industrial destas cadeias internacionalmente mas também examinar o processo de capacitação tecnológica dos fornecedores locais, identificando as características e entraves deste processo. A seguir, vamos analisar três casos internacionais bem sucedidos, o da indústria de petróleo e gás da Noruega, a indústria florestal na Finlândia e a indústria do vinho na Austrália.

### **2.1. Noruega: indústria de petróleo e gás (PGN)**

A Noruega é competitiva internacionalmente em PGN: possui a 19a. maior reserva de petróleo do mundo, com uma participação de 3% da produção mundial e é quarto maior exportador mundial de gás natural, ocupando a 12a posição mundial em termos de produção, segundo dados da *British Petroleum* (2008).

A indústria de PGN fomenta o desenvolvimento tecnológico em outros ramos industriais. Os fornecedores estão presentes em vários elos da cadeia produtiva, desde a exploração, o desenvolvimento da produção, ao processamento e transporte. Como resultado desta trajetória de desenvolvimento, atualmente, os fornecedores noruegueses encontram-se entre as principais empresas do mundo e, em termos tecnológicos, a indústria petrolífera norueguesa é reconhecida como referência internacional.

Uma evidência do desenvolvimento de competências industriais locais na Noruega são os indicadores de conteúdo local nos investimentos em novas plataformas: cerca de 50 a 60% (medido em termos de valor adicionado), que se expande para mais de 80% quando se refere a apoio a operações. Este elevado conteúdo local explica-se também, em parte, pelas vantagens da proximidade geográfica. Além disso, outros indicadores revelam o sucesso do desenvolvimento de conteúdo local, tais como: participação significativa na vendas internacionais, o fato de as operações internacionais estarem baseadas na oferta local de prestadores de serviços e na presença do país em praticamente todas as regiões com atividades petrolíferas no mundo (Heum, 2008).

Por meio de políticas governamentais estruturadas foi possível explorar as atividades de PGN no Mar do Norte juntamente com o desenvolvimento da cadeia de fornecedores domésticos local, que se envolveram em um processo gradual de aprendizado tecnológico. Esse processo promoveu, por um lado, a estruturação da indústria dos fornecedores locais,

e por outro, a integração da indústria ao setor de PGN internacional. Em uma perspectiva histórica, esse processo de aprendizado tecnológico, pode ser agrupado em cinco fases segundo as características do processo e os instrumentos de política industrial (Engen, 2007): fase empresarial (1970-1976); 1a. fase de consolidação (1977-1980); fase de maturação (1981-1988); fase de reorganização (1989-1996) e 2a. fase de consolidação (1997-atual). Para alcançar o desenvolvimento da indústria de fornecedores locais o modelo regulatório foi amplamente utilizado como uma ferramenta de política industrial, como mostram as obrigações das concessões e a forma de atuação da maior empresa petrolífera norueguesa, a Statoil. No modelo de concessões norueguês, o governo obrigava os operadores privados dos campos de petróleo a usar fornecedores noruegueses de equipamentos. Isso significava a obrigatoriedade de aquisição de bens do país se estes fossem competitivos em termos de qualidade, preço e prazo (Engen, 2007; Pompermayer, 2011). Em resumo, os elementos fundamentais para o desenvolvimento de conteúdo local na cadeia de petróleo da Noruega foram (Heum, 2008):

- Instituições para promover negócios e promover um maior dinamismo industrial;
- Políticas industriais para aumentar as capacidades domésticas e expandir a participação e competitividade dos fornecedores locais;
- A decisão de desenvolver competências industriais de acordo com os mais elevados padrões de qualidade internacionais;
- Desenvolvimento de mecanismos capazes de atrair a participação das mais competentes empresas estrangeiras;
- Encontrar uma “janela de oportunidade” no cenário mundial no momento da fase de construção das suas capacidades locais;
- Conceder proteção às empresas locais, em caráter temporário, para a capacitação tecnológica das mesmas.

## **2.2. Finlândia: a indústria florestal**

A experiência de desenvolvimento industrial da Finlândia é interessante na medida em que demonstra como a especialização em uma indústria baseada em recursos naturais, promovida com a integração da cadeia, pode construir uma trajetória de desenvolvimento econômico e alteração da estrutura produtiva do país. A Finlândia apresenta um dos melhores índices de desenvolvimento econômico e distribuição da renda do mundo, demonstrando que o estímulo à agregação de valor e de encadeamentos produtivos em indústrias baseadas em recursos naturais pode ser uma estratégia bem sucedida, capaz de auxiliar na estratégia de diversificação industrial (Schienstock, 2004).

Mas a integração da cadeia produtiva foi construída “passo a passo” entre os setores de produção de madeira, papel e celulose, empresas de engenharia mecânicas e várias outras de fornecedores em energia, química e serviços de manutenção em geral. A indústria se tornou competitiva em função da combinação de diversos fatores, envolvendo os fornecedores locais, tais como a especialização de empresas no setor florestal, formação de operações em consórcio, modernização tecnológica e a intervenção estatal. Esta competitividade possibilitou uma inserção diferenciada nos mercados internacionais, sendo que o setor chegou a contribuir com cerca 40% das exportações da Finlândia em 1980 (Schienstock, 2007). Podemos considerar que o desenvolvimento da indústria florestal da Finlândia foi estruturado em duas estratégias: integração da cadeia a partir de segmentos específicos para sua diversificação e agregação de valor. Com o aumento das regulamentações para o manejo florestal na década de 1990, a indústria adotou uma estratégia de foco em produtos de maior valor agregado por vários motivos: 1) avançar na cadeia em etapas de processamento para reduzir as desvantagens de custos nas matérias-primas; 2) fabricar produtos mais avançados com preço e lucratividade superior; 3)

acumular ganhos na integração da fabricação de papel e celulose com os estágios da produção *downstream* e, por último, 4) reduzir a volatilidade dos mercados com produtos de maior nível de processamento. A segunda estratégia adotada foi a de especialização relativa, com ênfase no desenvolvimento de produtos com preços mais elevados e margens de lucro mais expressivas, com incremento da customização, o que exige uma maior aproximação com os clientes ao invés de complexidade e exige maior capacitação tecnológica dos fornecedores locais (Blomstrom e Kokko, 2007).

### **2.3. Austrália: indústria de vinhos**

A trajetória da cadeia produtiva de vinhos australiana ilustra o aproveitamento de uma “janela de oportunidade” para *latecomers* em função da reconfiguração do setor no mundo nas duas últimas décadas, decorrente do aumento da globalização e da maior liberação dos mercados. Hoje a indústria de vinhos envolve considerável conteúdo de pesquisa básica e aplicada. Se, por um lado, houve uma redução no volume global, por outro, verifica-se um movimento de incremento do conteúdo tecnológico nos produtos em função da mudança do padrão de consumo, que passou a requerer melhoramentos em termos de qualidade dos mesmos (Giuliani, 2007; Smith e Marsh, 2007).

A reconfiguração da estrutura da indústria no mundo pode ser explicada pelo aumento do conteúdo tácito nas suas atividades produtivas juntamente com um processo intenso de modernização tecnológica, o que impôs a necessidade de mudanças organizacionais nas empresas do setor. Nesse processo, surgiram novos *players* globais, que realizaram investimentos expressivos em atividades de pesquisa, gerando alterações também do lado da oferta. Nesta reconfiguração da indústria global, dentre os novos produtores do “Novo Mundo” destacam-se países importantes, mas novos no setor, como EUA e Austrália, e também economias emergentes como Chile, Argentina e África do Sul.

A alteração das características dos produtos ofertados, com crescente uso de tecnologias, é uma consequência das estratégias desses novos *players* de realizar esforços de pesquisa com instituições especializadas, ou seja, o suporte científico e tecnológico desempenhou papel fundamental na evolução da indústria, além de atividades estratégicas em construção de “marcas” e *marketing*. Os novos produtores realizaram um *upgrade* tecnológico e também se aproveitaram das mudanças recentes nos hábitos dos consumidores, sendo que a valorização do vinho também considera agora os sabores, a variedade e a nacionalidade de origem. Isso conduziu ao realinhamento das estratégias dos produtores tradicionais em termos de organização da produção, pesquisa e *marketing*.

Os novos produtores, como a Austrália, tornaram-se competitivos porque desenvolveram mecanismos próprios de transferência de tecnologia, uma forma de adquirir conhecimentos tácitos, consolidando um processo de aprendizado tecnológico com a formação de recursos humanos qualificados. A Austrália empreendeu esforços na busca de “novas especializações”, alcançadas por meio do aumento da sua representação no crescimento da produção de uvas e vinhos, além da pesquisa em vinhos, juntamente com a formação de redes público-privadas. As atividades mais expressivas do país são no crescimento das uvas, produção de vinhos, atividades turísticas e educação e P&D voltada para a indústria do vinho (Scott-Kemmis *et al*, 2005). O desenvolvimento desta indústria de vinhos pode ser visto como resultante da combinação de dois esforços bem sucedidos: a criação de novas variedades de vinhos de alta qualidade e uso de grandes mudanças tecnológicas nos processos produtivos, nas quais os fornecedores locais tiveram papel crítico. Neste processo, a competitividade fundamentou-se em alguns elementos centrais (Smith e Marsh, 2007): a) Processos para geração de inovação tecnológica e criação de capacidades; b) Desenvolvimento em colaboração com as associações da indústria; c) Processos de consolidação da indústria para fortalecer seu dinamismo.

A cadeia produtiva australiana de vinhos ilustra a articulação institucional necessária para a acumulação de competências tecnológicas que permitam uma inserção internacional competitiva. Neste caso podemos perceber que o segmento de equipamentos ocupa um papel importante, principalmente por liderar a mecanização dos processos e direcionar as atividades inovativas do setor na busca pelo incremento do conteúdo tecnológico e do valor agregado. Os fornecedores puderam ser atingidos por meio dos grandes programas de P&D industrial fomentados pelo governo e pela articulação de ICTs e associações, as quais tiveram papel importante para articular e difundir essa cultura de inovação no empresariado local, principalmente nas pequenas e médias empresas que atuam no setor de vinhos do país.

### 3. Histórico e trajetória recente da cadeia produtiva sucroalcooleira no Brasil

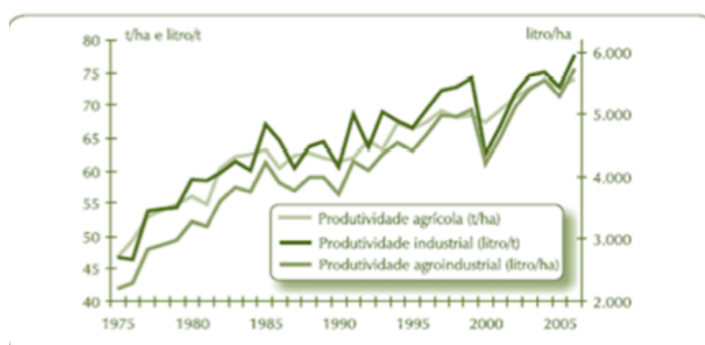
A cadeia sucroalcooleira torna-se um estudo de caso interessante devido à acumulação de competências tecnológicas e ao potencial do etanol como uma fonte renovável de energia em substituição aos combustíveis fósseis. A viabilidade do etanol da cana-de-açúcar brasileira é inquestionável frente às demais fontes de matérias-primas. O etanol pode ser produzido de cana-de-açúcar como ocorre no Brasil; de milho em países como EUA e Europa, madeira e uvas, entre outras fontes. O Brasil é o maior produtor mundial de açúcar e ocupa a segunda posição no que se refere à produção de etanol, tendo se tornado um *player* competitivo no setor. Além disso, em termos econômicos, observa-se o menor custo de produção para o etanol de cana-de-açúcar, isso se repete nos indicadores de produtividade por área em comparação com as demais fontes de matérias-primas, como ilustra o próximo gráfico.

**TABELA 1. CUSTO DE PRODUÇÃO DO ETANOL DE CANA-DE-AÇÚCAR FRENTE ÀS OUTRAS FONTES DE MATÉRIA-PRIMAS**

<i>Matéria-prima/região</i>	<i>Custo de produção (\$ por galão dos EUA)</i>
Beterraba - Europa	2,9
Cana - EUA	2,3
Milho - EUA	1,0
Cana - Brasil	0,8

Fonte: Fonseca e Costa (2008) a partir de dados da USDA.

**GRÁFICO 1. EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA, AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAL NO BRASIL ENTRE 1995 E 2005**



Fonte: BNDES/CGEE, 2008: 167.



O menor custo de produção relativo do etanol de cana-de-açúcar brasileiro aliado aos ganhos de produtividade crescentes e contínuos observados nas últimas décadas é um dos principais responsáveis pela sua competitividade, sendo que os melhoramentos genéticos em novas variedades genéticas foram fundamentais nesse processo. Vale destacar que os ganhos crescentes na produtividade agrícola foram resultados dos investimentos em pesquisas agrícolas e melhoramentos genéticos realizado nas últimas décadas, nos quais merecem destaque as atividades desenvolvidas pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) e o Instituto Agronômico de Campinas (IAC) com a expansão do número de variedades genéticas de cana-de-açúcar, sendo que agora surge também o uso da biotecnologia. A acumulação de competências tecnológicas pode ser observada não só pelos indicadores de produtividade agrícola, mas também através de inovações tecnológicas incrementais ocorridas no interior das usinas, responsáveis pela expansão da produtividade industrial (gráfico 1). Entre 1975-1985 o foco foi nos ganhos de produtividade para atender a demanda crescente. Já nos anos 1980, a eficiência na conversão energética tornou-se a maior preocupação, com ganhos nos resultados do processo de fermentação e de melhoramentos agrícolas através de modificações genéticas realizadas pela Planalsucar e pela Copersucar. Depois de 1985, os novos instrumentos para a administração dos processos assumiram importância, como mostram os ganhos de produtividade na fermentação nesse período, que alcançaram mais de 130% (CGEE, 2004). No entanto, o potencial de incremento nas atividades industriais tende a se tornar limitado nos próximos anos diante do exame detalhado das atividades tecnológicas do setor<sup>3</sup>.

Por outro lado, quando o fornecedor de máquinas e equipamentos envolve-se em um esforço tecnológico maior, que exija mais investimentos e dedicação em pesquisas (principalmente básica) e resulte em um produto relativamente mais caro, embora apresente uma inovação tecnológica radical, nem sempre isso se torna viável para a demanda existente nas usinas. Um exemplo disso é o lançamento de usina totalmente inovadora e auto-suficiente, com total reaproveitamento de recursos e pautada no conceito de sustentabilidade, a qual foi lançada em 2008, mas até hoje não teve uma unidade vendida por causa do seu elevado custo.

A maioria das empresas entrevistadas declarou realizar inovação em produto (90%), seguida de processo e *marketing* segundo o maior grau de importância relativo. Isso não se refere a lançamento ou criação de um novo subproduto da cadeia sucroalcooleira, já que ainda prevalecem as demandas de seus principais produtos - açúcar, etanol e energia elétrica - mas sim a melhoramentos incrementais nos produtos existentes. Por exemplo, o lançamento de uma nova linha de moendas com ajuste de *layout* ou uma nova série de caldeiras com *design* próprio. Essas atividades embora não estejam associadas a P&D, podem ser consideradas tecnológicas porque se caracterizam por esforços para pequenas diferenciações de produto e estão baseadas em pequenas modificações técnicas ou mesmo estéticas. Tais inovações resultam em “produtos tecnologicamente aprimorados”, que embora possam significar apenas uma nova linha de produtos podem ter grandes efeitos na empresa, desde que realmente afetem o desempenho ou as propriedades destes produtos, como destaca o Manual de Oslo.

A partir dessa discussão consideramos que o foco na aplicação imediata/pesquisa aplicada seja uma característica intrínseca das atividades tecnológicas do setor possivelmente associada ao grau de maturidade das tecnologias, nas quais os desafios para a sustentação da competitividade sustentam este foco na aplicação imediata. Isso significa que a maturidade das tecnologias das atividades industrial da produção sucroalcooleira (1a.

---

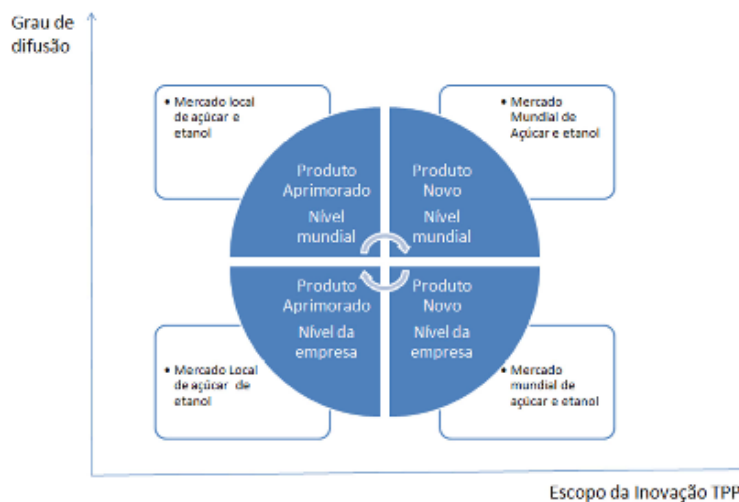
<sup>3</sup> A análise das atividades tecnológicas do setor foi realizada por meio de dados coletados em entrevistas presenciais em 10 empresas fornecedoras de máquinas e equipamentos do setor, de diferentes segmentos de atuação, desde caldeiras até automação, em 2011 durante a pesquisa de campo da tese de doutorado relacionada a este artigo.

geração) é a principal determinante deste foco na aplicação prática e imediata das atividades tecnológicas, nas quais os engenheiros aprendem efetivamente com a experiência de suas atividades rotineiras:

Diante disso, pode-se considerar que, de acordo com a tipologia de padrões setoriais proposta por Pavitt (1994) o setor sucroalcooleiro possui a sua trajetória baseada em firmas “dominadas pelos fornecedores” e “intensivo em produção (em escala)”. Os fornecedores acumulam uma ampla capacidade de projetar e produzir grandes quantidades, geralmente a partir de *know-how* próprio e segredo industrial, que rapidamente se tornam de domínio público diante da troca de experiências entre as empresas do setor.

Um exame do poder de difusão das inovações da cadeia produtiva associada ao seu escopo é retratado na próxima figura. No eixo horizontal apresentamos o escopo da inovação, que pode ser de um produto totalmente novo ou um produto tecnologicamente aprimorado. No eixo vertical consideramos o poder de difusão da inovação, em termos de mercado (local ou mundial). Isto reflete também a capacitação tecnológica dos fornecedores locais, a qual ainda está em um estágio inicial e permanece restrita ao mercado local, em um escopo reduzido para difusão.

**FIGURA 1: GRAU DE DIFUSÃO E ESCOPO DAS ATIVIDADES TECNOLÓGICAS DA CADEIA PRODUTIVA SUCROALCOOLEIRA**



Fonte: Elaboração própria.

De acordo com o escopo e o grau de difusão, as atividades tecnológicas podem variar entre baixa, média-baixa, média-alta e alta nesta abordagem. Para a cadeia produtiva sucroalcooleira, como discutido acima, as inovações tecnológicas geralmente são de produtos tecnologicamente aprimorados e o grau de novidade se restringe ao nível da empresa. Além disso, o mercado do setor sucroalcooleiro ainda se restringe ao mercado local, com aproximadamente 430 usinas instaladas no Brasil, por isso o poder de difusão desses produtos tecnologicamente aprimorados pode ser considerado como extremamente baixo (1o. Quadrante inferior), uma vez que grande parte das tecnologias inovadoras dos fornecedores do setor já é utilizada no exterior. Desta forma podemos concluir que, de acordo com o grau de difusão e o escopo das inovações do setor sucroalcooleiro, as atividades tecnológicas são consideradas de baixa complexidade porque se concentram no 1o. Quadrante inferior da figura 1.

#### **4. Análise comparativa dos determinantes para o desenvolvimento de indústrias baseadas em recursos naturais**

A análise comparativa sobre o estágio de desenvolvimento industrial, identificando o conteúdo local e a capacitação tecnológica dos fornecedores de máquinas e equipamentos das várias cadeias produtivas baseadas em recursos naturais examinadas neste trabalho teve como objetivo identificar elementos convergentes entre as experiências, independente de suas peculiaridades setoriais e locais.

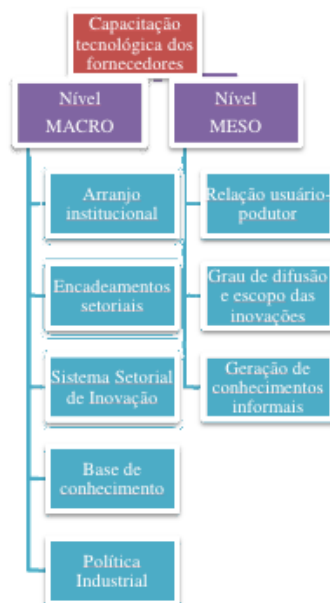
Dentre as experiências internacionais bem sucedidas na exploração de cadeias produtivas integradas baseadas em recursos naturais, alguns elementos críticos devem ser mencionados. Reconhece-se que, para que as limitações e entraves estruturais intrínsecos dessas indústrias possam ser superados e “a maldição dos recursos naturais” possa ser evitada, o desenvolvimento industrial não é um processo automático. Ao contrário, requer intervenções críticas em determinados elementos para que haja o planejamento estratégico das políticas industriais em uma visão de longo prazo.

A análise das experiências internacionais realizada na segunda seção se pautou na abordagem dos Sistemas Setoriais de Inovação (Malerba, 2002, 2005). Entretanto, a fim de detalhar este exame na comparação com o caso da cadeia produtiva sucroalcooleira no Brasil, foi necessário avançar no exame da relação usuário-fornecedor, especialmente na avaliação do processo de capacitação tecnológica no nível meso do SSI. A partir disso, foram identificados 8 fatores determinantes do SSI, sendo 5 no nível macro setorial e 3 do nível meso setorial, decorrentes da interação usuário-fornecedor<sup>4</sup>. Vale mencionar que são agrupados “no nível macro” aqueles determinantes com abrangência além do escopo da interação usuário-fornecedor, ao passo que no “nível meso” o foco é exatamente esta interação. Estes elementos foram considerados os principais mecanismos de aprendizado contínuo, aqueles capazes de propiciar a capacitação tecnológica dos fornecedores em indústrias baseadas em recursos naturais, como ilustra a figura abaixo. Na discussão foi identificada a importância relativa de cada um desses fatores para caracterizar a capacitação tecnológica dos fornecedores e a competitividade setorial.

---

<sup>4</sup> Baseado no conceito proposto por Lundvall (1985) em que nessa interação mútua são criadas capacidades tecnológicas específicas a partir da 1) troca de produtos, 2) troca de informações e da 3) cooperação direta, em que a estabilidade do relacionamento gera normas, princípios, confiança e determinadas hierarquias. O produtor depende do usuário para monitorar as suas necessidades e utilizá-las como um insumo para as suas inovações de processo, sendo capaz de gerar tecnologias, com conhecimentos e habilidades, os quais foram criados a partir dos processos de *learning-by-doing* e *learning-by-using*.

**FIGURA 2. DETERMINANTES DA CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA DOS FORNECEDORES EM CADEIAS PRODUTIVAS BASEADAS EM RECURSOS NATURAIS**



### **Determinante 1 - Nível macro setorial: arranjo institucional da cadeia produtiva**

O primeiro determinante identificado para a capacitação tecnológica dos fornecedores em cadeias produtivas baseadas em recursos naturais foi o arranjo institucional, que se refere ao nível de articulação e maturidade das instituições, privadas ou governamentais, representantes dos interesses dos agentes, com responsabilidades e prioridades definidas, diante de sua capacidade de mobilização na estruturação e desenvolvimento da cadeia produtiva. A análise comparativa das experiências internacionais examinadas sugere que a Noruega ocupa papel de destaque neste determinante já que o governo desenhou um complexo arranjo institucional para estruturar o desenvolvimento da cadeia em seus vários aspectos, desde o financiamento para P&D até a implementação propriamente dita de institutos de tecnologia e órgãos regulatórios, além da formação de recursos humanos críticos para o setor. Dentre as instituições responsáveis pela maturidade deste determinante na cadeia produtiva de PGN na Noruega podemos mencionar o Ministério de Petróleo e Energia (MPE); o *Norwegian Petroleum Directorate* (regula a administração de recursos e proteção ao meio-ambiente); *Government Petroleum Insurance Fund* (fundo de financiamento), empresas como a SDFI, a PETORO e a StatoilHydro e instituições públicas de pesquisa, em que pode-se destacar a Universidade de Oslo e o Norwegian Institute of Technology. Além disso, o arranjo institucional permitiu tanto a atração de empresas multinacionais com as *expertises* vistas como necessárias para o desenvolvimento da cadeia, como também a concessão de proteção temporária para a capacitação tecnológica dos fornecedores locais.

No caso da Finlândia, o arranjo institucional é de menor complexidade, mas houve uma estruturação e articulação no sentido de promover uma diversificação da cadeia produtiva para viabilizar seu desenvolvimento em novos elos industriais, como a indústria de papel e de processamento. Essa integração aliada à diversificação dos produtos da cadeia possibilitou um maior envolvimento dos diversos agentes no processo de capacitação tecnológica e contribuiu fortemente para a competitividade do setor.

Já na Austrália o aparato institucional apresenta uma maior diversidade, já que existem várias instituições e associações de classe envolvidas no processo de criação de condições favoráveis para o desenvolvimento do setor, sendo evidente o alinhamento entre elas com a preocupação de migrar para segmentos da indústria de vinho em que exista maior agregação de valor, mesmo que as bases da cadeia ainda apresentem elevado conteúdo “artesanal”. No Brasil existem diversas instituições que atuam amplamente no setor, dentre as quais podemos destacar o IAC, o CTC, o CTBE, a Embrapa, como institutos de pesquisa, a FAPESP, a FINEP e o BNDES como órgãos de fomento; além da UNICA, o CEISE e a Agência Brasileira de Promoção de Exportações (APEX)<sup>56</sup> como entidades e instituições representativas do setor privado. O governo federal também merece destaque uma vez que centraliza diversas iniciativas e programas para financiar e alavancar o desenvolvimento e a competitividade da cadeia produtiva. Entretanto, podemos observar que ainda falta uma maior articulação e coordenação entre os órgãos.

### **Determinante 2 - Nível macro: encadeamentos setoriais da cadeia com a indústria**

Neste determinante são considerados os encadeamentos setoriais da cadeia produtiva analisada com a totalidade da estrutura industrial do país, dependendo do seu nível de integração e importância relativa na indústria nacional. Ao analisarmos as experiências internacionais podemos observar que a indústria de PGN, inclusive na Noruega, tem forte poder de encadeamentos produtivos e setoriais com a totalidade da indústria diante da complexidade e diversidade de segmentos que compõem a sua cadeia produtiva, o que evidencia seu papel de destaque com relação às demais experiências. Na Noruega, a cadeia produtiva de PGN é responsável por 1/3 do rendimento do Estado (2005), pela geração de 80 mil empregos, 25% do PIB da Noruega e mais de 50% das exportações (Ministério das Finanças, 2005; IEDI, 2009). Hoje os fornecedores de PGN da Noruega estão entre as principais empresas do mundo e o país é reconhecido como uma referência internacional.

A indústria florestal da Finlândia perdeu importância relativa na estrutura industrial do país mas isso se explica pela migração e diversificação de seus elos produtivos, em grande parte pelo desenvolvimento recente do país na área de TICs (Tecnologia de Informação e Comunicação). Uma evidência disso é o caso emblemático da trajetória da Nokia, hoje um *player* importante da indústria mundial de telecomunicações, embora tenha se originado como uma empresa tradicionalmente produtora de papel. Isso significa que a integração das cadeias produtivas baseadas em recursos naturais foi capaz de iniciar um processo de transformação da estrutura industrial local. No caso da indústria de vinhos da Austrália ainda não se percebe grandes efeitos na estrutura industrial do país por este movimento de agregação de valor ainda estar em andamento e ter se iniciado no período recente, o que ainda não permite uma avaliação adequada de seus efeitos.

No Brasil os encadeamentos da cadeia produtiva sucroalcooleira com a totalidade da indústria são expressivos diante do conteúdo local da cadeia, que pode ser avaliado pelos dados do VTI comparativamente a outras cadeias como a aeronáutica, PGN e automotiva. Em termos de VTI, a cadeia sucroalcooleira tem a mesma importância relativa da cadeia automobilística e supera a farmacêutica, a petroquímica e a aeronáutica, sendo que a liderança é ocupada pela cadeia de PGN que tem um porte quatro vezes maior que a sucroalcooleira. Diante deste peso na estrutura industrial pode-se estimar, em linhas gerais, o potencial da cadeia em impulsionar efeitos em outras atividades econômicas por meio de seus encadeamentos setoriais e tecnológicos.

### **Determinante 3 - Nível macro: política industrial**

Este determinante considera o impacto das políticas governamentais para promoção do desenvolvimento industrial, científico e tecnológico, agrupadas aqui como políticas

industriais. A trajetória de longo prazo desta política com suas iniciativas e impactos ao longo das décadas na integração da cadeia produtiva são o foco neste determinante.

A política industrial foi um elemento crítico do desenvolvimento e consolidação da cadeia produtiva de PGN na Noruega. A intervenção estatal não se restringiu às iniciativas para adensamento do conteúdo local e para o desenvolvimento tecnológico, já que se estendeu também para a participação do Estado nas empresas atuantes na cadeia, detendo 44% das ações da Norsk Hydro ASA, 100% da PETORO e 100% da Gassco AS (ANP, 2004). A política industrial também exerceu papel decisivo na construção do modelo regulatório da cadeia que permitiu a criação de mecanismos de transferência tecnológica para promover o aprendizado e a capacitação das empresas locais.

No caso da Finlândia e da Austrália, a intervenção governamental não ocorreu de forma tão direta nas medidas de política industrial implementadas, mas foram desenhadas no sentido de promover as condições e um ambiente favorável para o desenvolvimento da cadeia segundo os objetivos estratégicos definidos em sua trajetória de longo prazo. Dentre as iniciativas de destaque podemos mencionar os incentivos às atividades de P&D, a estruturação de institutos de pesquisa e universidades, colaborando de maneira expressiva para a geração da massa crítica necessária para promover essa transformação estrutural.

No Brasil a política industrial também foi fundamental para o desenvolvimento da competitividade do setor. Primeiro, por criar efetivamente um mercado para o etanol com o Proálcool na década de 1970. Segundo, por promover vários programas e iniciativas para o aprendizado tecnológico e a criação de competências científicas e tecnológicas nas ICTs e nas universidades, as quais tiveram papel decisivo na construção da competitividade da cadeia. Atualmente a política ainda se mantém como fator crítico, já que os desembolsos do BNDES e os programas governamentais são fonte de recursos para promover o dinamismo industrial e a capacitação tecnológica das empresas do setor. Entretanto, ainda faltam iniciativas que exijam maior envolvimento do setor privado, principalmente em atividades de maior conteúdo tecnológico, vislumbrando uma perspectiva de longo prazo e iniciativas direcionadas exclusivamente ao setor de bens de capital da cadeia, ou seja, os fornecedores de máquinas e equipamentos diante do seu poder de difusão em outras atividades econômicas.

#### **Determinante 4 – Nível macro: sistema setorial de inovação**

Este determinante do nível macro considera o grau de maturidade e articulação de esforços do sistema setorial de inovação de forma ampla, ou seja, desde a trajetória de construção da competitividade até a articulação entre as Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs), governo e setor privado nas iniciativas voltadas para inovação. No caso da cadeia de PGN na Noruega a integração entre os agentes do sistema de inovação merece destaque, mas a Finlândia também possui elevada integração entre seus agentes, tanto do setor público quanto do setor privado. No Brasil percebe-se que as ICTs e universidades acumulam várias experiências e expertises, principalmente no elo agrícola da cadeia, mas a integração com as atividades industriais ainda precisam ser aprimoradas para que as políticas industriais sejam realmente eficazes.

#### **Determinante 5 - Nível macro: base de conhecimento**

Considerando as peculiaridades do padrão inovativo em indústrias LMT, principalmente das cadeias produtivas baseadas em recursos naturais, podemos destacar a importância da base de conhecimento, entendida como toda a infraestrutura e conhecimento científicos e tecnológicos acumulados em ICTs atuantes no setor, para entendermos o padrão inovativo nessas cadeias. Esta base de conhecimento envolve várias áreas do conhecimento e disciplinas mas geralmente encontra-se dispersa, portanto, identificar a amplitude e a

complexidade da base de conhecimento utilizada para as atividades inovativas das cadeias produtivas analisadas torna-se um determinante crítico. Neste determinante todas as experiências internacionais analisadas apresentam o mesmo grau de desenvolvimento já que o grande desafio é utilizar a base de conhecimento com suas múltiplas oportunidades para agregar valor aos produtos e busca de nichos de mercado para criação de novas competências. A análise da base de conhecimento existente também é fundamental para caracterizar o padrão de inovação das indústrias baseadas em recursos naturais, já que, como proposto por Smith (2000). Como essa é uma característica estrutural das cadeias baseadas em recursos naturais, a variação no grau de complexidade e na forma de distribuição dispersa da base de conhecimento das experiências internacionais é pequena. A diferença entre elas está na forma de utilização desta base do conhecimento para construir sua trajetória de desenvolvimento. No caso da Noruega ela foi fortemente direcionada e controlada pelos fornecedores locais para integração da cadeia e construção da competitividade internacional. Já no caso da Finlândia e da Austrália a difusão da base do conhecimento favoreceu a integração da cadeia seja para a diversificação setorial ou para a geração de produtos de maior valor agregado. Por último, no Brasil percebemos vários elementos de cada uma dessas trajetórias, sendo que a fragilidade na capacitação tecnológica dos fornecedores ainda é elemento que deve ser alvo de políticas para que se consolide a base de conhecimento, que ainda é bastante informal e de caráter tácito.

#### **Determinante 6 - Nível meso: relação usuário-produtor**

As atividades inovativas *non-R&D* são extremamente importantes para a acumulação de competências e para o aprendizado tecnológico em cadeias produtivas baseadas em recursos naturais, por isso, a interação usuário-produtor assume grande relevância ao consolidar este padrão inovativo com uma outra abordagem. Neste determinante são examinados os elementos críticos da relação usuário-produtor para verificar se são realizados esforços e parcerias para a inovação nestas cadeias produtivas integradas. A relação usuário-produtor é a principal fonte de capacitação tecnológica dos fornecedores de bens de capital, geralmente máquinas e equipamentos, das cadeias produtivas LMT, os quais tem importante papel na difusão dessas tecnologias para o restante da cadeia e também para outras atividades econômicas da indústria.

Neste determinante novamente a cadeia produtiva de Noruega ocupa posição de destaque porque pode-se observar este vínculo forte entre os fornecedores e os demais elos da cadeia, os quais utilizaram-se primeiramente de mecanismos de transferência tecnológica e depois, por meio de engenharia reversa, *learning-by-doing* e *learning-by-using*, foram capazes de acumular competências tecnológicas e se tornaram referência na indústria de PGN mundial. No caso da Finlândia e da Noruega observa-se uma forte interação entre usuários e produtores, dos vários segmentos da cadeia produtiva, embora ocorra em um grau menos expressivo na Noruega.

No Brasil este vínculo ainda é fraco, já que as usinas ainda participam pouco do desenvolvimento das inovações tecnológicas, o que também acaba dificultando a capacitação tecnológica dos fornecedores locais que conduzem esse processo de forma isolada, com iniciativas ainda pouco estruturadas comparativamente às demais cadeias analisadas.

#### **Determinante 7 – Nível meso: geração de conhecimentos informais**

Diante das peculiaridades do padrão inovativo em indústrias LMT, os conhecimentos informais, gerados também na interação entre usuário e produtor, tornam-se importante fonte de informações e competências tecnológicas por meio dos mecanismos de *learning-by-doing* e *learning-by-using*. Por isso, neste determinante é necessário examinar se existe

e qual a importância da geração de conhecimentos informais para a capacitação tecnológica dos fornecedores nestas cadeias produtivas integradas baseadas em recursos naturais. A indústria florestal da Finlândia evidencia um movimento de migração na geração de conhecimentos, que cada vez mais deixam de ser informais para se consolidar como formais e consolidados em atividades de P&D, o que contribuiu para a construção dos novos elos da estrutura industrial, em setores de maior intensidade tecnológica.

A Austrália também ilustra uma trajetória interessante neste determinante, já que além de estruturar amplos programas de P&D, também fomentou iniciativas para a construção de marca e *marketing* próprio, divulgando amplamente os diferenciais do vinho australiano entre as marcas e regiões do mundo, a fim de inserir-se no segmento “Premium” do mercado global. A colaboração entre os agentes foi uma iniciativa fundamental, principalmente se considerarmos que grande parte dos produtores de uvas e vinhos são de pequenas e médias empresas, no qual grande parte do fluxo de conhecimento se dá de maneira informal. O Brasil possui uma elevada contribuição dos conhecimentos informais para a capacitação tecnológica dos fornecedores locais, já que grande parte das inovações são de processo e de caráter incremental, resultantes da experiência acumulada na rotina dos fabricantes. Embora o país tenha amplo conhecimento científico acumulado na área agrícola, na fase industrial ainda há oportunidades de desenvolvimento tecnológico em vários produtos e processos, como discutido anteriormente.

#### **Determinante 8 – Nível meso: grau de difusão e escopo das inovações tecnológicas**

Um determinante fundamental e que nem sempre é adequadamente analisado na literatura, é o grau de difusão e o escopo das inovações tecnológicas da cadeia produtiva, o que significa examinar o grau de novidade, ou seja, o caráter inovativo dessas atividades e seu potencial de difusão em outras atividades econômicas ou mesmo em mercados internacionais desta mesma cadeia. Esse determinante é de grande relevância já que inovações que são somente adaptações já existentes em mercados internacionais tem seu escopo reduzido uma vez que jamais poderão ser “exportadas” para esses mercados. De acordo com o escopo e o grau de difusão, as atividades tecnológicas podem variar entre baixa, média-baixa, média-alta e alta nesta abordagem.

Neste determinante, as inovações das cadeias de PGN da Noruega e florestal da Finlândia merecem destaque porque foram desenvolvidas localmente a partir de mecanismos de *learning-by-doing* e *learning-by-using* após a transferência de tecnologia com especialistas do setor. A capacitação tecnológica dos fornecedores possibilitou a criação de tecnologias inovadoras e disruptivas que possuíam um caráter de novidade inclusive nos mercados internacionais, o que favoreceu a inserção internacional competitiva destes países de diferentes formas. No caso da Finlândia isso ocorreu por meio da diversificação da cadeia em novas atividades com produtos inovadores inclusive na indústria mundial. Por outro lado, na Austrália esses mecanismos consolidaram os processos de produção para que houvesse um incremento no valor agregado em seus produtos tradicionais, caminhando para produtos aprimorados no nível mundial, o que amplia enormemente seu poder de difusão. Para a cadeia produtiva sucroalcooleira, as inovações tecnológicas geralmente são de produtos tecnologicamente aprimorados e o grau de novidade se restringe ao nível da empresa. Além disso, o mercado do setor sucroalcooleiro ainda se restringe ao mercado local, por isso o poder de difusão desses produtos tecnologicamente aprimorados pode ser considerado como extremamente baixo, uma vez que grande parte das tecnologias inovadoras dos fornecedores do setor já é utilizada no exterior, o que cria obstáculos para a internacionalização dos produtores locais de máquinas e equipamentos.



## 5. Conclusões

O estágio de capacitação tecnológica dos fornecedores reflete em grande medida o desenvolvimento industrial e tecnológico da cadeia produtiva baseada em recursos naturais, com seu potencial de superação das limitações intrínsecas e também difusão de encadeamentos para a totalidade da estrutura industrial do país.

O interessante da comparação entre as diversas experiências internacionais avaliadas é perceber que cada uma delas construiu competências tecnológicas específicas por diferentes caminhos, de acordo com as vantagens comparativas acumuladas e as oportunidades emergentes no cenário mundial. No caso da indústria de PGN da Noruega, houve uma forte intervenção governamental, por meio de mecanismos de fomento à P&D e contrapartidas no marco regulatório, que possibilitaram aos fornecedores locais o envolvimento em um processo de aprendizado tecnológica a partir da engenharia reversa com os *players* internacionais que atuavam no mercado doméstico. Por meio do aparato institucional, essas competências foram sendo incorporadas localmente e a cadeia de PGN, com toda sua complexidade e segmentação, se tornou integrada e competitiva internacionalmente. Já no caso da indústria florestal da Finlândia, a intervenção governamental ocorreu em menor grau, mas foi decisiva na elaboração da estratégia que definiu uma maior integração, mas também diversificação da cadeia produtiva, que migrou para segmentos da indústria química e de papel. Essa diversificação “de dentro para fora” ocasionou uma transformação não só na cadeia florestal, pois gerou efeitos também na estrutura industrial do país, diante da importância relativa do setor e do tamanho reduzido do mercado doméstico, que induziu a uma maior internacionalização da produção.

A indústria de vinhos da Austrália remete à incorporação de novos atributos, de maior valor agregado, a produtos tradicionais, mantendo suas características artesanais mas com processos de elevada complexidade tecnológica. Para atingir essa estratégia de incremento do valor agregado nos mesmos produtos, os agentes do setor, principalmente várias associações e instituições representativas, elaboraram uma estratégia de longo prazo e consolidaram diversas iniciativas, desde aquelas de caráter transversal como formação de recursos humanos até expressivos investimentos em P&D propriamente dita para aumentar a profissionalização das atividades do setor. Com tais elementos é possível perceber que, independentemente da trajetória adotada, é necessário acumular competências tecnológicas específicas para que o país se diferencie de maneira estruturada no cenário mundial e possa superar as limitações intrínsecas das cadeias produtivas baseadas em recursos naturais. De acordo com essa discussão sobre a capacitação tecnológica dos fornecedores locais, de máquinas e equipamentos e a estratégia adotada na trajetória de desenvolvimento da cadeia produtiva, podemos supor que na Noruega o setor de PGN é aquele que possui maior número de competências tecnológicas acumuladas, seguida da indústria florestal da Finlândia e do setor sucroalcooleiro no Brasil, sendo que a indústria de vinhos da Austrália ocupa a última posição, já que o processo ainda é recente e incipiente.

Esta posição da indústria baseada em recursos naturais da Noruega se justifica tanto pelo seu desempenho no nível macro como também no nível meso, que se assemelha à situação da Finlândia com relação à relação usuário-fornecedor. Por outro lado, o Brasil ainda tem capacidades tecnológicas a desenvolver nos dois níveis, embora esteja mais desenvolvido que a Austrália, cujo Sistema Setorial de Inovação ainda é bastante frágil.

Diante deste cenário, podemos considerar que o setor sucroalcooleiro no Brasil tem capacidades tecnológicas acumuladas, as quais sustentam em grande parte a competitividade do setor sucroalcooleiro, baseadas nos seguintes elementos: elevados encadeamentos setoriais com a totalidade da indústria e ampla geração de conhecimentos informais na interação usuário- fornecedor. Por outro lado, ainda deve-se ampliar as capacidades no arranjo institucional do Sistema Setorial de Inovação e consolidação do

SSI (nível macro), além de expandir as capacidades científicas e tecnológicas originárias da relação usuário-fornecedor e incrementar o grau de difusão a partir do escopo das inovações geradas na indústria, fragilidades estruturais crescentes que se tornam preocupantes para a trajetória de longo prazo da cadeia produtiva. Tais elementos devem se tornar o foco das políticas industriais destinadas ao setor, para que a competitividade acumulada possa ser consolidada e a capacitação tecnológica dos fornecedores locais seja capaz de superar os obstáculos para a inserção dos mesmos nos mercados globais, com o incremento do conteúdo local e geração de maiores encadeamentos produtivos e tecnológicos para a totalidade da indústria.

## 6. Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO (ANP). A Reforma da indústria de gás natural na Noruega. **Relatório R. Garcia Consultores**, Estudo para a elaboração de um modelo de desenvolvimento da indústria brasileira de gás natural, Rio de Janeiro, 2004.

BLOMSTROM, M.; KOKKO, A. From natural resources to high-tech production: the evolution of industrial competitiveness in Sweden and Finland. In: Lederman, D.; Maloney, W. **Natural Resources – neither curse nor destiny**. Latin American Development Forum, World Bank, Stanford University Press, Washington DC, 2007.

BOUND, K. **Brazil – the natural knowledge economy**. The Atlas of ideas, DEMOS, Lecturis, Eindhoven, 2008. Disponível em [http://www.demos.co.uk/files/Brazil\\_NKE\\_web.pdf](http://www.demos.co.uk/files/Brazil_NKE_web.pdf) (acesso em 09/11/2011).

BNDES/CGEE. **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**. BNDES, Rio de Janeiro, 2008.

BRITISH PETROLEUM, **Statistical Review of World Energy**, 2008, Disponível em <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622> (acesso em 16/12/2008).

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Avaliação da expansão da produção de etanol no Brasil**. Brasília/DF, 2004.

ENGEN, O.A.H. The Development of the Norwegian Petroleum Innovation System: a Historical Overview. **TIK Working Paper on Innovation Studies**, no. 20070605, 2007. Disponível em <http://www.tik.uio.no/InnoWP/EngenTIKpaper%20WPready.pdf> (acesso em 27/05/2009).

FAJNZYLBER, R.F. **La industrializacion trunca de América Latina**, Editora Nueva Imagem, México, 1983.

FUCHSLOCHER, C.T. Understanding the development of technology-intensive suppliers in resource-based developing countries. **Research Policy**, no. 39, p.268-277, 2010.

GIULIANI, E. The wine industry: persistence of tacit knowledge or increased codification? Some implications for *catching-up* countries. **International Journal Technology and Globalisation**, vol.3, no. 2/3, 2007.

GYLFASON, T. Natural resources, education and economic development. **European Economic Review**, no.45, p. 847-859, 2001.

HEUM, P. Local content development – experiences from oil and gas activities in Norway. **SNF Working Paper**, 2008.

IEDI/Instituto Talento Brasil. **Estudos sobre o pré-sal**, 2009. Disponível em [http://www.iedi.org.br/admin\\_ori/pdf/20090112\\_pre-sal\\_completo.pdf](http://www.iedi.org.br/admin_ori/pdf/20090112_pre-sal_completo.pdf) (acesso em 07/05/2009).

LUNDEVALL, B. A. **Product Innovation and User-Producer Interaction**, Aalborg University Press, Aalborg, 1985. Disponível em <http://vbn.aau.dk/files/7556474/user-producer.pdf> (acesso em 10/11/2011).

MALERBA, F. Sectoral Systems of Innovation and Production, **Research Policy**, no.31, p 247- 264, 2002.

MALERBA, F. Sectoral systems – how and why innovation differs across sectors. In: Fagerberg, J.; Mowery, D.; Nelson, R. **The Oxford Handbook of Innovation**. USA, Oxford University Press, 2005.

NELSON, R. **As fontes do crescimento econômico**. Tradução de Adriana Gomes de Freitas, Editora da Unicamp, Campinas, 2006.

PEREZ, C. Dinamismo tecnológico e inclusion social em América Latina: uma estratégia e desarrollo productivo baseada em los recursos naturales. **Revista CEPAL**, no.100, abril/2010.

POMPERMAYER, F.M. Modelo norueguês de desenvolvimento da cadeia de fornecedores da indústria de petróleo e sua aplicabilidade ao Brasil. **Radar – Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**. IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada), Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infra-estrutura, No. 17, dez/2011.

SACHS, J.; WARNER, A. Natural resource abundance and economic growth. **National Bureau of Economic Research Working Paper Series**, Working Paper 5398, Cambridge, MA, 1995.

SACHS, J.; WARNER, A. Natural resource abundance and economic development – The curse of natural resources. **European Economic Review**, no.45, p.827-838, 2001.

SCHIENSTOCK, G. **Embracing the knowledge economy – The dynamic transformation of the Finnish Innovation System**. Edward Elgar Publishing, UK, 2004.

SCHIENSTOCK, G. From Path Dependency to Path Creation. Finland on its Way to the Knowledge-Based Economy. **Current Sociology**, vol.55, no.1, p. 92–109, 2007.

SMITH, K. What is knowledge economy? Knowledge intensive industries and distributed knowledge bases. Paper, Project “Innovation Policy in a Knowledge based economy”, 2000. Disponível em [ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/innovation-policy/studies/studies\\_knowledge\\_based\\_economy\\_wp4.pdf](ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/innovation-policy/studies/studies_knowledge_based_economy_wp4.pdf) (acesso em 07/04/2010)

SMITH, K.; MARSH, I. Wine and economic development: technological and corporate change in the Australian wine industry. **International Journal Technology and Globalisation**, vol. 3, nos. 2/3, 2007.