

Aprendizagem e Capacitação Tecnológica no Setor Sucroenergético do Nordeste Brasileiro

RESUMO

Até a década de 1990 a agroindústria canavieira no Brasil contava com a forte presença do Governo na sua sustentação. Porém, a intervenção estatal não equalizou as disparidades entre as regiões produtoras, assim, as diferenças regionais foram evidenciadas desfavorecendo a região Nordeste. A partir da desregulamentação as unidades produtoras passaram a adotar diferentes estratégias competitivas através de novas formas de organização e administração da produção. Esse fenômeno vem requerendo das empresas do setor ajustes em suas competências básicas e o desenvolvimento de novas competências para operar em um ambiente mutável e permeado por novas tecnologias e demandas. Nesse contexto, este artigo busca mapear o conjunto de competências presentes atualmente no setor sucroenergético do Nordeste brasileiro. Os resultados obtidos evidenciam que a agroindústria canavieira do Nordeste apresenta elevada capacitação tecnológica no nível básico e intermediário nas funções de investimento, produção/operação, inovação e relação com a economia, porém, no nível avançado as capacitações são baixas ou inexistentes. Assim, evidenciando o fato que a região necessita desenvolver as suas capacitações tecnológicas a fim de sobreviver nacionalmente.

Palavras-chave: Capacitação tecnológica. Setor Sucroenergético. Nordeste.

ABSTRACT

Until the 1990s, the sugar cane industry had a strong presence of the Government in its support. However, the government intervention not equalized disparities between the producing regions, thus regional differences were observed disadvantaging the Northeast. Since deregulation, producing units began to adopt different competitive strategies through new forms of organization and production management. This fact has been requiring from the companies adjustments in its basic skills and the development of new skills to operate in a changing environment permeated by new technology and new demands. In this context, this article aims to map the technological capabilities of the sugarcane agro-industry in the Northeast. The results show that the sugar cane industry in the Northeast has high technological capabilities in basic and intermediate functions of investment, production/operations, innovation and relationship to the economy, however in the advanced level such capabilities are low or nonexistent. Thus, highlighting the fact that the region needs to develop its technological capabilities in order to survive nationally.

Key Words: Technological Capability. Sugarcane Agro-industry. Northeast.

1 Introdução

Inicia-se na região Nordeste a história da cana-de-açúcar no Brasil. Segundo Vian (2003), a partir do período colonial até o início da fase republicana, o Nordeste foi a maior região produtora de açúcar do país, tendo perdido espaço para o Centro-Sul em meados do século XX devido a crise da cafeicultura nesta região. O setor contou com a forte presença do Governo na sua sustentação até a década de 1990, quando teve início o processo de desregulamentação. Porém, a intervenção estatal não equalizou as disparidades entre as regiões produtoras, desse modo, com a desregulamentação as diferenças regionais foram evidenciadas desfavorecendo o Nordeste.

A partir da desregulamentação as usinas passaram a adotar diferentes estratégias competitivas através de novas formas de organização e administração da produção. A agroindústria sucroenergética do Nordeste, bem como toda essa indústria no Brasil, vem passando por uma profunda reestruturação em sua forma de organizar a produção. Apesar da tecnologia de moagem, fermentação e destilação básica serem as mesmas desde os primórdios da agroindústria, outras tecnologias e conhecimentos foram incorporados na mudança observada da base de usuários e novos entrantes na indústria. Esse fenômeno vem requerendo das empresas do setor ajustes em suas competências básicas e o desenvolvimento de novas competências para operar em um ambiente mutável e permeado por novas tecnologias e demandas.

Assumindo que as firmas diferem e sendo as capacitações tecnológicas um importante fator determinante dos diferentes níveis de desempenho, o presente trabalho tem por objetivo geral a identificação e avaliação das capacidades tecnológicas do setor sucroenergético da região Nordeste. Desse modo, aplica-se o instrumental teórico sobre aprendizagem e capacitação tecnológica ao nível da firma, partindo da taxonomia desenvolvida por Lall (1992) e posteriormente por Bell e Pavitt (1995).

Para tanto, toma como base os trabalhos de Shikida et al. (2001; 2005; 2010), onde são identificadas as capacidades tecnológicas da agroindústria canavieira em Minas Gerais e no Paraná. Além disso, utilizou-se o conceito de capacitações tecnológicas formulado por Bell e Pavitt (1995), onde estas são definidas como os recursos necessários para geração e gerenciamento de mudanças tecnológicas. Como forma de mensurar tais capacidades, optou-se por utilizar a Matriz de Capacitação Tecnológica formulada por Lall (1992) com algumas adaptações para o setor sucroenergético.

Este artigo encontra-se estruturada em seis seções. Após esta introdução tem-se o referencial analítico onde é abordada a literatura sobre capacidades ou competências tecnológicas. Em seguida, a seção três apresenta a metodologia utilizada para a realização deste trabalho. Já na seção quatro são apresentados os resultados obtidos juntamente com uma discussão destes. E na seção cinco são feitas as considerações finais.

2 Referencial Analítico

2.1 Capacitações Tecnológicas

Vários fatores contribuem para a competitividade industrial ou setorial que podem ser advindos tanto da exploração de vantagens naturais, como exemplo, o excesso de mão de obra disponível na região, ou do avanço das técnicas produtivas possibilitando o aumento da produtividade. Além disso, segundo Figueiredo (2005), dentro de uma mesma indústria podem ser observadas diferentes performances competitivas entre as firmas, sendo possível identificar a fonte de tais diferenças em termos de suas capacidades tecnológicas, ativos específicos e as diferentes bases de conhecimento.

Por sua vez, Dosi (1988) afirma que há também diferenças entre os setores industriais no que diz respeito a importância atribuída aos modos básicos de avanço tecnológico, os quais o autor classifica como: processos de busca formalizados e economicamente caros; processos informais de difusão de informações e capacitação tecnológica; as externalidades internalizadas em cada firma, associadas com os processos de *learning by doing* e *learning by using*; adoção de inovações desenvolvidas por outras indústrias e incorporadas no equipamento de capital e nos insumos intermediários, (DOSI, 1988, p. 5).

Bell e Pavitt (1995) criticam a visão tradicional de que a simples aquisição de tecnologia seria suficiente para aumentar a competitividade. Desse modo, argumentam que eficiência dinâmica sustentada depende fortemente das capacitações tecnológicas internas ao contexto das firmas, indústrias ou países.

Sustained dynamic efficiency depends heavily on domestic capabilities to generate and manage change in technologies used in production, and these capabilities are based largely on specialized resources (such as a highly skilled labor force) that are neither incorporated in, nor automatically derived from, capital goods and technological know-how. (BELL; PAVITT, 1995, p. 71).

Assim, tem-se que a análise das capacitações tecnológicas é utilizada como um importante fator explicativo dos diferentes níveis de desempenho entre empresas de um mesmo setor, entre setores industriais e até mesmo do crescimento econômico entre países.

2.2 Aprendizagem e Capacitações Tecnológicas

Segundo Loures e Figueiredo (2009), até os anos de 1970 havia a falsa concepção de que o desenvolvimento tecnológico dos países mais atrasados estaria relacionado a simples aquisição da tecnologia vigente nos países desenvolvidos. Assumia-se uma visão estática onde a aquisição de determinada tecnologia era feita a partir de fatores como custo e facilidade de acesso. De acordo com os autores, essa perspectiva é alterada a partir dos anos de 1970 com o surgimento de estudos que tratam a questão das capacitações tecnológicas e inovação de forma dinâmica. E a partir de 1990 essa visão é intensificada com a aplicação de modelos analíticos em países em desenvolvimento, visto que passa a ser reconhecida a importância das capacitações tecnológicas como fator de competitividade entre as empresas e países.

Do mesmo modo, Vargas (2006) argumenta que os países em desenvolvimento não são apenas receptores de tecnologia dos países desenvolvidos, mas são capazes de melhorá-las através dos processos de aprendizagem.

De acordo com Lall (1992), a teoria evolucionária inspirou o estudo sobre tecnologia ao nível da firma. Pois, os trabalhos contidos nessa corrente partem da crítica à visão da firma passiva. Segundo a teoria evolucionária o conhecimento tecnológico não é transmitido ou imitado de forma automática e homogênea, dada ao princípio da cumulatividade do conhecimento necessário para a produção de novo conhecimento na firma.

As capacitações tecnológicas também são fatores explicativos das persistentes assimetrias entre as firmas. Segundo Dosi (1988), além das economias de escala e dos diferenciais de vantagens nos bens de capital, as assimetrias são explicadas em termo de aprendizado e diferentes capacidades inovativas. Figueiredo (2005) afirma que os termos capacitação tecnológica e capacidade tecnológica diferem em sentido, sendo a capacitação tecnológica definida como o processo de acumulação de capacidade ou competências tecnológicas através dos vários estágios de aprendizagem tecnológica.

Porém, a literatura sobre o tema é extensa podendo-se encontrar diversas definições, dentre essas se encontram trabalhos como Katz (1976), Lall (1982; 1987), Dahlman et al. (1987), onde estas são definidas como atividades inventivas ou esforços criativos sistemáticos que possibilitem a geração de novos conhecimentos no nível de produção. Em outros trabalhos como, por exemplo, Bell (1982) e Scott-Kemmis (1988), essas competências incluem as aptidões e conhecimentos adquiridos e acumulados em trabalhadores e na organização que possibilitem mudanças não só da produção, mas também nas técnicas utilizadas (FIGUEIREDO, 2005, p. 82).

Já de acordo com Shikida et al. (2010), o conceito de capacidade tecnológica derivado de Lall (1992) pode ser compreendido como a capacidade que a firma tem de usar a tecnologia vigente e também de gerar inovações. Assim, no nível de investigação da firma, os autores afirmam que:

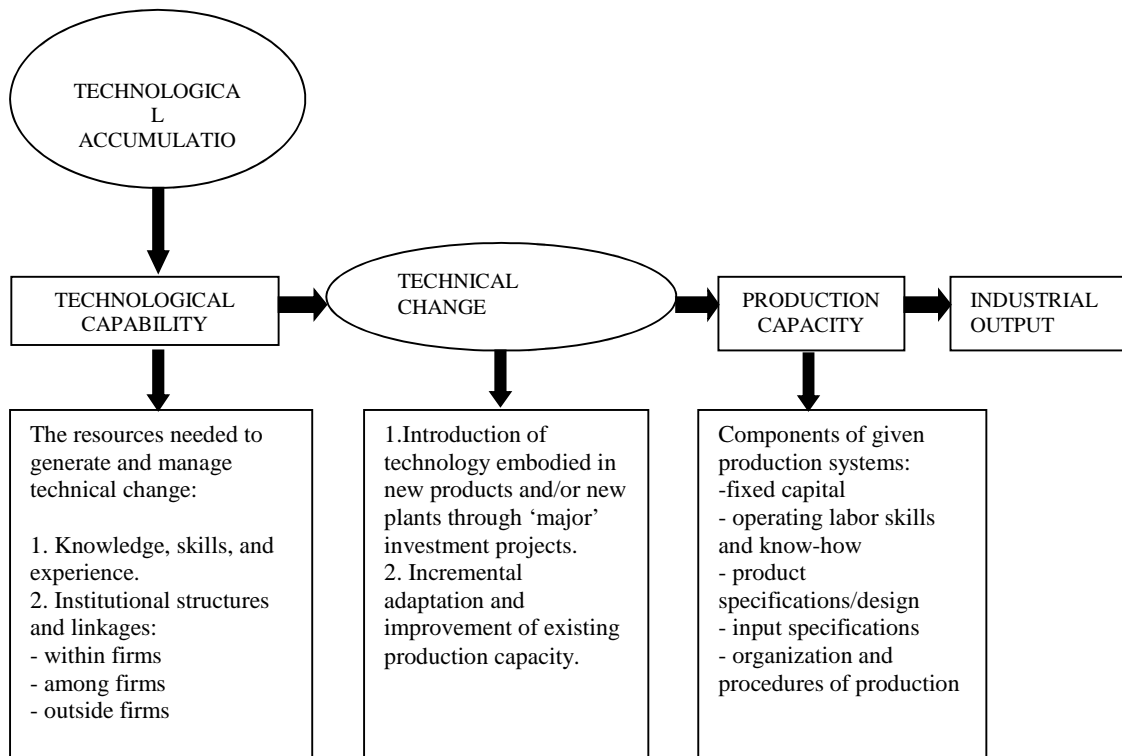
De modo geral, Jasso V. & Ortega (2007) afirmam que as firmas constroem capacidades tecnológicas através de processos de aprendizagem, de modo que a aprendizagem tecnológica seja um processo dinâmico na aquisição dessas capacidades.

Por outro lado, na definição formulada por Bell e Pavitt (1993), as capacidades tecnológicas são os recursos necessários para geração e gerenciamento de mudanças tecnológicas que impactam na capacidade produtiva e no desempenho da indústria. As capacidades tecnológicas incluem habilidades, conhecimento e experiências - estas frequentemente diferem substancialmente daquelas necessárias para operar sistemas técnicos existentes - da mesma forma que tipos particulares de estruturas institucionais e ligações necessárias para produzir elementos para mudanças técnicas, como mostra a Figura 1.

Ainda segundo os autores, tecnologia não é simplesmente uma questão de informação, mas sim um complexo conjunto de informações, codificadas e tácitas, tanto quanto o capital físico. Os projetos tecnológicos não apresentariam características de desempenho próprias, já que a informação tácita não é transferida prontamente entre firmas

e países. Dessa forma, os projetos tecnológicos necessitam ser transformados em procedimentos e especificações específicos a aplicações particulares. Além do mais, as firmas devem continuamente remodelar suas tecnologias para permanecerem competitivas e, nesse sentido, as capacitações tecnológicas devem incluir capacidades para gerar e gerenciar mudanças. (Bell & Pavitt, 1995, p. 74).

Figura 1 – Acumulação Tecnológica: Conceitos e Termos Básicos



Fonte: Bell e Pavitt (1995)

De acordo com Figueiredo (2005), a capacidade tecnológica é de natureza difusa e está acumulada em dimensões interligadas, quais sejam: a) Sistemas técnicos físicos – máquinas e equipamentos, sistemas baseados em tecnologia de informação, *softwares*, plantas de manufatura; b) **Capital humano** – conhecimentos, habilidades e experiências adquiridos ao longo do tempo pelos funcionários, abrangendo também as suas qualificações formais; c) **Sistema organizacional** – rotinas organizacionais e gerenciais, procedimentos, implementação de técnica de gestão, processos e fluxos de produção; e d) **Produtos e serviços** - o autor utiliza como exemplo as atividades de desenho, desenvolvimento, prototipagem, teste, produção e na parte de comercialização de produtos e serviços, como resultado da interação entre as demais dimensões refletindo nos produtos e serviços finais.

Tais dimensões apresentam uma relação de dependência e complementaridade entre si na geração de inovações ou no aumento da produtividade da empresa. Assim, é comum encontrar firmas que apesar de possuírem instalações avançadas e pessoal qualificado produzem pouca ou nenhuma inovação devido a deficiências na dimensão organizacional, responsável pela integração das demais dimensões.

No entanto, Figueiredo (2004a) destaca o fato de que maior atenção é direcionada ao capital humano como fonte de desenvolvimento tecnológico, negligenciando o capital organizacional, ocasionando implicações negativas sobre as estratégias de inovação industrial. Tal fato ocorre devido à dimensão organizacional atuar como fonte de integração entre os demais elementos. Em suma, apesar da difusão tecnológica ser evidente nos sistemas técnicos físicos, o fortalecimento do tecido organizacional é fator fundamental na capacitação tecnológica das firmas.

Nesse sentido, Figueiredo utiliza a definição de *aprendizagem tecnológica* descrita como: “[...]os vários processos pelos quais conhecimentos técnicos (tácitos) de indivíduos são transformados em sistemas físicos, processos de produção, procedimentos, rotinas e produtos e serviços da organização.” (FIGUEIREDO, 2004a, p. 328). Em outras palavras, o termo *aprendizagem tecnológica* é entendido como o processo que possibilita a acumulação de capacidades tecnológicas por parte da empresa, ao longo do tempo.

2.1.2 A Matriz de Capacidades Tecnológicas

Segundo Lall (1992) há varias maneiras de categorizar as capacitações tecnológicas no nível da firma, o autor apresenta sua matriz de capacidades tecnológicas tendo se baseado em Katz (1984; 1987), Dahlman, Ross-Larson e Westphal (1987) e Lall (1987). Nessa matriz, as capacidades tecnológicas são classificadas por funções e níveis de complexidade. Figueiredo (2005) afirma que é possível medir as capacidades tecnológicas das empresas pesquisadas também em termos de velocidade de acumulação das competências tecnológicas.

De acordo com o Figueiredo (2005), as funções identificadas na matriz de capacidades tecnológicas podem ser categorizadas em capacitações de rotina, aquelas que permitem o uso ou operação de certa tecnologia, e as capacitações inovadoras, as que permitem a geração e o gerenciamento de novas tecnologias. Assim, é importante a distinção dessas duas categorias para fins de políticas públicas, ou seja, é importante observar a evolução da capacidade tecnológica rotineira para níveis mais altos de capacidade tecnológica inovadora. O autor observa também que na matriz de capacidades tecnológicas as empresas não seguem necessariamente os níveis pré-determinados, podendo esses variar de firma para firma.

Voltando à matriz de Lall, esta é dividida em três níveis de complexidade: básico (simple routine), intermediário (adaptive duplicative), e avançado (innovative risky). No primeiro nível, baseado na experiência, é necessário deter certo grau de conhecimento sobre a tecnologia adquirida pela firma. No segundo nível de complexidade torna-se necessário um melhoramento dessa tecnologia, baseado em busca. Já o nível avançado, baseado em pesquisa, é onde se dá efetivamente a criação de novas tecnologias.

Por outro lado, as capacidades tecnológicas são divididas nas seguintes funções: investimento e produção. Sendo a primeira função, a de investimento, desagregada em pré-investimento e execução de projetos. Já a função de produção desagrega-se nas seguintes categorias: engenharia de projeto, de produto, industrial e relação com a economia. Segundo o autor, algumas funções não precisam ser executadas dentro da própria firma, podendo ser adquiridas de outras. No entanto, outras funções devem ser internalizadas pela firma para assegurar uma operação comercial bem sucedida (LALL, 1992, p. 168).

É importante destacar o fato da matriz de capacidade tecnológica possibilitar a identificação das trajetórias de desenvolvimento tecnológico não só da evolução da produção, mas também do aprofundamento dos níveis de complexidade, como destacado por Figueiredo (2005). Além disso, não é necessário que todas as empresas sigam uma sequência linear, estas podem variar de uma empresa para outra.

O Quadro 1, encontrada em Shikida et al. (2001), traz a Matriz de Capacidades Tecnológicas de Lall com algumas adaptações feitas pelos autores. Ao contrário da Matriz original, nesta encontra-se na função de produção a categoria de inovação separadamente. Assim, o presente trabalho optou por utilizar a matriz abaixo como base para identificação das capacitações tecnológicas do setor sucroenergético do Nordeste.

Quadro 1 – Matriz de Capacidades Tecnológicas

Âmbito	Perfil	Grau de Complexidade		
		Básica	Intermediária	Avançada
		Rotina simples (baseada na experiência)	Duplicação Adaptativa (baseado em busca)	Arriscada inovadora (baseada em pesquisa)
Investimento	Investimento Inicial	Estudos de viabilidade técnico-econômica; seleção de local; cronograma de investimentos.	Negociação de contratos (barganhando condições satisfatórias); sistema de informação.	-
	Execução de Projetos	Construção de plantas.	Seleção de melhor fornecedor de equipamentos; recrutamento e treinamento de pessoal qualificado; engenharia detalhada.	Desenho do processo básico, desenho e fabricação dos equipamentos.
Produção/ operação	Engenharia de Processo	Controle de qualidade; levantamento e análise dos problemas; manutenção preventiva; assimilação de processo tecnológico.	Redução de custos; modificação de novas tecnologias de processo; adaptação de processo ao novo produto; melhoria na qualidade dos produtos.	Inovação própria de processo em departamento de P&D (Pesquisa e desenvolvimento).
	Engenharia de Produto	Engenharia reversa; pequenas adaptações às necessidades do mercado.	Modificação de produtos adquiridos por licenciamento	Inovação própria de produto em departamento de P&D
	Gestão Industrial	Estudo geral dos métodos e dos tempos de trabalho; controle de estoques.	Monitoramento da produtividade; coordenação melhorada.	Venda de pacotes tecnológicos ou licenciamento de tecnologia para terceiros
Inovação	Capacidade de buscar inovações de produto e de desenvolver P&D	Conhecimento mínimo sobre a tecnologia em uso, necessária para a empresa se manter no mercado.	Conhecimentos científicos, pessoal qualificado e algum direcionamento para P&D.	Com forte aparato de P&D; procura criar/deter novas tecnologias.

Relações com a economia	Inserção no ambiente organizacional e institucional	Obtenção de bens e serviços locais; troca de informações com fornecedores; cooperação, alianças, afiliações em nível básico.	Projetos realizados com clientes e fornecedores; ligações com instituições de C&T (Ciência e Tecnologia); cooperação, alianças, afiliações em nível intermediário.	P&D cooperativo, venda de pacotes tecnológicos ou licenciamento de tecnologia para terceiros; cooperação, alianças, afiliações em nível avançado.
--------------------------------	--	--	--	---

Fonte: Lall (1992), adaptado por Shikida *et al.* (2001)

Como exposto, as diferenças de competitividade entre indústrias e setores podem ser explicadas através da exploração de vantagens naturais e também do avanço das suas técnicas produtivas. Segundo Lall (1992), além das economias de escala e diferenciais de vantagens nos bens de capital entre firmas, também é possível definir as suas diferenças em termo das diferentes capacidades inovativas, assim para o autor:

Once firm-level technological change is understood as a continuous process to absorb or create technical knowledge, determined partly by external inputs and partly by past accumulation of skills and knowledge, it is evident that innovation can be defined much more broadly to cover all types of search and improvement efforts (LALL, 1992, p. 166).

Assim, para o autor haveria, em essência, pouca diferença entre os esforços para melhorar o domínio tecnológico da firma, adaptar a tecnologia a novas condições, para aperfeiçoá-la levemente ou significativamente. Porém, em termos de estratégias detalhadas, graus de risco e retornos potenciais, tais esforços serão certamente diferentes.

No âmbito de Investimento, Lall (1992) cita alguns elementos determinados pelas capacidades de investimentos das firmas como custo de capital de projeto, a apropriação da escala, tecnologia e equipamentos selecionados e o conhecimento ganho pela firma operante das tecnologias básicas envolvidas.

O âmbito da Operação/Produção abrange desde tecnologias de produtos e processos até as funções de monitoramento e controle.

No âmbito da Inovação, Dosi (1988) mostra que as economias mais desenvolvidas apresentam um representativo direcionamento de recursos para a pesquisa pura, aplicada e para o desenvolvimento de novas tecnologias. A primeira, devido ao seu caráter público é, frequentemente, financiada pelo setor público, universidades e instituições sem fins lucrativos. Ficando boa parte das pesquisas aplicadas e desenvolvimento a cargo do setor privado, embora estes também direcionem parte de seus recursos para as atividades de P&D, complementando-as com outras atividades como as melhorias de projeto, do learning by doing e do learning by using, (DOSI, 1988, p. 4.).

Ainda segundo o autor, o processo de busca por inovações está relacionado com atividades destinadas a soluções de problemas. Nesse sentido, a descoberta de soluções para os problemas tecnológicos necessita de um conhecimento prévio e este é refletido nas experiências adquiridas e no conhecimento formal da própria firma, ou organização.

Como considerado por Bell e Pavitt (1995), o processo de inovação é fortemente concentrado nos países industrializados, enquanto que os países em desenvolvimento concentram-se na difusão, ou seja, na aplicação das tecnologias já disponíveis e

transferíveis. Porém, o processo de inovação requer mais do que conhecimento codificado, “ambas as operações de tecnologias existentes e inovação requerem conhecimento tácito que é altamente específico a tipos particulares de produtos, processos, firmas e mercados e podem, assim, serem adquiridos apenas através de tentativa e erro e com a acumulação de experiências em contextos particulares” (BELL; PAVITT, 1995, p. 74).

Já no âmbito das Relações com o Mercado, segundo Campos e Paula (2005), as firmas não inovam sozinhas, há interações com outras organizações a fim de compartilharem recursos como informações, conhecimentos e experiências. E essas são apontadas como fontes externas de aprendizado, ou seja, as diversas interações entre os agentes como consumidores, fornecedores, concorrentes e, também, com universidades, institutos de pesquisa, governos, agências de fomento, dentre outros. Como exposto, as firmas buscam as capacitações dinâmicas como fonte de vantagens competitivas e estas “são constituídas, principalmente, pelo caráter social e coletivo do processo de aprendizagem interativo” (CAMPOS; PAULA, 2005, p. 48).

Nem todas as funções, ou âmbitos, da capacitação tecnológica precisam ser necessariamente empreendidas dentro da própria firma, podendo ser terceirizadas. Porém, dentro de cada função é indispensável que as firmas sejam capazes de operar tarefas básicas para se manterem no mercado, assim, segundo Lall:

If a firm is unable by itself to decide on its investment plans or selection of equipment processes, or to reach minimum levels of operating efficiency, quality control, equipment maintenance or cost improvement, or to adapt its product designs to changing market conditions, or to establish effective linkages with reliable suppliers, it is unlikely to be able to compete effectively in open markets. (LALL, 1992, p. 168).

No intuito de identificar as fontes de competitividade do setor sucroenergético brasileiro alguns estudos se propuseram a identificar as bases de tal competitividade, se advindas da exploração de vantagens naturais do país ou se estão assentadas nas capacidades tecnológicas do setor, já que estas possibilitariam a elevação da produtividade dos fatores de produção. Como colocado por Shikida et al. (2010), dada a importância do setor sucroalcooleiro brasileiro torna-se necessário o devido entendimento do seu funcionamento nos estados mais representativos do setor.

3 Metodologia

Visando mensurar as capacitações tecnológicas do setor sucroenergético do Nordeste, optou-se por utilizar a matriz de capacidades tecnológicas definida por Lall (1992) com as devidas adaptações para o setor em questão. Como colocado por Rosário (2008), as pesquisas e análises a respeito de setores industriais e empresas na área de economia industrial são complexas e exigem arranjos metodológicos complementares ao marco analítico original. Dessa forma, foram utilizados dados primários e secundários sobre o setor sucroenergético do Nordeste que possibilitou tanto o estudo da sua estrutura produtiva quanto a identificação das suas capacidades tecnológicas.

A operacionalização deste trabalho foi feita em duas fases. Na primeira foram coletados os dados quantitativos e documentais necessários à identificação da estrutura do setor em questão. Nessa fase incluem-se os esforços de coleta de dados primários junto às usinas e destilarias da região Nordeste, por meio da aplicação de questionário eletrônico.

De acordo com a UDOP (União dos Produtores de Bioenergia), o Nordeste conta com oitenta e quatro usinas/destilarias. Porém, o contato via telefone ou e-mail só foi possível com sessenta e uma delas, pois, algumas foram desativadas ou encontravam-se temporariamente fora de operação. Desse modo, assume-se que 61 unidades encontram-se efetivamente em operação. Tal percentual é considerado satisfatório para o propósito deste trabalho, visto que, alguns estudos similares como Shikida et al. (2001; 2005; 2010) utilizaram percentuais inferiores.

A aplicação dos questionários foi realizada inicialmente através do contato telefônico com as unidades produtoras no período de dezembro de 2011 a abril de 2012. Após o primeiro contato, foi enviado o questionário à diretoria das unidades industriais, porém, algumas usinas mostraram-se pouco receptivas ao questionário alegando sigilo de informações por parte da política da empresa.

Assim, com um universo de 61 usinas/destilarias, 33 responderam ao questionário aplicado, ou seja, uma amostra 54%. Nesse caso a amostra foi definida com base no método da amostragem por julgamento ou conveniência. Após a coleta e tabulação dos dados foi dado início à análise destes por meio de estatística descritiva. Com isso, torna-se possível comparar os resultados obtidos com os estudos já existentes sobre as capacitações tecnológicas da região Centro-Sul do Brasil.

Como é possível observar no quadro abaixo, o questionário utilizado é constituído por vinte e quatro questões agrupadas em sete categorias: Investimento Inicial; Execução de Projeto; Engenharia de Processo; Engenharia de Produto; Gestão Industrial; Inovação; e Relações com a Economia.

Quadro 2 – Variáveis operacionais da pesquisa

INVESTIMENTO INICIAL - BÁSICO
1. Os estudos de viabilidade técnica-econômica
INVESTIMENTO INICIAL - INTERMEDIÁRIO
2. A negociação de contratos com fornecedores e se existe conhecimento prévio de quem são esses fornecedores e seus produtos/serviços.
EXECUÇÃO DE PROJETO - BÁSICO
3. A construção de plantas
EXECUÇÃO DE PROJETO – INTERMEDIÁRIO
4. A seleção do melhor fornecedor de equipamentos
5. Os projetos detalhados de engenharia
6. O recrutamento e treinamento de pessoal qualificado para executar este projeto.
EXECUÇÃO DE PROJETO - AVANÇADO
7. O desenho e fabricação dos equipamentos pela própria Usina/Destilaria.
ENGENHARIA DE PROCESSO - BÁSICO
8. O controle de qualidade
9. O levantamento e análise dos problemas
10. A manutenção preventiva
11. A capacitação no uso da tecnologia utilizada na empresa
ENGENHARIA DE PROCESSO – INTERMEDIÁRIO

12. A política de redução de custos	
13. A modificação de novas tecnologias de processo e adaptação de processo ao novo produto	
14. A política de melhoria na qualidade dos produtos	
ENGENHARIA DE PRODUTO - BÁSICO	
15. A engenharia reversa	
ENGENHARIA DE PRODUTO - INTERMEDIÁRIO	
16. A modificação de produtos adquiridos por licenciamento.	
GESTÃO INDUSTRIAL – BÁSICO	
17. O controle das etapas do processo	
GESTÃO INDUSTRIAL – INTERMEDIÁRIO	
18. O monitoramento dos índices de produtividade de cada etapa do processo produtivo e a coordenação melhorada	
GESTÃO INDUSTRIAL – AVANÇADO	
19. A venda de tecnologia própria e licenciamento dessa tecnologia para terceiros	
INOVAÇÃO – BÁSICO	
20. O conhecimento necessário para utilizar todos os processos da tecnologia produtiva utilizada na empresa.	
INOVAÇÃO – INTERMEDIÁRIO	
21. Os conhecimentos científicos, pessoal qualificado para desenvolver e algum direcionamento para P&D.	
RELAÇÕES COM A ECONOMIA - BÁSICO	
22. A cooperação/ alianças e/ou afiliações em nível básico (associação patronal de classes, etc, de âmbito local e/ou regional).	
RELAÇÕES COM A ECONOMIA – INTERMEDIÁRIO	
23. Projetos com clientes e fornecedores, tem ligações com instituições de C&T (Ciência & Tecnologia), cooperação/alianças e/ou afiliações em nível intermediário (de âmbito nacional).	
RELAÇÕES COM A ECONOMIA - AVANÇADO	
24. P&D cooperativo, venda de pacotes tecnológicos ou licenciamento de tecnologia para terceiros, cooperação/alianças e/ou afiliações em nível avançado (de âmbito nacional e internacional).	

Fonte: Autores, 2012.

4 Resultados e Discussão

4.1 A Matriz de Capacitações Tecnológicas do Setor Sucroenergético do Nordeste

O Quadro 3 apresenta os percentuais de ocorrências das funções presentes na Matriz de Capacidade Tecnológica para o Nordeste.

Quadro 3 – Capacidades tecnológicas do setor sucroenergético do Nordeste em %. segundo percentual de ocorrências.

ÂMBITOS	PERFIS	Capacidade Tecnológica		
		Básica (%)	Intermediária (%)	Avançada (%)
Investimento	Inicial	97	100	-
	Execução de projetos	97	94	88
Operação/ Produção	Engenharia de processo	97	97	-
	Engenharia de produto	82	48	-
	Gestão industrial	100	100	21
Inovação	Capacidade de busca inovações de produto e processo e desenvolver P&D	91	55	-
Relações com a economia	Inserção no ambiente organizacional e institucional	73	58	18

Fonte: Autores, 2012.

Neste quadro é possível observar que na função de investimento inicial, todas as usinas do Nordeste possuem capacidades tecnológicas no nível intermediário (a negociação de contratos com fornecedores e a existência de conhecimento prévio de quem são esses fornecedores e seus produtos/serviços). Dessas, apenas uma respondeu que não realiza estudos de viabilidade técnica-econômica e, com isso, o percentual de ocorrências para o nível básico cai para 97%. Este resultado vai ao encontro das expectativas, visto que, na agroindústria canavieira, um dos fatores que justificam o alto nível de capacitação tecnológica no perfil de investimento inicial é que este exige um montante considerável de recursos e, por consequência, um criterioso plano de investimento (SHIKIDA et al., 2010).

No perfil execução de projetos o maior percentual de capacidade tecnológica foi observado no nível básico – 97% realizam a construção de plantas. No nível intermediário este percentual cai levemente, indicando que 94% das usinas também realizam a seleção do melhor fornecedor de equipamentos, o recrutamento e treinamento de pessoal qualificado e a engenharia detalhada. Ainda com um alto percentual, 88% das usinas responderam que possui as capacidades tecnológicas avançadas para essa função - realizam o desenho e fabricação dos equipamentos utilizados.

Quanto a função operação/produção no perfil de engenharia de processo, 97% das usinas responderam que possuem capacidades tecnológicas básicas - realizam o controle de qualidade, o levantamento e análise dos problemas, a manutenção preventiva e a assimilação de processo tecnológico. O mesmo percentual de respostas foi obtido para o nível intermediário, 97% responderam que realizam a política de redução de custos, a modificação de novas tecnologias de processo, a adaptação de processo ao novo produto e também a política de melhoria na qualidade dos produtos.

O nível avançado não foi levado em consideração neste estudo, visto que, a agroindústria sucroalcooleira nordestina não conta com laboratórios próprios de Pesquisa e Desenvolvimento, seus projetos de P&D são realizados através de convênios firmados e mantidos com importantes instituições públicas e privadas de pesquisa no país como a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e universidades federais. Portanto não possuem capacitação tecnológica no nível avançado definida como Inovação própria de processo em departamento de P&D.

Já na função operação/produção no perfil de engenharia de produto, 82% responderam que possuem capacitação básica - a realização de engenharia reversa. Esse percentual cai para 48% quando questionadas sobre a realização de modificação de produtos adquiridos por licenciamento (nível intermediário). No entanto, de acordo com as usinas entrevistadas a engenharia reversa e a realização de modificação de produtos adquiridos por licenciamento não são práticas comuns da usina, sendo realizadas eventualmente. Na verdade, o entendimento de engenharia reversa por parte dos técnicos da usina, provavelmente, está relacionado com a capacidade de adaptar máquinas e equipamentos as condições locais da empresa.

No perfil de engenharia industrial observou-se que todas as unidades produtivas possuem capacitações básicas e intermediárias, pois, realizam o controle das etapas do processo (estudo geral dos métodos e dos tempos de trabalho e o controle dos estoques). Porém 21% afirmaram possuir capacidades avançadas (venda de pacotes tecnológicos ou licenciamento de tecnologia para terceiros), nesse caso, percebe-se que essa transferência

de tecnologia está, provavelmente, relacionada as parcerias efetivadas entre as usinas e a RIDESA (ROSÁRIO, 2008).

Em se tratando do âmbito de inovação, 91% das usinas/destilarias possuem o conhecimento necessário para utilizar todos os processos da tecnologia produtiva utilizada na empresa (capacitação básica), 55% possuem os conhecimentos científicos, pessoal qualificado e algum direcionamento para P&D (capacitação intermediária). Mais uma vez, o nível avançado foi desconsiderado nesta pesquisa, visto que é exigida a presença de forte aparato de P&D.

A inovação não é uma categoria facilmente detectável em uma indústria tradicional, como é considerada a indústria objeto desse artigo, contudo, pode-se considerar inovações de processo a introdução de novas variedades de cana-de-açúcar nos campos nordestinos, particularmente as oriundas das pesquisas da RIDESA.

Por último, no âmbito de relação com a economia foi observado que 73% das unidades produtivas realizam a cooperação, aliança e/ou afiliações em nível local ou regional. No nível intermediário, 58% realizam projetos com clientes e fornecedores têm ligações com instituições de C&T (Ciência e Tecnologia) e realizam cooperação, aliança e/ou afiliação em nível nacional. Já no nível avançado, apenas 18% realizam P&D cooperativo, venda de pacotes tecnológicos ou licenciamento de tecnologia para terceiros, cooperação/alianças e/ou afiliações no âmbito nacional e internacional.

5 Considerações Finais

Este artigo pautou-se na identificação das bases da competitividade do setor sucroenergético do Nordeste a partir das capacitações tecnológicas das firmas instaladas nessa agroindústria, sendo este o objetivo principal. Para isso, utilizou-se uma matriz de capacitações adaptada de Lall (1992) e pesquisa primária, com questionários aplicados em 33 usinas distribuídas por todo o Nordeste.

Como exposto, as constantes assimetrias entre as firmas podem ser entendidas em termo das suas diferentes capacidades inovativas que são diferentes níveis de acumulação tecnológica e diferenciais de eficiência no processo de busca inovativas. Nesse sentido entra a ideia de capacitação tecnológica. Apesar das várias definições encontradas na literatura sobre capacitação tecnológica, este trabalho utiliza aquela formulada por Bell e Pavitt (1995) onde estas são definidas como a capacidade que a firma tem de usar a tecnologia vigente e também de gerar inovações.

Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que a maior parte das unidades produtoras nordestinas possui capacitações tecnológicas básicas. Nos termos de Figueiredo (2005), apresentam as capacitações de rotina, isto é, aquelas que permitem o uso ou operação de certa tecnologia. Para o nível intermediário, o resultado apresentou divergências entre as funções, pois, a maior parte das usinas respondeu que possui as capacitações tecnológicas nos perfis de investimento inicial, execução de projeto, Engenharia de Processo e Gestão Industrial, porém, o percentual de usinas com capacitações nos âmbitos de Engenharia de Produto, Inovação e Relação com a Economia

é reduzido substancialmente. Isso mostra que a principal fonte de fornecimento da tecnologia são os fornecedores, de acordo com a taxonomia de Pavitt (1982), fenômeno confirmado pelo quase inexistente índice de respostas para as capacitações inovadoras que, segundo Figueiredo (2005), são aquelas que permitem a geração de novas tecnologias.

Em suma, a aplicação empírica do referencial de capacitações tecnológicas, contribui para a geração de informações a cerca do atual desenvolvimento tecnológico do setor sucroenergético da região Nordeste. Foi possível observar que o setor domina razoavelmente os níveis básicos e intermediários das funções de capacitação tecnológicas, porém necessitam criar e/ou aprofundar as suas capacitações no nível avançado. E, assim como colocado por Shikida et al. (2010) para esse mesmo setor em Minas Gerais, a busca por excelência na capacidade tecnológica avançada certamente possibilitará vantagens competitivas para as usinas/destilarias. A estrutura das capacidades tecnológicas encontrada através do presente estudo evidencia também a necessidade das usinas nordestinas aprofundarem as suas capacitações de rotinas, porém, necessitam investir na criação de capacidades inovativas para enfrentar o atual ambiente de concorrência nacional.

REFERÊNCIAS

BELL, 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.

_____.; _____. Technological accumulation and industrial growth: contrast between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, v.2, n. 2, p. 157-210, 1993.

CAMPOS, A. C. PAULA, N. M. Novas formas de organização industrial e o conceito de firma: uma abordagem neoschumpeteriana. *Ensaio FEE*, Porto Alegre, v. 27, n.1, p. 31-56, 2005.

DOSI, G. Sources, Procedures and Microeconomics Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature*, v. XXVI, Sept. 1988.

FIGUEIREDO, P. N. **Acumulação** Tecnológica e Inovação Industrial: conceitos, mensuração e evidências no Brasil. *São Paulo em Perspectiva*, v. 19, n.1, p. 54-69, 2005.

_____. Aprendizagem Tecnológica e Inovação Industrial em Economias Emergentes: Uma Breve Contribuição para o Desenho e Implementação de Estudos Empíricos e Estratégias no Brasil. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 3, nº 2, Jul/Dez, pp. 323-61, 2004a.

JASSO V. J. ORTEGA, R. Acumulación de capacidades tecnológicas locales en un grupo industrial siderúrgico em México. *Contaduría y Administración*, n. 223, p. 69-89, 2007.

LALL, S. Technological capabilities and industrialization. *World Development*, n.20, v.2, p.165-186, 1992.

_____. Learning to industrialize: the acquisition of technological capability by India. London: Macmillan, 1987.

_____. Technological learning in the Third World: some implications of technology exports. In: STEWART, F. JAMES, J. (Eds.). *The economics of new technology in developing countries*. London: Frances Pinter, 1982.

PAVITT, K. Technical Innovation and British Economic Performance. Palgrave Macmillan, 1982.

ROSÁRIO, F. J. P. Competitividade e transformações estruturais na agroindústria sucroalcooleira no Brasil: uma análise sob a ótica dos sistemas setoriais de inovações. Tese de doutorado UFRJ. Rio de Janeiro, 2008.

SCOTT-KEMMIS, D. *Learning and the accumulation of technological capacity in Brazilian pulp and paper firms*. World Employment Programme Research, 1988.

SHIKIDA, P. F. A. ALVES, L. R. A. Panorama estrutural, dinâmica de crescimento e estratégias tecnológicas da agroindústria canavieira paranaense. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v.11, n.2, p.123-149, dez. 2001.

_____. A. AZEVEDO, P. F. VIAN, C. E. F. Uma análise das capacidades tecnológicas da agroindústria canavieira em Minas Gerais. *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 8, n. 2, 2010.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA (UDOP). Referências e estatísticas. Disponível em: < <http://www.udop.com.br>>. Acesso em: jan. 2012.

VARGAS, A. T. Aprendizaje y Construcción de Capacidades Tecnológicas. *Journal of Technology Management & Innovatio*, v. 1, n.5, p. 12-24, 2006.

VIAN, C. E. F. Agroindústria Canavieira: estratégias competitivas e modernização. Campinas, Átomo, 2003.