



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA - MESTRADO EM ECONOMIA  
APLICADA

KELLYANE PEREIRA DOS ANJOS

CAPACITAÇÕES TECNOLÓGICAS DO SETOR SUCROENERGÉTICO DO NORDESTE

MACEIÓ

2012

KELLYANE PEREIRA DOS ANJOS

CAPACITAÇÕES TECNOLÓGICAS DO SETOR SUCROENERGÉTICO DO NORDESTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Economia Aplicada.

**Orientador:** Prof. Dr. Francisco José Peixoto  
Rosário

MACEIÓ

2012

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecária Responsável: Maria Helena Mendes Lessa

A599c Anjos, Kellyane Pereira dos.  
Capacitações tecnológicas do setor sucroenergético no Nordeste / Kellyane Pereira dos Anjos. \_ 2012.  
92 f. ; il., tab.

Orientador: Francisco José Peixoto Rosário.  
Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Alagoas.  
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Maceió, 2012.

Bibliografia: f. 68-70.

Apêndices: f. 71-90.

Anexo: f. 91-92.

1. Capacitação tecnológica. 2. Setor sucroenergético. 3. Nordeste. 4. Análise de conglomerados. I. Título.

CDU: 338.45.01(812/813)

Universidade Federal de Alagoas  
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade  
Programa de Pós-Graduação em Economia

“Capacitações Tecnológicas do Setor Sucreenergético do Nordeste”

KELLYANE PEREIRA DOS ANJOS

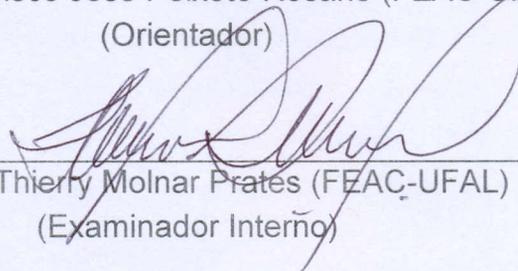
Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 22 de novembro de 2012.

Banca Examinadora:



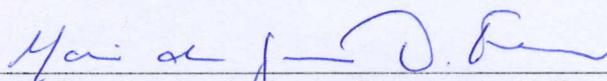
---

Prof. Dr. Francisco José Peixoto Rosário (FEAC-UFAL)  
(Orientador)



---

Prof. Dr. Thierry Molnar Prates (FEAC-UFAL)  
(Examinador Interno)



---

Profa. Dra. Maria da Graça Derengowski Fonseca (UFRJ)  
(Examinadora Externa)

*Dedico aos meus amados pais:  
José Pereira da Costa e Rozilda Araújo dos Anjos Costa.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, minha força e refúgio, obrigada Senhor por mais esta conquista.

À minha família: meus pais, José Pereira da Costa e Rozilda Araújo dos Anjos Costa, meus grandes amigos que se alegram com as minhas conquistas e são exemplos de determinação e honestidade que busco me espelhar; aos meus queridos irmãos Klaiton Pereira dos Anjos e Caio Pereira dos Anjos; em especial quero agradecer ao meu noivo Carlos Gonçalves, pelo seu companheirismo, conselhos e apoio nas horas de angústia e de alegria.

Agradeço aqueles que foram mais presentes no período de realização do mestrado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Francisco Rosário, que desde o começo soube dar palavras de apoio em momentos que eu tanto precisava, conduziu de forma satisfatória a realização deste trabalho com toda a assistência necessária, mostrando responsabilidade com os compromissos assumidos, sempre demonstrando interesse, motivação e confiança no meu trabalho.

À banca examinadora de qualificação e defesa pela análise crítica e pelas sugestões fundamentais dos Professores Doutores Thierry Molnar Prates, Luciana Peixoto Santa Rita e Francisco José Peixoto Rosário. À professora Maria da Graça Derengowski Fonseca que foi um grande apoio no período que fiz intercâmbio na UFRJ, cedendo tempo para várias reuniões e orientações valiosíssimas.

Aos colegas e professores do mestrado, especialmente ao professor André Maia Gomes Lages e ao amigo José Jefferson.

Aos representantes das usinas que gentilmente responderam ao questionário aplicado.

Ao meu irmão Klaiton Pereira dos Anjos e ao estagiário Lucas Rafael, agradeço pela ajuda na fase de coleta dos dados utilizados na pesquisa.

À CAPES pelo apoio financeiro.

## RESUMO

Até a década de 1990 a agroindústria canavieira 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 o 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, a presente dissertação busca mapear o conjunto de competências presentes atualmente no setor sucroenergético do Nordeste. Do mesmo modo, as usinas/destilarias foram agrupadas de acordo com seus respectivos níveis tecnológicos, por meio do método de análise de conglomerados, ou *cluster analysis*. 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. Análise de Conglomerados.

## 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 study aims to map the technological capabilities of the sugarcane agro-industry in the Northeast. Moreover, the mills/ distilleries were grouped according to its respective levels of technology through the method of cluster analysis. 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. Cluster analysis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Acumulação Tecnológica: Conceitos e Termos Básicos.....	18
Figura 2 - Evolução da Produção de Cana-de-açúcar (toneladas) .....	33
Figura 3 – Cartograma - Área (Hectares) plantada com cana-de-açúcar em 1990.....	35
Figura 4 – Cartograma - Área (Hectares) plantada com cana-de-açúcar em 2010.....	35
Figura 5 - Etapas da Análise de Conglomerados.....	41
Figura 6 - Dendrograma – Perfil Investimento Inicial .....	50
Figura 7 - Dendrograma - Perfil Execução de Projetos.....	52
Figura 8 - Dendrograma - Perfil Engenharia de Processo .....	55
Figura 9 – Dendrograma - Perfil Engenharia de Produto.....	57
Figura 10 – Dendrograma – Gestão Industrial .....	59
Figura 11 – Dendrograma - Função Inovação .....	61
Figura 12 – Dendrograma - Função Relação com a Economia.....	63

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Matriz de Capacidades Tecnológicas .....	22
Quadro 2 - Cana-de-açúcar - Área plantada, Quantidade produzida e Produtividade nas regiões Nordeste e Centro-Sul no período de 1990 a 2010 .....	34
Quadro 3 - Variáveis operacionais da pesquisa.....	38
Quadro 4- Capacidades tecnológicas do setor sucroenergético do Nordeste segundo percentual de ocorrências .....	46
Quadro 5 – Esquema aglomerativo – Função Investimento no Perfil Inicial.....	77
Quadro 6 – <i>Cluster Membership</i> – Função Investimento no Perfil Inicial.....	78
Quadro 7 – Esquema aglomerativo – Função Investimento no Perfil Execução de Projetos .....	79
Quadro 8 – <i>Cluster Membership</i> – Função Investimento no Perfil Execução de Projetos .....	80
Quadro 9 – Esquema aglomerativo – Função Operação/Produção no Perfil Engenharia de Processo .....	81
Quadro 10 – <i>Cluster Membership</i> – Função Operação/Produção no Perfil Engenharia de Processo .....	82
Quadro 11 – Esquema aglomerativo – Função Operação/Produção no Perfil Engenharia de Produto .....	83
Quadro 12 – <i>Cluster Membership</i> – Função Operação/Produção no Perfil Engenharia de Produto .....	84
Quadro 13 – Esquema aglomerativo – Função Operação/Produção no Perfil Gestão Industrial.	85
Quadro 14 – <i>Cluster Membership</i> – Função Operação/Produção no Perfil Gestão Industrial....	86
Quadro 15 – Esquema aglomerativo – Função Inovação .....	87
Quadro 16 – <i>Cluster Membership</i> – Função Inovação .....	88

Quadro 17 – Esquema aglomerativo – Função Relação com a Economia..... 89

Quadro 18 – *Cluster Membership* – Função Relação com a Economia..... 90

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução da Produção de Cana-de-açúcar (mil toneladas) e Taxa de Crescimento (%) da produção por regiões.....	29
Tabela 2 – Histórico da produção de cana-de-açúcar (mil toneladas) no Nordeste.....	32
Tabela 3 – Tabela de Contingência .....	44

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES INTRODUTÓRIAS</b>	<b>13</b>
1.1	Introdução	13
1.2	Objetivo Geral	14
1.3	Objetivos Específicos	14
1.4	Estrutura do trabalho	14
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL ANALÍTICO</b>	<b>15</b>
2.1	Capacitações Tecnológicas	15
2.1.1	Capacidade ou Competência Tecnológica	16
2.1.2	Mensuração das Capacidades Tecnológicas no Micronível da Firma	19
<b>3</b>	<b>O SETOR SUCROENERGÉTICO DO NORDESTE</b>	<b>26</b>
3.1	A dinâmica do Setor Sucroenergético Nordestino no Período Pós-desregulamentação	27
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>37</b>
4.1	Definição das Variáveis Operacionais	38
4.2	Método de tratamento dos Dados	39
4.2.1	Análise de Conglomerados	39
4.3	Procedimento Adotado	43
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>46</b>
5.1	A Matriz de Capacitações Tecnológicas do Setor Sucroenergético do Nordeste	46
5.2	Análise de Conglomerados por Funções de Capacitação Tecnológica	48
5.2.1	Investimento	49
5.2.2	Operação/Produção	52
5.2.3	Inovação	59
5.2.4	Relação com a Economia	61
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>68</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>71</b>

<b>APÊNDICE A – Questionário eletrônico: Matriz de Capacidades Tecnológicas .....</b>	<b>72</b>
<b>APÊNDICE B – Saídas do SPSS .....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>91</b>
<b>ANEXO A - Matriz de Capacidades Tecnológicas .....</b>	<b>92</b>

# 1 CONSIDERAÇÕES INTRODUTÓRIAS

## 1.1 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.

Isto posto, esta dissertação propõe-se a mapear o conjunto de competências presentes atualmente na agroindústria sucroenergética do Nordeste. 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.

## 1.2 Objetivo Geral

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.

## 1.3 Objetivos Específicos

Para a identificação das capacidades tecnológicas do setor sucroenergético do Nordeste, são definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Análise das capacitações tecnológicas sob quatro ênfases: investimento, operação/produção, inovação e relação com a economia;
- b) Agrupamento das usinas/destilarias em termos de níveis tecnológicos através da metodologia de análise de conglomerados; e
- c) Identificar a frequência que tais capacitações são utilizadas nas firmas.

## 1.4 Estrutura do Trabalho

A presente dissertação 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 descreve a agroindústria canavieira nordestina em termos de panorama estrutural além de uma discussão do setor no período que sucede a sua desregulamentação, período este onde foi intensificada a busca das firmas por maior competitividade e melhor posicionamento. A seção quatro apresenta a metodologia utilizada para a realização deste trabalho. Especificamente, aborda-se o método de análise de *cluster*, ou análise de conglomerados, utilizado nesta dissertação como instrumento de classificação das unidades produtoras sucroenergéticas em termos de suas capacitações tecnológicas. Já na seção cinco são apresentados os resultados obtidos juntamente com uma discussão destes. E na última seção 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.

Segundo Dosi (1988), 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.

### 2.1.1 Capacidade ou Competência Tecnológica

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 com 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.

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. Do mesmo modo, segundo a teoria evolucionária o conhecimento tecnológico não é transmitido ou imitado de forma homogênea, dada a necessidade conhecimento prévio, de experiências acumuladas na própria empresa por meio de suas rotinas. E, dessa forma, não é razoável supor que elas operem sob uma mesma função de produção e que não direcionem atenção as suas diferentes trajetórias, experiências e conhecimentos. Assim, a própria tecnologia não seria igualmente assimilada pelas diversas firmas seja por meio de transferências ou mesmo imitação.

“Thus, simply to gain mastery of a new technology requires skills, effort and investment by the receiving firm, and the extent of mastery achieved is uncertain and necessarily varies by firm according to these inputs” (LALL, 1992, p.166).

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 das 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 capacidade tecnológica 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 é derivado de Lall (1992) onde estas podem ser definidas 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:

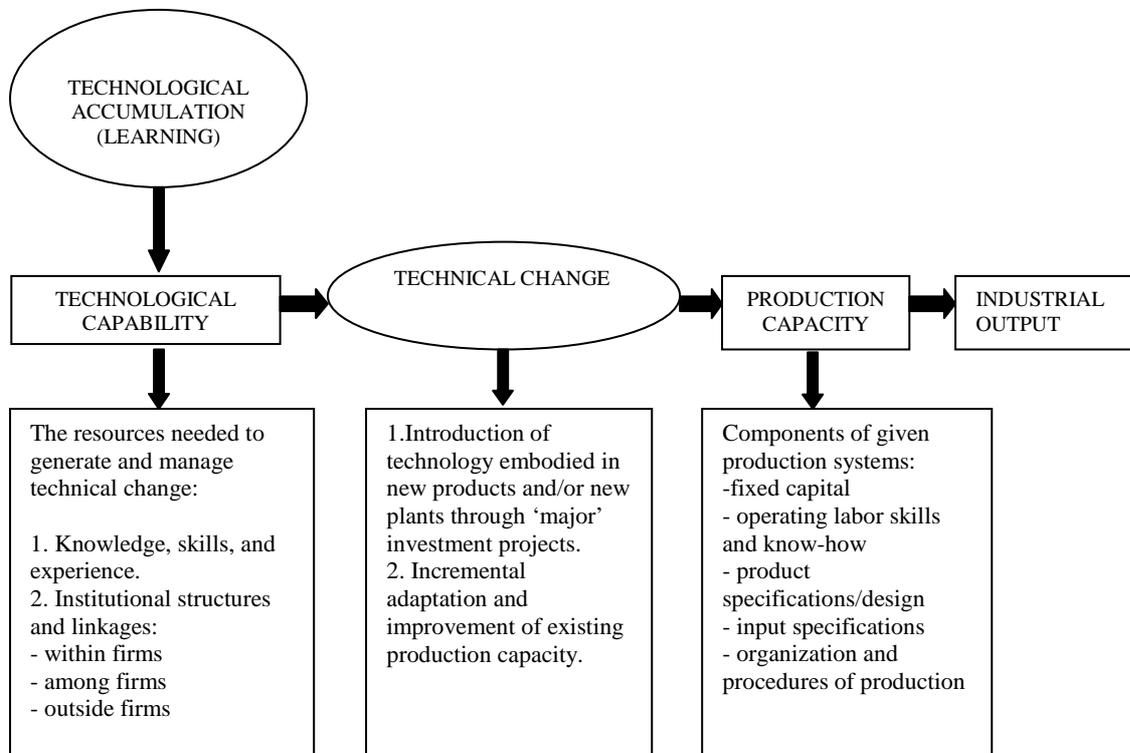
“De acordo com Lall (1992), além da capacidade de adquirir, assimilar, usar, adaptar, mudar ou criar tecnologia, as capacidades tecnológicas das empresas podem ser traduzidas como a capacidade de uso e geração de inovações.” (SHIKIDA et al., 2010, p. 258)

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 Mensuração das Capacidades Tecnológicas no Micronível da Firma

Segundo Loures e Figueiredo (2009), com a intensificação dos estudos sobre capacitação tecnológica, a partir dos anos de 1990, foram identificadas duas abordagens principais sobre o tema. A primeira refere-se as capacitações de empresas localizadas em países desenvolvidos que apresentam, em sua maioria, capacidades inovativas avançadas e buscam, dessa forma, mantê-las e aprofundá-las. Já a segunda abordagem está relacionada a países em desenvolvimento onde as empresas buscam, ainda, acumular capacidades tecnológicas básicas e intermediárias. Nessa última, as capacitações tecnológicas são geralmente mensuradas de duas formas: através dos indicadores de Ciência e Tecnologia

(C&T) e através de metodologias que visam identificar as funções e níveis de capacidades tecnológicas.

#### a) Indicadores de Ciência e Tecnologia

Em C&T, alguns indicadores amplamente utilizados para mensurar as capacitações tecnológicas de empresas, setores industriais e países são os seus registros de patentes e P&D. Tal procedimento geralmente avalia as capacitações tecnológicas em termos de pessoal alocado em laboratórios de P&D, gastos em P&D e da intensidade da atividade de patentes registradas nos Estados Unidos como parâmetro para inovações internacionalmente reconhecidas (FIGUEIREDO, 2004a, p. 335).

Figueiredo (2004a) aponta para as limitações de utilizar tais indicadores no contexto de países em desenvolvimento. Entre elas está o fato de que esses indicadores só têm relevância no contexto de países tecnologicamente avançados com empresas que apresentam níveis significativos de P&D e registros de patentes internacionais. Da mesma forma, seria tendenciosa a utilização dos registros de patentes internacionais como medida de capacitação tecnológica das economias emergentes que, proporcionalmente, exportam produtos com baixos níveis tecnológicos. Outro fator apontado é a escassez de laboratórios de P&D formalmente estruturados, dessa forma, caberia a outros departamentos, como o de engenharia, o desenvolvimento de atividades tecnológicas mais complexas. Além dos fatores mencionados, os indicadores convencionais de Ciência e Tecnologia não captam, explicitamente, as características e os elementos do tecido organizacional e, por fim, tais indicadores são estáticos, o que impede de analisar como as capacitações evoluem com o tempo dentro da empresa.

Dado o exposto, a utilização dos indicadores convencionais de C&T revela-se insatisfatória no contexto de países em desenvolvimento e, dessa forma, faz-se necessário a utilização de uma métrica alternativa. Nesse sentido, diversos estudos realizados no contexto de países em desenvolvimento utilizam a metodologia proposta pela matriz de capacitações tecnológicas, descrita logo a seguir.

#### b) 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**

(Continua)

Âmbito	Perfil	Grau de Complexidade		
		Básica	Intermediária	Avançada
		Rotina simples (baseada na experiência)	Duplicação Adaptativa (baseado em busca)	Arriscada inovadora (baseada em pesquisa)
Investimento	<b>Investimento Inicial</b>	Estudos de viabilidade técnico-econômica; seleção de local; cronograma de investimentos.	Negociação de contratos (barganhando condições satisfatórias); sistema de informação.	-
	<b>Execução de Projetos</b>	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	<b>Engenharia de Processo</b>	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).
	<b>Engenharia de Produto</b>	Engenharia reversa; pequenas adaptações às necessidades do mercado.	Modificação de produtos adquiridos por licenciamento	Inovação própria de produto em departamento de P&D
	<b>Gestão Industrial</b>	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

**Quadro 1 – Matriz de Capacidades Tecnológicas**

(Conclusão)

<b>Inovação</b>	<b>Capacidade de buscar inovações de produto e de desenvolver P&amp;D</b>	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.
<b>Relações com a economia</b>	<b>Inserção no ambiente organizacional e institucional</b>	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, os diferenciais de competitividade entre indústrias e setores podem ser explicados 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.

Essa tarefa vem sendo cumprida para os estados do eixo Centro-Sul, como pode ser observado pelo expressivo volume de publicações. Dada a carência desse tipo de estudos para a região Nordeste, o presente trabalho se propõe a identificar as capacitações tecnológicas da referida região. Para isso, a próxima seção descreve, brevemente, as mudanças enfrentadas pelo setor sucroalcooleiro nordestino após o período de desregulamentação. A partir desse período o mecanismo de seleção agiu no sentido de que as empresas menos capacitadas foram expulsas do setor, prevalecendo o paradigma tecnológico onde se capacitar tecnologicamente tornou-se questão de sobrevivência.

Assim, a perspectiva da capacitação tecnológica aplicada a setores industriais permite refletir o seu desenvolvimento tecnológico. E, dessa forma, colabora para a formulação de estratégias por parte das empresas e também políticas governamentais.

### 3 O SETOR SUCROENERGÉTICO DO NORDESTE

É na região Nordeste que tem início 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. Dada a rentabilidade da produção açucareira, desde a fase colonial a produção de cana nacional cresceu de forma extensiva. Com a ampliação da área de cultivo e o aumento da capacidade produtiva, a agroindústria canavieira enfrentou diversas crises como as de superprodução onde o apoio governamental foi de fundamental importância na sustentação do setor. Porém, as intervenções estatais não atuaram no sentido de reduzir as disparidades entre as regiões produtoras (VIAN, 2003, p. 62).

Além das crises de superprodução, outras marcaram a agroindústria canavieira e alguns fatores desfavoreceram a região Nordeste como, por exemplo, tecnologia ultrapassada, falta de planejamento administrativo e de mão de obra especializada, ocasionando a perda de espaço para estados do Centro-Sul (IDEA NEWS, 2003). A produção nordestina perdeu espaço nacionalmente devido às melhores condições que o setor encontrou em São Paulo que apresentava condições climáticas mais adequadas, solos férteis com topografia apropriada ao plantio e colheita da cana, além da proximidade do mercado consumidor e mão de obra especializada.

Do mesmo modo, Vidal et al. (2006) cita alguns fatores que provocam os altos custos do setor em alguns estados do Nordeste, como exemplo tem-se a baixa fertilidade dos solos, reduzido volume de chuvas e topografia inadequada à mecanização. Na região Nordeste, as áreas mais adequadas ao plantio se estendem pela zona da mata abrangendo os estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e parte do Recôncavo Baiano (VIDAL et al., 2006). Para os autores, com exceção de Sergipe, inexitem condições de se ampliar a área física de produção desses estados, sendo o crescimento do setor na região condicionado ao aumento da produtividade da cana-de-açúcar, do rendimento industrial e da ampliação da área irrigada. No entanto, de acordo com Anjos e Lages (2010), a reestruturação do setor possibilitou a expansão da cana-de-açúcar em Alagoas para áreas de tabuleiros, localizadas na região de transição entre a zona da mata e o agreste, isto é, área com problemas

edafoclimáticos, antes imprópria ao cultivo da cana. Os motivos que explicam tal expansão foram as inovações tecnológicas e a desregulamentação do setor que induziu a dominância de um ambiente mais competitivo.

### **3.1 A Dinâmica do Setor Sucroenergético Nordestino no Período Pós Desregulamentação**

A desregulamentação do setor sucroenergético está inserida dentro do processo de liberalização da economia brasileira ocorrida a partir do governo Collor. Tal período é marcado por profundas mudanças institucionais com a maior liberalização da economia, mudança do regime político autoritário para o democrático alterando, assim, as relações entre os atores econômicos. As funções antes atribuídas ao governo passaram a ser de responsabilidade do setor privado, ou seja, houve uma mudança entre os seus papéis, evidenciando a necessidade de reorganização do sistema econômico.

Conseqüentemente, a agroindústria canavieira foi forçada a adotar medidas estratégicas como forma de adaptação ao novo ambiente concorrencial e, desse modo, entrou em um processo de mudança organizacional onde a modernização tecnológica passou a ser condição indispensável de sobrevivência no setor. Segundo Vian (2003), a partir da desregulamentação as usinas passaram a adotar diferentes estratégias competitivas através de novas formas de organização e administração da produção, e sendo a descentralização da produção de açúcar um dos principais impactos. Além disso, nos processos produtivos passaram a adotar terceirização dos serviços agrícolas e industriais.

A agroindústria canavieira nordestina se desenvolveu com base no apoio estatal, por meio de subsídios, cotas de produção, compra de safras, manutenção de preços, ou seja, através de fatores que tornava viável a sua produção frente à concorrência do Centro-Sul. O açúcar e, posteriormente, o álcool produzidos competiam no mercado nacional e também internacional por meio de vantagens que possibilitavam a redução dos seus custos. No entanto, a partir do ano de 1990 a agroindústria sucroalcooleira passou a ser gradualmente desregulamentada e as usinas nordestinas passaram a enfrentar os mecanismos de mercado, sem grande parte do apoio pelo qual estavam adaptadas (CARVALHO, 2009).

Como exposto, a intervenção estatal no setor não equalizou as disparidades entre as regiões produtoras. Assim, nesse período as diferenças regionais foram evidenciadas desfavorecendo o Nordeste. Segundo Vian:

No início dos anos 90 as características estruturais básicas do Complexo Canavieiro brasileiro podiam ser assim resumidas: produção agrícola e fabril sob controle dos usineiros, heterogeneidade produtiva (especialmente na industrialização da cana), aproveitamento baixo de subprodutos, competitividade fundamentada, em grande medida, nos baixos salários e na expansão extensiva. As diferenças eram enormes quando se comparava o Nordeste com o Centro-Sul. (VIAN, 2003, p. 100).

A partir do ano de 1990 é evidenciado o aumento da participação do Centro-Sul na produção nacional de açúcar e álcool, em detrimento do Nordeste. De acordo com Barros e Moraes (2002), o processo de desregulamentação foi marcado por conflitos de interesses entre as regiões produtoras do Norte/Nordeste e do Centro-Sul. Devido a menor competitividade na área agrícola, a primeira região sobrevivia através do apoio estatal, porém, ainda durante o processo de desregulamentação, sua produção vinha apresentando menor crescimento.

Vian (2003) aponta para a crescente importância de estados como Paraná, Minas Gerais e Goiás na aceleração da produção do Centro-Sul, já que tais estados possuem amplas áreas para expandir a produção. Além do mais, houve a construção de hidrovias e ferrovias que permitiram ganhos de competitividade com a redução no custo do frete para as refinarias de São Paulo.

Por outro lado, ainda segundo Vian (2003), a região Nordeste apresentava dificuldades de adaptação às novas condições técnicas de produção, desse modo, empresários nordestinos começaram a investir em novas unidades produtoras em alguns estados do Centro-Sul como, por exemplo, os grupos J. Pessoa, Tércio Vanderlei e João Lyra. De acordo com Carvalho (2008), na safra de 2006/2007, as filiais dos grupos alagoanos instaladas em Minas Gerais e São Paulo produziam aproximadamente 80% do total do álcool e açúcar produzidos em território alagoano.

De acordo com o Sindaçúcar - PE, na safra de 1989/1990, o Brasil totalizou uma produção de 223.827 mil toneladas de cana-de-açúcar, onde 73% foi produzida no eixo Centro-Sul e 27% no Norte-Nordeste. Na safra de 2009/2010, o Centro-Sul passou a representar 90% do total produzido no Brasil, ficando apenas 10% para a região Norte/Nordeste.

Apesar do volume da região ser considerado relativamente pequeno quando comparado a safra do Centro-Sul, a produção nordestina é considerada estratégica, sobretudo porque a safra de uma região complementa a da outra e mantém os mercados de açúcar e álcool abastecidos (ANUÁRIO DA CANA, 2005).

Como mostra a Tabela 1, a produção da cana-de-açúcar na região Norte-Nordeste apresentou taxas de crescimento negativas na maior parte do período de 1990 a 2010, sendo que na safra 1993/1994 a queda na produção foi de aproximadamente 27,86%. Já o Centro-Sul obteve taxas positivas de crescimento na maior parte do período, com exceção da quebra de safra de 2000/2001.

**Tabela 1 – Evolução da Produção de Cana-de-açúcar (mil toneladas) e Taxa de Crescimento (%) da produção por regiões**

SAFRA	CENTRO-SUL		NORTE-NORDESTE		BRASIL	
	PRODUÇÃO	TX CRESC. (%)	PRODUÇÃO	TX CRESC. (%)	PRODUÇÃO	TX CRESC. (%)
1989/1990	163.358	100	60.469	100	223.827	100
1990/1991	170.985	4,67	52.235	-13,62	223.220	-0,27
1991/1992	179.031	4,71	50.191	-3,91	229.222	2,69
1992/1993	167.319	-6,54	47.971	-4,42	215.290	-6,08
1993/1994	182.891	9,31	34.606	-27,86	217.497	1,03
1994/1995	196.157	7,25	44.811	29,49	240.968	10,79
1995/1996	205.330	4,68	46.016	2,69	251.346	4,31
1996/1997	232.284	13,13	57.122	24,14	289.406	15,14
1997/1998	248.310	6,90	53.883	-5,67	302.193	4,42
1998/1999	268.911	8,30	47.573	-11,71	316.489	4,73
1999/2000	267.004	-0,71	43.375	-8,82	310.379	-1,93
2000/2001	205.203	-23,15	50.524	16,48	255.727	-17,61
2001/2002	243.505	18,67	49.505	-2,02	293.010	14,58
2002/2003	265.878	9,19	50.995	3,01	316.873	8,14
2003/2004	297.121	11,75	59.479	16,64	356.600	12,54
2004/2005	328.330	10,50	57.103	-3,99	385.433	8,09
2005/2006	336.789	2,58	49.748	-12,88	386.537	0,29
2006/2007	373.913	11,02	55.023	10,60	428.936	10,97
2007/2008	431.233	15,33	65.202	18,50	496.435	15,74
2008/2009	508.639	17,95	64.304	-1,38	572.943	15,41
2009/2010	542.825	6,72	59.918	-6,82	602.743	5,20

Fonte: Elaboração do autor com base em Sindaçúcar-AL e Sindaçúcar-PE

Como esperado, o período de desregulamentação foi marcado por incertezas entre os agentes, provocando resistência não só nos industriais, mas também nos fornecedores de cana que contavam com mecanismos de apoio como o tabelamento de preços, subsídios agrícolas e na comercialização do produto (BARROS, MORAES 2002, p. 161). Assim, era de interesse

da região Nordeste a manutenção do intervencionismo público, o que conteria o avanço do setor nas demais regiões produtoras. Ainda segundo os autores, havia divergência entre os próprios agentes do Centro-Sul quanto a desregulamentação e apontam alguns fatores, entre esses tem-se que os estados menos competitivos objetivavam manter sua área de produção e temiam o avanço daqueles mais competitivos. Além disso, os estados mais afastados do centro de consumo incorriam em maiores custos de transporte do álcool e, desse modo, reivindicavam que a fase de transição fosse dotada de regras bem definidas que possibilitassem a adaptação dos estados menos competitivos.

A mudança institucional pela qual passou o setor fez com que muitas empresas não sobrevivessem ao novo ambiente competitivo, provocando fusões, aquisições, ou até mesmo o desaparecimento de algumas unidades. Segundo Vidal et al. (2006), as unidades produtoras do Nordeste que não mudaram a sua gestão, substituindo a base familiar por profissionais qualificados, faliram ou vêm incorrendo em altos custos de produção e dificuldades financeiras. Com isso, tem-se que as unidades industriais mais competitivas são aquelas que investem em sua base tecnológica, buscando inovações não só em produtos e processos, mas também em mudanças na sua forma organizacional.

Como exposto, a saída do Estado como principal agente regulador provocou a reestruturação do setor forçando as unidades industriais a se modernizarem. Segundo Vidal et al. (2006), esse fato implicou no processo de reestruturação na gestão de produção, estimulando inovações tecnológicas nas atividades agrícolas e industriais como condições básicas de competitividade. Em se tratando de avanços tecnológicos no segmento agrícola tem-se o surgimento de variedades de cana mais resistentes com maior produtividade e também a utilização de práticas de irrigação pelas usinas e destilarias. Já no segmento industrial surgiram unidades com maior capacidade de processamento com parte das atividades automatizadas reduzindo, assim, os custos de produção (VIDAL et al., 2006, p. 2).

Desse modo, percebe-se que o mecanismo de seleção atuou no sentido de excluir as unidades menos competitivas. Segundo Hersen et al. (2008) o processo de desregulamentação provocou modificações no setor sucroalcooleiro visando a adaptação das usinas e destilarias ao ambiente mais concorrencial. Nesse, o conjunto de inovações tecnológicas incorporadas pelas empresas mais dinâmicas passou a ser elemento fundamental de competitividade.

Assim, as mudanças institucionais que vem ocorrendo no setor, especialmente após a desregulamentação, força a modernização agrícola e a adoção de estratégias competitivas como forma de sobreviver e se destacar dentre as unidades produtoras.

Em se tratando especificamente da região Nordeste, a Tabela 2 apresenta a produção de cana-de-açúcar por estados nas safras de 1989/1990 a 2009/2010. É possível verificar que na safra de 1990/1991, período que tem início o processo de desregulamentação, o Nordeste produziu um total de 50.065 mil toneladas, já na safra de 1999/2000, quando se consolidou o modelo de livre preço e mercado, a produção de cana na região foi reduzida para 41.482 mil toneladas.

Segundo o *Anuário da Cana*, com a completa liberalização dos preços tabelados e sem mercado previamente assegurado, a produtividade passou a ser o principal balizador dos resultados econômicos finais das safras. Nesse sentido, a produtividade estaria relacionada a fatores como melhor gerenciamento da produção, além das influências climáticas.

Em relação à safra 2000/2001, esta foi intitulada como “A safra de recuperação nordestina” em reportagem do *Anuário da Cana Safra 2000/2001*. Os dados para este período indica crescimento na produção de cana, açúcar e álcool. Tal crescimento foi atribuído à fatores como excelentes índices pluviométricos e às novas tecnologias aplicadas nas áreas agrícola e industrial das usinas e destilarias. Na área industrial as unidades produtoras estavam realizando investimentos na automação dos processos produtivos, melhoria na qualidade do açúcar para exportação, remodelação do sistema de transporte a granel e transformação das usinas em fábricas de alimentos (*Anuário da Cana Norte-Nordeste*, 2001).

**Tabela 2 – Histórico da produção de cana-de-açúcar (mil toneladas) no Nordeste**

SAFRAS	Alagoas	Pernambuco	Bahia	Paraíba	Demais estados	Total
1989/1990	26.411	21.866	1.212	4.983	3.467	57.939
1990/1991	22.617	18.679	1.053	4.571	3.145	50.065
1991/1992	21.483	18.328	1.487	4.416	2.569	48.283
1992/1993	21.109	17.400	1.465	3.890	1.783	45.647
1993/1994	15.827	12.056	1.502	2.139	1.579	33.103
1994/1995	20.067	16.571	1.168	3.316	1.625	42.747
1995/1996	18.392	17.089	2.024	3.583	2.513	43.601
1996/1997	23.923	20.664	2.362	4.743	2.872	54.564
1997/1998	23.698	16.971	2.581	4.873	3.115	51.238
1998/1999	19.777	15.588	2.347	3.888	3.165	44.765
1999/2000	20.012	13.173	2.015	3.418	2.864	41.482
2000/2001	25.198	14.368	1.921	3.592	3.055	48.134
2001/2002	23.805	14.342	2.049	4.001	3.243	47.440
2002/2003	23.397	14.892	2.214	4.335	3.476	48.314
2003/2004	28.787	17.005	2.137	5.017	4.369	57.315
2004/2005	26.149	16.685	2.252	5.066	4.033	54.185
2005/2006	22.532	13.879	2.391	4.291	4.299	47.392
2006/2007	24.686	15.709	2.279	5.108	4.844	52.626
2007/2008	29.837	19.505	2.523	6.195	5.093	63.153
2008/2009	27.309	19.174	2.542	6.001	6.091	61.117
2009/2010	24.270	17.946	2.095	6.242	5.849	56.402

Fonte: Sindaçúcar – PE

A evolução da produção de cana-de-açúcar no período de 1990 a 2010 também pode ser observada na Figura 2. Na primeira safra, quando tem início o processo de desregulamentação do setor sucroalcooleiro, verifica-se uma produção de aproximadamente 58 mil toneladas, já na safra de 1993/1994 pode ser observada uma queda acentuada na produção de cana que passou para aproximadamente 33 mil toneladas. Segundo Anjos e Lages (2010), para Alagoas esse resultado pode ser atribuído à redução na área de plantio provocada pela desregulamentação do setor. A safra de 1994/1995 apresenta uma recuperação mantendo oscilações leves explicadas tanto por fatores ligados a demanda quanto a fatores climáticos, e fechando a safra 2009/2010 com 56.402 toneladas.

**Figura 2 – Evolução da Produção de Cana-de-açúcar (toneladas)**

Fonte: Sindaçúcar – PE

Utilizando dados fornecidos pela Pesquisa Agrícola Municipal, no Quadro 2 é apresentada a área plantada com cana-de-açúcar, a quantidade produzida e a produtividade nas regiões Nordeste e Centro-Sul no período de 1990 a 2010. Nesse é possível observar que no ano de 1990 a cana-de-açúcar no Nordeste ocupava uma área de aproximadamente 1,5 milhão de hectares com uma produção de 71,7 milhões de toneladas de cana, enquanto que na região Centro-Sul esses valores eram de aproximadamente 2,8 milhões de hectares e 190,2 milhões de toneladas, respectivamente. No ano de 2010 a área de ocupação caiu no Nordeste para 1,2 milhão de hectares e a produção caiu para 68,8 milhões de toneladas. Porém, na região Centro-Sul houve aumentos significativos dessas variáveis, a área passou para 7,9 milhões de hectares e a produção para 646,5 milhões de toneladas de cana-de-açúcar.

Nota-se, ainda, as disparidades entre as duas regiões através da evolução da produtividade da área plantada. Mais uma vez, a produtividade no Centro-Sul é superior a do Nordeste em todo o período estudado. No ano de 1990, a produtividade do Nordeste era de 47,99 ton./ha., enquanto que no Centro-Sul era de aproximadamente 67,67 ton./ha. Já no ano de 2010 esses valores foram de 55,70 ton./ha. e 81,9 ton./ha., respectivamente.

Como exposto, com a completa liberalização dos preços e mercado da agroindústria canavieira, foram evidenciadas as fragilidades da região Nordeste que além de apresentar tecnologia de produção defasada em relação ao eixo Centro-Sul, sofria com instabilidades

pluviométricas e, assim, evidenciou-se a necessidade de melhoramento das técnicas produtivas.

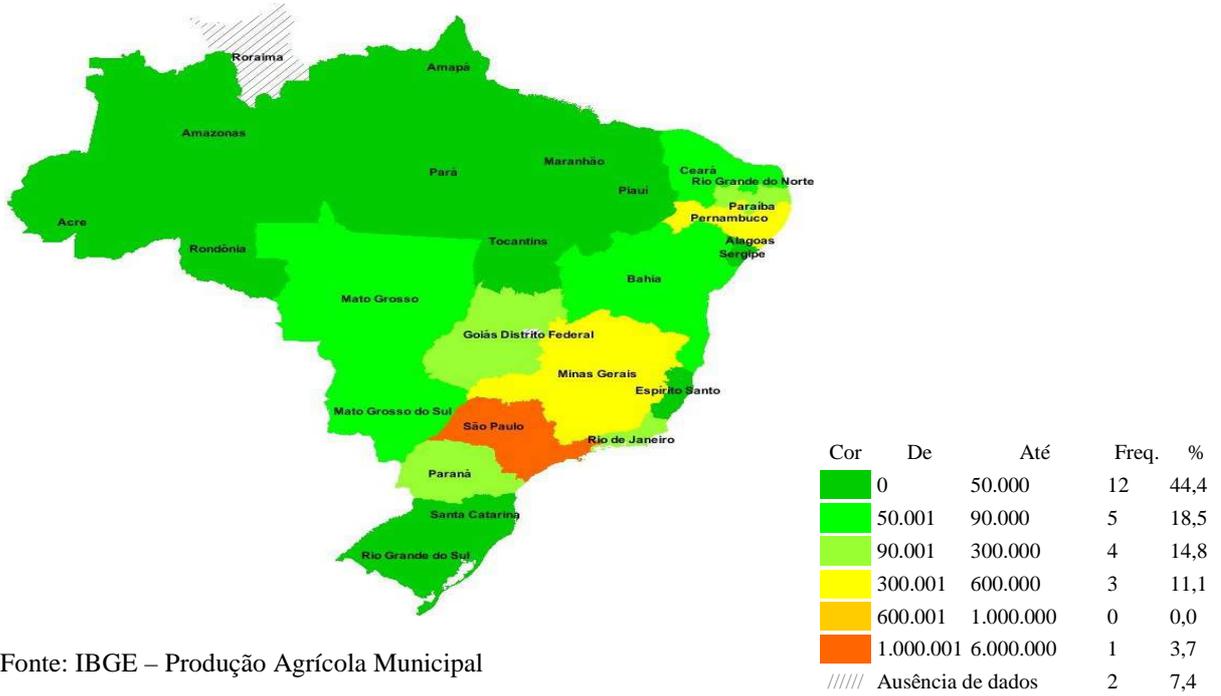
**Quadro 2 – Cana-de-açúcar - Área plantada, Quantidade produzida e Produtividade nas regiões Nordeste e Centro-Sul no período de 1990 a 2010.**

Ano	Nordeste			Centro-Sul		
	Quantidade	Área	Produtividade	Quantidade	Área	Produtividade
1990	71.689.378	1.493.936	47,99	190.200.724	2.810.895	67,67
1991	68.729.790	1.411.800	48,68	191.500.531	2.815.456	68,02
1992	68.723.345	1.368.035	50,24	202.166.899	2.842.496	71,12
1993	39.609.113	1.089.947	36,34	204.148.174	2.845.704	71,74
1994	57.326.731	1.193.696	48,02	233.930.122	3.147.021	74,33
1995	60.658.799	1.312.088	46,23	242.296.967	3.309.680	73,21
1996	53.778.920	1.208.454	44,50	262.847.823	3.611.805	72,77
1997	61.373.531	1.256.733	48,84	269.609.199	3.612.847	74,63
1998	63.286.467	1.251.348	50,57	281.163.441	3.783.445	74,31
1999	53.395.858	1.134.437	47,07	279.858.422	3.828.320	73,10
2000	58.856.060	1.132.965	51,95	266.338.639	3.729.752	71,41
2001	59.895.333	1.148.869	52,13	283.510.385	3.853.474	73,57
2002	59.725.897	1.140.685	52,36	303.854.114	4.049.393	75,04
2003	65.093.080	1.112.473	58,51	330.105.091	4.248.498	77,70
2004	65.499.357	1.137.706	57,57	348.729.205	4.479.451	77,85
2005	60.874.754	1.130.925	53,83	360.971.043	4.663.132	77,41
2006	63.182.425	1.134.645	55,68	412.911.308	5.231.285	78,93
2007	68.841.282	1.190.500	57,83	479.515.771	5.869.899	81,69
2008	74.155.804	1.277.481	58,05	569.492.380	6.904.623	82,48
2009	70.057.439	1.202.426	58,26	619.456.583	7.609.557	81,41
2010	68.789.726	1.235.074	55,70	646.531.280	7.894.366	81,90

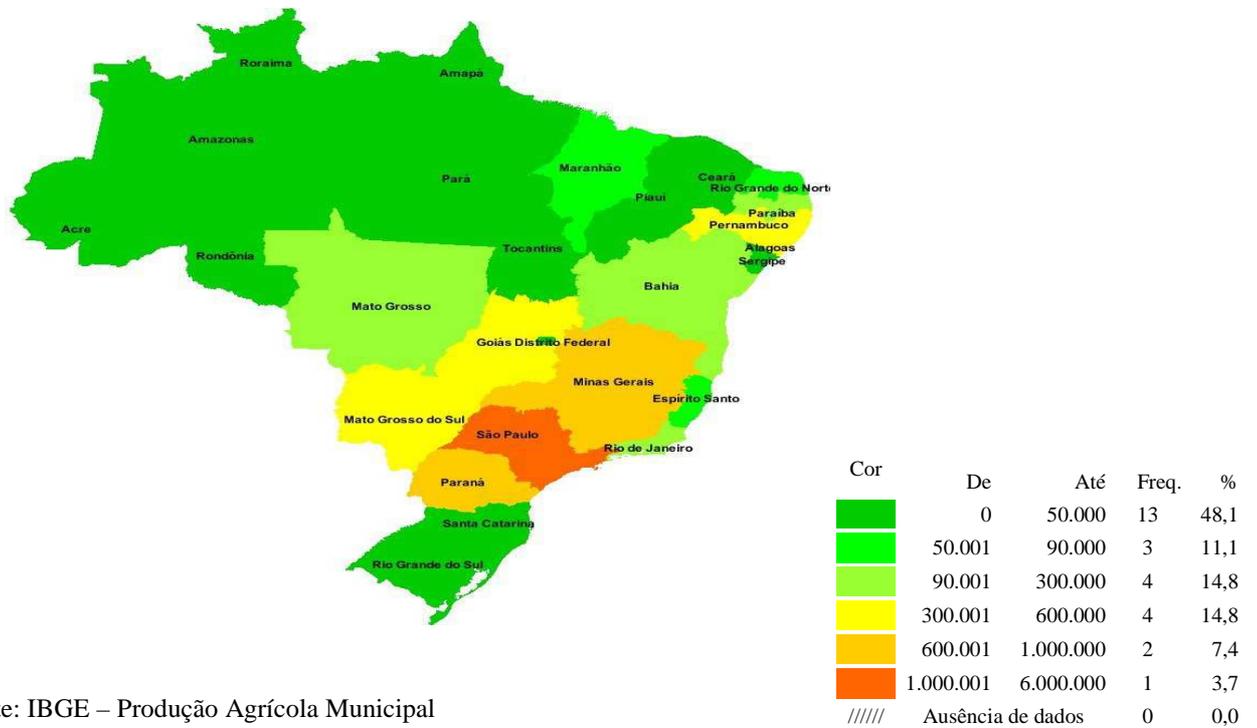
Fonte: Elaboração do autor com base na PAM-IBGE.

A Figura 3 apresenta a área plantada com cana-de-açúcar (hectares) por estados brasileiros no ano de 1990. É possível observar que o estado com a maior plantação de cana-de-açúcar foi São Paulo, com aproximadamente 1,81 milhões de hectares. A menor ocupação foi verificada na região Norte onde a área plantada por estados não ultrapassou os 50 mil hectares. Na região Nordeste, apenas os estados de Alagoas e Pernambuco apresentaram área plantada com a cana superior a 300 mil hectares, com 561.217 ha e 473.726 ha, respectivamente.

**Figura 3 – Cartograma - Área (Hectares) plantada com cana-de-açúcar em 1990**



**Figura 4 – Cartograma - Área (Hectares) plantada com cana-de-açúcar em 2010**



Já no ano de 2010, Figura 4, é possível observar algumas alterações importantes. Primeiro, o expressivo aumento na área plantada com cana-de-açúcar nos estados de Mato Grosso do Sul, Goiás, Paraná e Minas Gerais. O estado de São Paulo também expandiu significativamente a sua área plantada com a cana, passando de 1,8 milhões de hectares para aproximadamente 5,07 milhões de hectares. Segundo os dados da PAM-IBGE, todos os estados da região Norte expandiram a sua área de ocupação com cana no ano de 2010 em relação a 1990, ainda assim nenhum ultrapassou 50 mil hectares de plantação. Em se tratando do Nordeste, os estados de Alagoas e Pernambuco continuam liderando a área de ocupação com cana da região, porém foi observada significativa redução de aproximadamente 22% e 23%, respectivamente.

#### 4 METODOLOGIA

Esta dissertação busca identificar as capacitações tecnológicas do setor sucroenergético do Nordeste. Como forma de mensurar tais capacitações, 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 as usinas e destilarias da região Nordeste, por meio da aplicação de questionário eletrônico. A segunda fase é composta pelo processamento dos dados primários e secundários. Estes foram analisados através de gráficos e tabelas e aqueles por meio do *software* estatístico SPSS versão 17, com o programa de análise de *cluster*.

A aplicação dos questionários foi realizado 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. Algumas usinas mostraram-se pouco receptivas ao questionário alegando sigilo de informações por parte da política da empresa, outras unidades encontravam-se desativadas. Desse modo, este trabalho considerou apenas as unidades produtoras em operação durante o período de investigação.

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 e também por meio da análise de conglomerados. Com o tratamento proposto torna-se possível comparar os resultados obtidos

com os estudos já existentes sobre as capacitações tecnológicas da região Centro-Sul do Brasil.

#### 4.1 Definição das Variáveis Operacionais

O questionário utilizado, vide anexo B, é constituído por vinte e quatro questões agrupadas em sete categorias, quais sejam:

- Âmbito de investimento – Investimento Inicial;
- Âmbito de investimento - Execução de projetos;
- Âmbito de produção - Engenharia de processo;
- Âmbito de produção - Engenharia de produto;
- Âmbito de produção - Gestão industrial;
- Âmbito de inovação;
- Âmbito de relações com a economia.

As respostas são apresentadas em escala variando de 1 (indicando a ausência das práticas de capacitação) a 5 (realização constante). Cada função desagrega-se em três níveis de intensidade: capacitação tecnológica básica, intermediária e avançada. Abaixo, no Quadro 03 são descritas as variáveis presentes no questionário aplicado.

**Quadro 3 – Variáveis operacionais da pesquisa**

(continua)

<b>INVESTIMENTO INICIAL - BÁSICO</b>
1. Os estudos de viabilidade técnica-econômica
<b>INVESTIMENTO INICIAL - INTERMEDIÁRIO</b>
2. A negociação de contratos com fornecedores e se existe conhecimento prévio de quem são esses fornecedores e seus produtos/serviços.
<b>EXECUÇÃO DE PROJETO - BÁSICO</b>
3. A construção de plantas
<b>EXECUÇÃO DE PROJETO – INTERMEDIÁRIO</b>
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.
<b>EXECUÇÃO DE PROJETO - AVANÇADO</b>
7. O desenho e fabricação dos equipamentos pela própria Usina/Destilaria.
<b>ENGENHARIA DE PROCESSO - BÁSICO</b>
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

**Quadro 3 – Variáveis operacionais da pesquisa**

(conclusão)

<b>ENGENHARIA DE PROCESSO – INTERMEDIÁRIO</b>
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
<b>ENGENHARIA DE PRODUTO - BÁSICO</b>
15. A engenharia reversa
<b>ENGENHARIA DE PRODUTO - INTERMEDIÁRIO</b>
16. A modificação de produtos adquiridos por licenciamento.
<b>GESTÃO INDUSTRIAL – BÁSICO</b>
17. O controle das etapas do processo
<b>GESTÃO INDUSTRIAL – INTERMEDIÁRIO</b>
18. O monitoramento dos índices de produtividade de cada etapa do processo produtivo e a coordenação melhorada
<b>GESTÃO INDUSTRIAL – AVANÇADO</b>
19. A venda de tecnologia própria e licenciamento dessa tecnologia para terceiros
<b>INOVAÇÃO – BÁSICO</b>
20. O conhecimento necessário para utilizar todos os processos da tecnologia produtiva utilizada na empresa.
<b>INOVAÇÃO – INTERMEDIÁRIO</b>
21. Os conhecimentos científicos, pessoal qualificado para desenvolver e algum direcionamento para P&D.
<b>RELAÇÕES COM A ECONOMIA - BÁSICO</b>
22. A cooperação/ alianças e/ou afiliações em nível básico (associação patronal de classes, etc, de âmbito local e/ou regional).
<b>RELAÇÕES COM A ECONOMIA – INTERMEDIÁRIO</b>
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).
<b>RELAÇÕES COM A ECONOMIA - AVANÇADO</b>
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: Elaboração do autor

## 4.2 Método de Tratamento dos Dados

### 4.2.1 Análise de Conglomerados

A análise de conglomerados, *cluster analysis*, também conhecida como análise de agrupamento, é um tipo de análise multivariada que tem como finalidade reunir objetos segundo suas características. Através dessa técnica, seguindo alguns critérios, é possível classificar objetos dentro de um determinado grupo de acordo com suas similaridades. Após a obtenção do agrupamento, os elementos pertencentes a este devem apresentar alto grau de homogeneidade interna e alta heterogeneidade externa, isto é, os elementos de um agrupamento devem ser semelhantes entre si e distinto dos elementos de outros grupos.

Corrar et al. (2007) afirmam que o objetivo da análise de conglomerados é reduzir os objetos de uma população, ou amostra, classificando-os em grupos menores de acordo com

critérios de similaridades. Além da redução dos dados, o autor ainda aponta como possíveis utilidades da análise de conglomerados a formulação de hipóteses sobre a natureza dos dados ou exame de hipóteses já estabelecidas. Já de acordo com Fávero et al. (2009), tal técnica pode ser aplicada em todas as áreas que objetive reunir as observações em grupos que sejam internamente homogêneos e heterogêneo entre os demais grupos e mutuamente exclusivos de acordo com medidas de similaridades ou de distância.

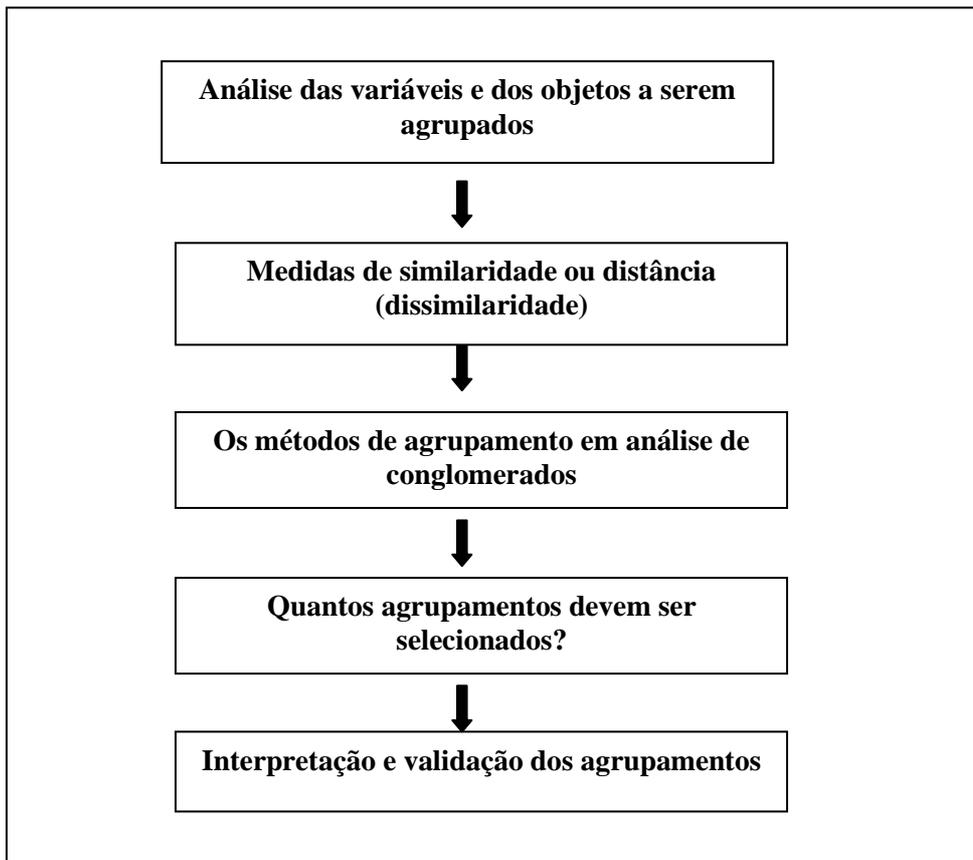
A respeito dos pressupostos e limitações da técnica, chama-se a atenção para a existência de dois fatores básicos: a representatividade da amostra e o impacto da multicolinearidade entre as variáveis. No primeiro caso, tem-se que a escolha da amostra fica a cargo do pesquisador que “[...] deve, portanto, estar confiante de que a amostra obtida é, de fato, representativa da população” (CORRAR et al., 2007, p. 342). Já no segundo caso, tem-se a dependência do resultado em relação às variáveis utilizadas como critérios de similaridade, ou seja, a solução obtida é fortemente afetada pela inclusão ou exclusão de variáveis relevantes.

Por ser uma técnica descritiva, a Análise de Conglomerados, apesar de apresentar propriedades matemáticas fortes não tem fundamentos estatísticos, assim:

“Os requisitos de normalidade, linearidade e homocedasticidade [...], que são muito importantes em outras técnicas, realmente têm pouco significado na Análise de Conglomerados.” (CORRAR, 2007, p. 342).

Fávero et al. (2009) apresentam a técnica a partir da construção de cinco etapas, como mostra a Figura 5.

**Figura 5 – Etapas da Análise de Conglomerados**



Fonte: Elaboração do autor com base em Fávero et al. (2009)

- a) Na primeira etapa são selecionadas as variáveis, identificados os *outliers* e feita a padronização dos dados, quando necessário. Segundo os mesmos autores, nessa etapa são descritos os objetivos da técnica que podem ser para descrição taxonômica, simplificação dos dados e identificação das relações entre as observações. E, por não haver critérios rígidos para a seleção das variáveis, a relevância na utilização destas fica a cargo do pesquisador. Outra decisão deste é a utilização ou não das observações atípicas, *outliers*, já que a técnica é altamente sensível a presença destas.
- b) Na segunda etapa é preciso selecionar uma medida de similaridade. De acordo com Fávero et al. (2009) as observações são agrupadas por meio de alguma medida de distância, já as variáveis por meio de medidas de correlação ou de associação.

Esses autores classificam as medidas de distância ou similaridade em três tipos, a saber: i) medidas de distância (medidas de dissimilaridades), por exemplo, a distância

euclidiana, a distância quadrática euclidiana, a distância de Minkowski, a distância absoluta, Mahalanobis e Chebychev; ii) medidas correlacionais, sendo a correlação de Pearson a mais comum; ii) e medidas de associação. As duas primeiras exigem o uso de dados métricos, já o último exige a utilização de dados não métricos. Ainda, a escolha adequada da medida de similaridade leva em consideração a natureza das variáveis, se são discretas, contínuas, binárias, nominal, ordinal, intervalar ou razão.

c) Na terceira etapa seleciona-se o algoritmo de agrupamento. Os mais utilizados são os hierárquicos e os não hierárquicos (ou *k-means*).

- Algoritmo hierárquico

No algoritmo hierárquico o procedimento é estabelecido através de hierarquia entre os sujeitos e os grupos, podendo ser dividido em dois tipos: os procedimentos hierárquicos aglomerativos e os divisivos. No primeiro, escolhe-se uma medida de similaridade e os agrupamentos formam-se com a junção de pares de casos mais próximos, em etapas sucessivas até que todos os dados pertençam a um único grupo (PESTANA E GAGEIRO, 2003). Os métodos mais comuns são: Menor distância (*Single Linkage*); Maior distância (*Complete Linkage*); Distância Média (*Between Groups*); Centróide; e Ward. Já no procedimento hierárquico divisivo, a partir do agregado das observações vão sendo formados novos grupos com a desagregação das observações mais distantes, em diversas etapas até que cada observação se torne um grupo isolado.

- Algoritmo não hierárquico

O algoritmo não hierárquico é frequentemente referidos como *K-means clustering* e, para atribuir as observações individuais a um dos grupos, usam uma das seguintes abordagens: *Sequential threshold*; *Parallel threshold*; e *Optimization* (CORRAR et al., p. 348, 2007). Em tal algoritmo, o número de agrupamentos é definido inicialmente pelo próprio pesquisador. Segundo Fávero *et al.*, o critério de distância para a formação dos grupos é a distância euclidiana. E, no processo de formação dos grupos, o pesquisador pode fornecer

informações sobre os centróides, ou pontos de sementes iniciais de agrupamento e, a partir desses, são formados os *clusters*.

- d) Na quarta etapa deve-se escolher a quantidade de agrupamentos formados. Como exposto, o algoritmo hierárquico fornece várias soluções de agrupamento, dessa forma, a escolha da quantidade ideal de agrupamentos fica a cargo do pesquisador. Algumas estatísticas utilizadas para determinar o número de agrupamentos são o *Root-mean-square standard deviation*, *Semipartial R-square*, *R-square*, *Distance between two clusters*;
- e) E na quinta etapa é feita a validação e definição de perfis dos grupos. Fávero et al. (2009) sugerem empregar mais de uma medida de similaridade para, assim, avaliar a consistência dos diferentes resultados. Deve-se, também verificar a dimensão de cada agrupamento, pois, este pode evidenciar a existência de *outliers*.

### 4.3 Procedimento Adotado

Seguindo as etapas da Análise de Conglomerados descrita por Fávero et al. (2009), na primeira etapa foram selecionadas vinte e quatro variáveis distribuídas em sete funções e níveis tecnológicos. Quando da existência de mais de uma variável para o mesmo nível tecnológico, utilizou-se a moda como medida de tal nível. Ainda na primeira etapa, foi definido o objetivo exploratório e, também, confirmatório através da descrição taxonômica dos dados. Não havendo a constatação de *outliers* partiu-se para a segunda etapa.

Nessa etapa foi necessário selecionar uma medida de similaridade. Visto que as variáveis aqui utilizadas são categóricas, definidas em escala ordinal, o tratamento de dados foi realizado através da transformação das variáveis categóricas em variáveis fictícias, como sugerido por Bassab et al. (1990). Assim, segundo os esses autores, cada possível realização (escala 1 a 5) é transformada em uma variável binária, de acordo com a ocorrência ou não daquele particular atributo, porém devendo-se introduzir a questão da ordem das escalas. Posto de outro modo, foram criadas cinco variáveis binárias:

Escala 1 (1, 0, 0, 0, 0)

Escala 2 (1, 1, 0, 0, 0)

Escala 3 (1, 1, 1, 0, 0)

Escala 4 (1, 1, 1, 1, 0)

Escala 5 (1, 1, 1, 1, 1)

Visto que as variáveis ordinais são transformadas em variáveis dicotômicas, torna-se possível utilizar os coeficientes de semelhança para variáveis binárias. Segundo Fávero et al. (2009), utiliza-se medidas de associação para representar as similaridades quando as variáveis tratadas são nominais, baseando-se em tabelas de contingência. Assim, a presença de determinada característica assume o valor 1 e assume o valor zero na ausência, conforme a tabela a seguir:

**Tabela 3 – Tabela de Contingência**

		Indivíduo <i>j</i>		
		1	0	Total
Indivíduo <i>i</i>	1	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a+b</i>
	0	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>c+d</i>
Total		<i>a+c</i>	<i>b+d</i>	<i>p = a + b + c + d</i>

Fonte: Fávero et al. (2009)

Onde:

- *i* e *j* são dois indivíduos caracterizados por *p* variáveis nominais dicotômicas (binárias);
- *a* representa o número de características presentes em ambos os indivíduos;
- *b* representa o número de características presentes no indivíduo *i* e ausente no indivíduo *j*;
- *c* representa o número de características ausente no indivíduo *i* e presente no indivíduo *j*;
- *d* represente a ausência das características em ambos os indivíduos.

Assim, o critério de parença, ou de similaridade, escolhido foi o de Jaccard para semelhança entre dois indivíduos:  $S_{ij} = a/(a + b + c + d)$ .

Passando para a terceira etapa, escolheu-se o algoritmo de agrupamento hierárquico com o método de Menor Distância ou Ligação Individual (*Single Linkage* ou *Nearest Neighbor*). De acordo com Corrar et al. (2007), este procedimento é baseado na distância mínima. “Ele encontra os dois objetos separados pela menor distância e os coloca no primeiro grupo. Então, a próxima menor distância é encontrada e o terceiro objeto é reunido com os dois primeiros para formar um grupo ou um novo grupo de dois membros é formado. O processo continua até que todos os objetos estejam em um grupo” (CORRAR et al. p. 346, 2007).

Na quarta etapa, a quantidade de agrupamentos foi selecionada de acordo com o exame do dendrograma gerado e do esquema aglomerativo. De acordo com Fávero et al. (2009), em análise de conglomerados não existe de fato um procedimento padrão para estabelecer um número adequado de grupos. Já de acordo com Corrar et al. (2007), os pesquisadores devem desenvolver critérios e guias para isso. E, assim, afirmam que “um tipo de regra de parada relativamente simples é examinar alguma medida de similaridade ou distância entre os grupos a cada passo sucessivo, com a solução sendo definida quando a medida de similaridade exceder a um valor especificado ou quando os sucessivos valores entre os passos tiverem uma súbita elevação” (CORRAR et al. p. 352, 2007).

E na última etapa foi realizada a interpretação dos resultados através do exame de cada grupo buscando além da identificação dos grupos confirmar que os maiores agrupamentos são constituídos por usinas de níveis básicos e intermediários de capacitações tecnológicas, devido ao conhecimento empírico sobre o setor na região Nordeste.

É importante destacar que, nesta dissertação, a aplicação da análise de conglomerados foi realizada a cada uma das funções de capacitação tecnológica objetivando captar a estrutura dos dados de um modo mais específico, identificando em quais funções o setor encontra-se mais avançado tecnologicamente e em quais devem investir mais no desenvolvimento das capacitações tecnológicas.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 A Matriz de Capacitações Tecnológicas do Setor Sucroenergético do Nordeste

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 email só foi possível com sessenta e uma delas, pois, algumas foram desativadas ou encontram-se temporariamente fora de operação. Desse modo, assume-se que 61 unidades encontram-se efetivamente em operação. Dessas, 33 responderam a pesquisa, correspondendo a uma amostra de 54%. 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.

O Quadro 4 apresenta os percentuais de ocorrências das funções presentes na Matriz de Capacidade Tecnológica para o Nordeste.

**Quadro 4 – Capacidades tecnológicas do setor sucroenergético do Nordeste 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: Autora, 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 já era esperado, 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.

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 apenas 21% possuem capacidades avançadas (venda de pacotes tecnológicos ou licenciamento de tecnologia para terceiros).

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, característica que não está presente na agroindústria sucroalcooleira nordestina.

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.

## **5.2 Análise de Conglomerados por Funções de Capacitação Tecnológica**

Os resultados apresentados no Quadro 4 foram obtidos mediante o percentual de respostas favoráveis ou desfavoráveis para a existência das capacidades tecnológicas nas unidades produtivas. Porém, como as respostas ao questionário foram dadas em escalas ordinais, variando de 1 a 5, é possível observar, também, a frequência com que as atividades de capacitação tecnológica são realizadas na usina/destilaria. Desse modo, as atividades podem ser realizadas eventualmente (escala 1), rotineiramente (escala 5) ou em intervalos de tempo entre a escala 1 e 5.

Portanto, para a aplicação da análise de conglomerados, ou análise de *cluster*, os dados estão descritos em escala, isto é, as usinas são agrupadas de acordo com a frequência com que realizam a capacitação tecnológica.

### 5.2.1 Investimento

#### a) Investimento Inicial

Nesta primeira aplicação da análise de conglomerados, o objetivo é agrupar as usinas/destilarias segundo suas capacitações tecnológicas nos níveis básico e intermediário no âmbito de Investimento inicial. Dessa forma, foram utilizadas duas variáveis: a frequência com que a empresa realiza os estudos de viabilidade técnica-econômica (nível básico) e a frequência com que a empresa realiza a negociação de contratos com fornecedores e se existe conhecimento prévio de quem são esses fornecedores e seus produtos/serviços (nível intermediário). Seguindo a matriz de Lall (1992), e também Shikida et al. (2010), a função de investimento no perfil inicial não é desagregada no nível avançado.

Procedendo ao método de *cluster*, com base no esquema aglomerativo do Quadro 5, vide apêndice, foi possível observar a adequação de nove *clusters*, visto que do nível 24 ao nível 25, a distância altera-se substancialmente. A definição de nove *clusters* também pode ser observada no dendrograma apresentado na Figura 6.

*Cluster 1*(3): 1, 5, 18;

*Cluster 2* (18): 2, 3, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 19, 20, 21, 24, 26, 29, 30, 32, 33;

*Cluster 3* (3): 4, 17, 27;

*Cluster 4* (2): 8, 28;

*Cluster 5* (2): 11, 22;

*Cluster 6* (2): 15, 25;

*Cluster 7* (1): 16;

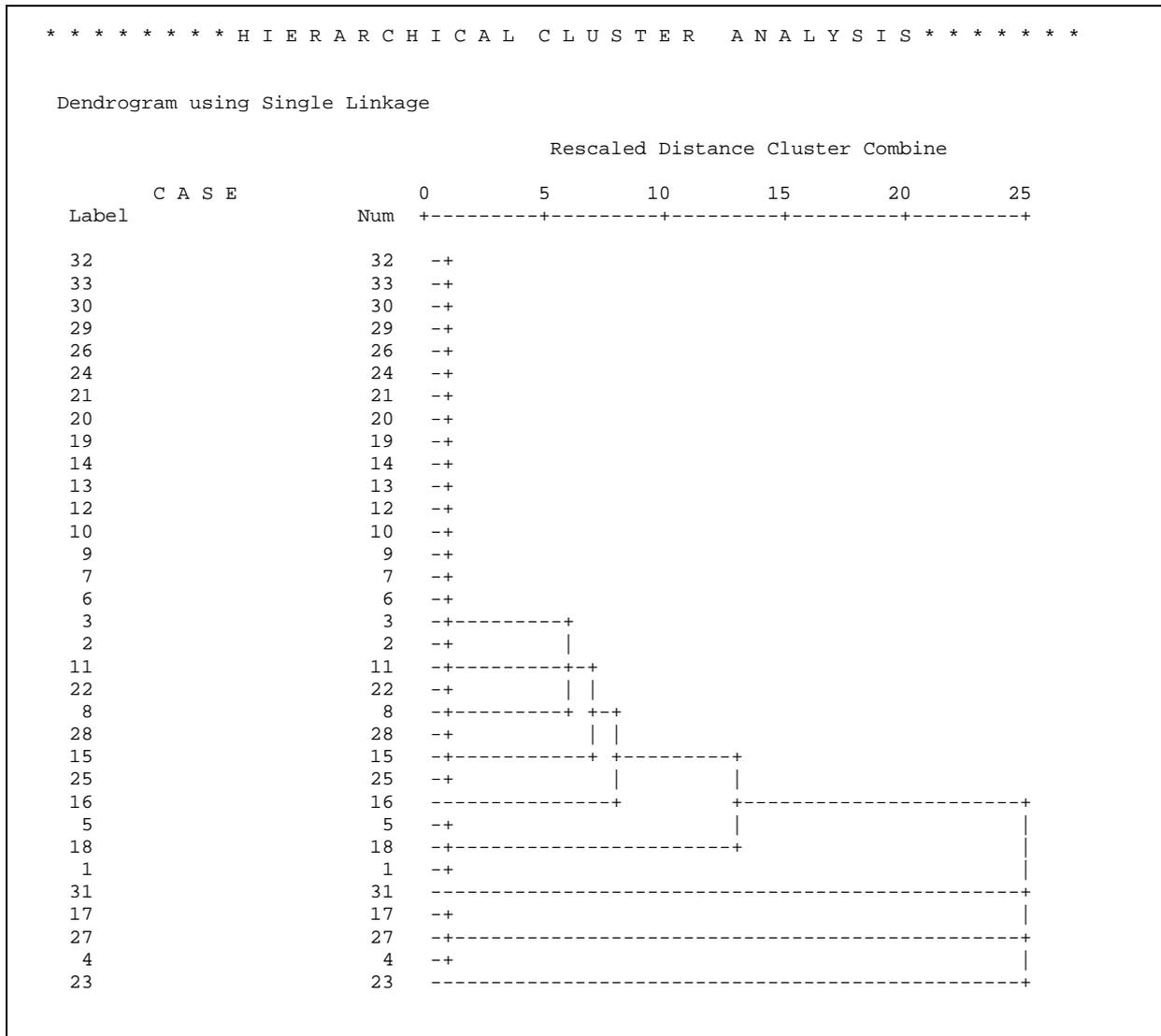
*Cluster 8* (1): 23;

*Cluster 9* (1): 31.

A maior parte das unidades produtoras foram agrupadas no *cluster 2*, composto por 18 usinas. A característica desse agrupamento é a alta capacitação tecnológica tanto no nível básico quanto no intermediário, isto é, 18 usinas responderam que em todos os investimentos realizam os estudos de viabilidade técnica-econômica e negociam os contratos com fornecedores (valor 5 na escala para o nível básico e intermediário).

Tal resultado vai ao encontro das expectativas pois, como exposto, na agroindústria canavieira, a existência de capacitação tecnológica para a realização de investimentos iniciais é perfeitamente esperado devido ao volume de capital demandado para tais investimentos e, assim, necessitam de um minucioso plano de investimento.

**Figura 6 – Dendrograma - Perfil Investimento Inicial**



Fonte: Output do SPSS

### b) Execução de Projeto

No âmbito da execução de projetos, buscou-se agrupar as empresas nos três níveis de capacitação tecnológica, assim, na presente função foram utilizadas três variáveis: 1) a frequência com que a empresa realiza a construção de plantas (nível básico); 2) o desenho e fabricação dos equipamentos pela própria empresa (nível avançado); 3) como no questionário há três variáveis para o nível intermediário, optou-se por utilizar a moda destas como a variável. Dessa forma, quatro usinas foram excluídas da amostra por apresentarem diferentes valores para as três variáveis.

Com base no esquema aglomerativo exposto no Quadro 07 e no dendrograma presente na Figura 07 são definidos 14 agrupamentos, no entanto, a maior parte desses é constituída por uma única empresa. Assim, para o propósito desta dissertação, optou-se por utilizar 7 grupos reduzindo, assim, o número daqueles compostos por apenas uma usina.

*Cluster 1(2): 1, 2;*

*Cluster 2 (5): 3, 8, 21, 28, 32;*

*Cluster 3 (16): 6, 9, 11,12, 14, 16, 18, 19, 20, 22 ,23, 24, 25, 29, 30, 33;*

*Cluster 4 (1): 13;*

*Cluster 5 (1): 15;*

*Cluster 6 (1): 17;*

*Cluster 7 (1): 26.*

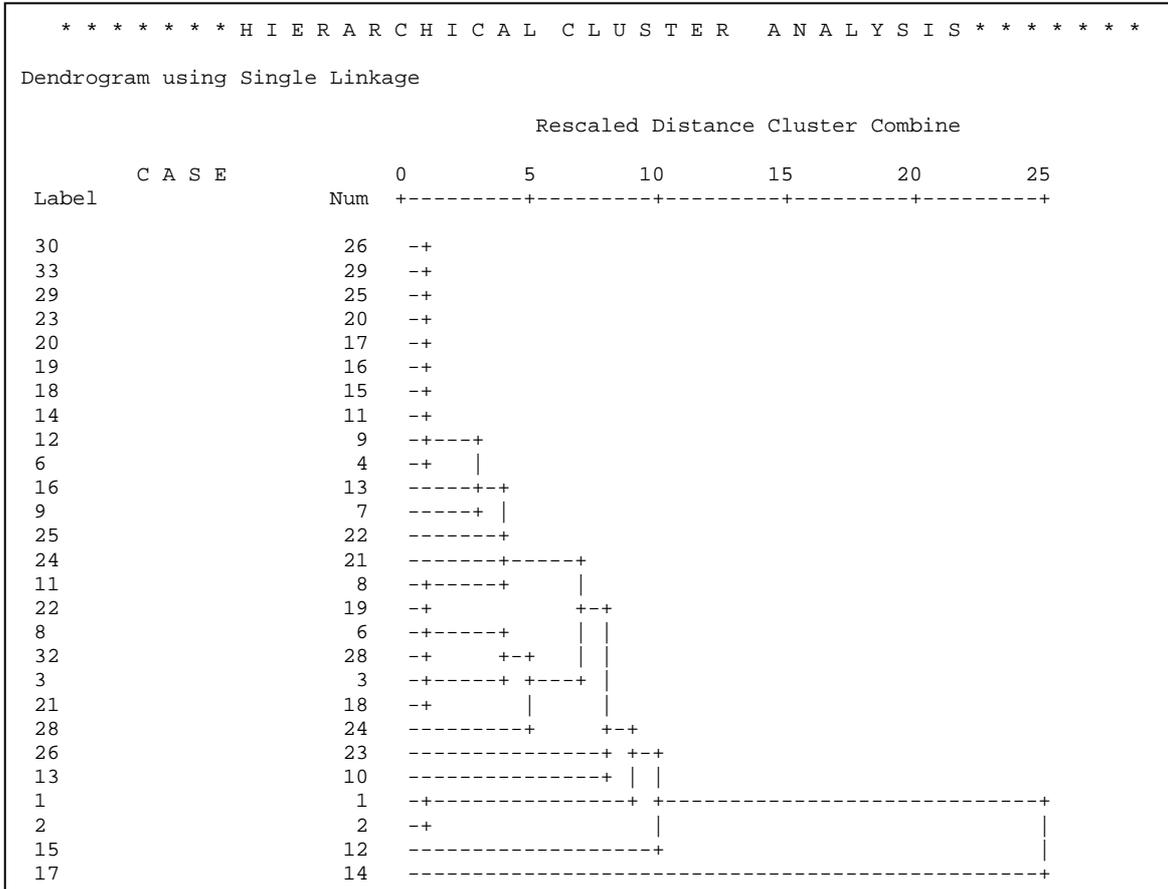
O maior número de usinas foi agrupado no *cluster 3*, caracterizado pela alta capacitação nos três níveis de intensidade. Neste, 16 usinas responderam que em todos os investimentos – ou em todos os investimentos grandes e em alguns pequenos – realizam a construção de plantas (nível básico), a seleção do melhor fornecedor de equipamentos, os projetos de engenharia, o recrutamento e treinamento de pessoal qualificado para executar este projeto (nível intermediário) e, também realizam o desenho e fabricação dos equipamentos (nível avançado).

Como é de conhecimento geral, no âmbito da execução de projetos, a agroindústria canavieira apresenta forte relação com fornecedores de bens de capital, responsáveis pela construção de plantas, de máquinas e de equipamentos, todos adaptados ao perfil da usina – seu tamanho, capacidade de moagem, a sua localização, etc. Dessa forma, aqui são identificadas algumas das fontes de diferenciação sugeridas por Dosi (1988) como alguns dos modos básicos de avanço tecnológico: as externalidades internalizadas em cada firma, associadas ao processo de *learning by using*, além da adoção de inovações desenvolvidas por outras indústrias e incorporadas no equipamento de capital e nos insumos intermediários. Da mesma forma, como colocado por Bell e Pavitt (1995), não é a simples aquisição da tecnologia incorporada nos equipamentos que provoca o aumento da eficiência dinâmica sustentada mas, principalmente, da internalização do conhecimento pela própria firma, como, por exemplo, através da força de trabalho altamente capacitada.

No nível avançado, porém, sabe-se que as empresas do setor sucroalcooleiro dependem, em sua maioria, dos equipamentos advindos de fornecedores. Assim, as respostas

fornecidas a essa questão podem está relacionadas ao desenho e fabricação dos equipamentos feitos por empresas a jusante das usinas, como colocado por Shikida et al. (2005).

**Figura 7 – Dendrograma - Perfil Execução de Projetos**



Fonte: Output do SPSS

### 5.2.2 Operação/Produção

#### a) Engenharia de Processo

Na presente função objetiva-se agrupar as usinas segundo os valores da escala de frequência atribuídos a três variáveis: a) nível básico (controle de qualidade, levantamento e análise dos problemas, manutenção preventiva, capacitação no uso da tecnologia utilizada na empresa); b) nível intermediário (política de redução de custos, modificação de novas tecnologias de processo e adaptação de processo ao novo produto, a política de melhoria na qualidade dos produtos).

Como exposto, na função de operação/produção nos perfis de engenharia de processo e de produto não é computado o nível avançado, visto que não há laboratórios de Pesquisa e Desenvolvimento nas usinas e destilarias do Nordeste. Desse modo, nesta e na próxima análise de conglomerados as usinas são agrupadas por níveis básicos e intermediários, não possuindo capacitações tecnológicas para o nível avançado.

Como base no dendrograma, Figura 8, e no esquema aglomerativo do Quadro 9, observou-se a formação de cinco agrupamentos:

- Cluster 1* (22): 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 30, 33;
- Cluster 2* (7): 6, 13, 16, 18, 29, 31, 32;
- Cluster 3* (2): 23, 27;
- Cluster 4* (1): 25;
- Cluster 5* (1): 28.

Procedendo a análise, no âmbito de engenharia de processo, o maior *cluster* reuniu vinte e duas usinas. Estas responderam que diariamente realizam o controle de qualidade, o levantamento e análise dos problemas, a manutenção preventiva e a capacitação no uso da tecnologia utilizada na empresa (valor 5 na escala para o nível básico). Responderam, também, que a cada safra realizam a política de redução de custos, a modificação de novas tecnologias de processo e adaptação de processo ao novo produto, além de realizar a política de melhoria na qualidade dos produtos (valor 5 na escala para o nível intermediário). No *cluster 2*, sete usinas apresentam capacidades tecnológicas no nível básico e intermediário, porém, diferenciam-se do primeiro *cluster* por realizarem semanalmente as tarefas contidas no nível básico.

Desse modo, observou-se que a agroindústria canavieira nordestina possui alta capacitação tecnológica nos níveis básico e intermediário do perfil engenharia de processo que, segundo Shikida et al. (2010), tem como foco a análise dos processos da organização. Isso vai ao encontro das expectativas, visto que, as usinas buscam a redução de seus custos de produção como fonte de competitividade.

É importante destacar que as capacidades tecnológicas presentes em cada usina são reflexos de decisões tomadas no passado. No caso do setor sucroenergético, a busca por

capacitação no âmbito da engenharia de processo foi intensificada, em grande medida, pelo novo ambiente institucional gerado pela desregulamentação do setor. Pois, até então as usinas nordestinas contavam com o mecanismo de equalização dos custos de produção, ou seja,

[...] a diferença de custo entre os produtores do Nordeste e do Centro-Sul seria coberta pelos subsídios originários da contribuição sobre a produção nacional de açúcar, transferidos pelo governo com o objetivo de proteger as regiões potencialmente menos competitivas, como a nordestina (CARVALHO, 2009, p. 23).

Segundo Rosário (2009) a “taxa de equalização de custos” foi suspensa em 2001 pelo governo federal. Assim, a extinção desse mecanismo agiu no sentido de inviabilizar a permanência no mercado das firmas que operavam com elevados custos. Aquelas que conseguiram permanecer viram-se obrigadas a desenvolver estratégias competitivas como os mecanismos de redução de custos e, assim, passaram a investir em engenharia de processo buscando, do mesmo modo, auferir maiores vantagens competitivas.



*Cluster 4 (1): 4;*  
*Cluster 5 (3): 6, 7, 19;*  
*Cluster 6 (6): 9, 15, 28, 29, 31, 32;*  
*Cluster 7 (10): 12, 13, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 27, 33;*  
*Cluster 8 (2): 17, 24.*

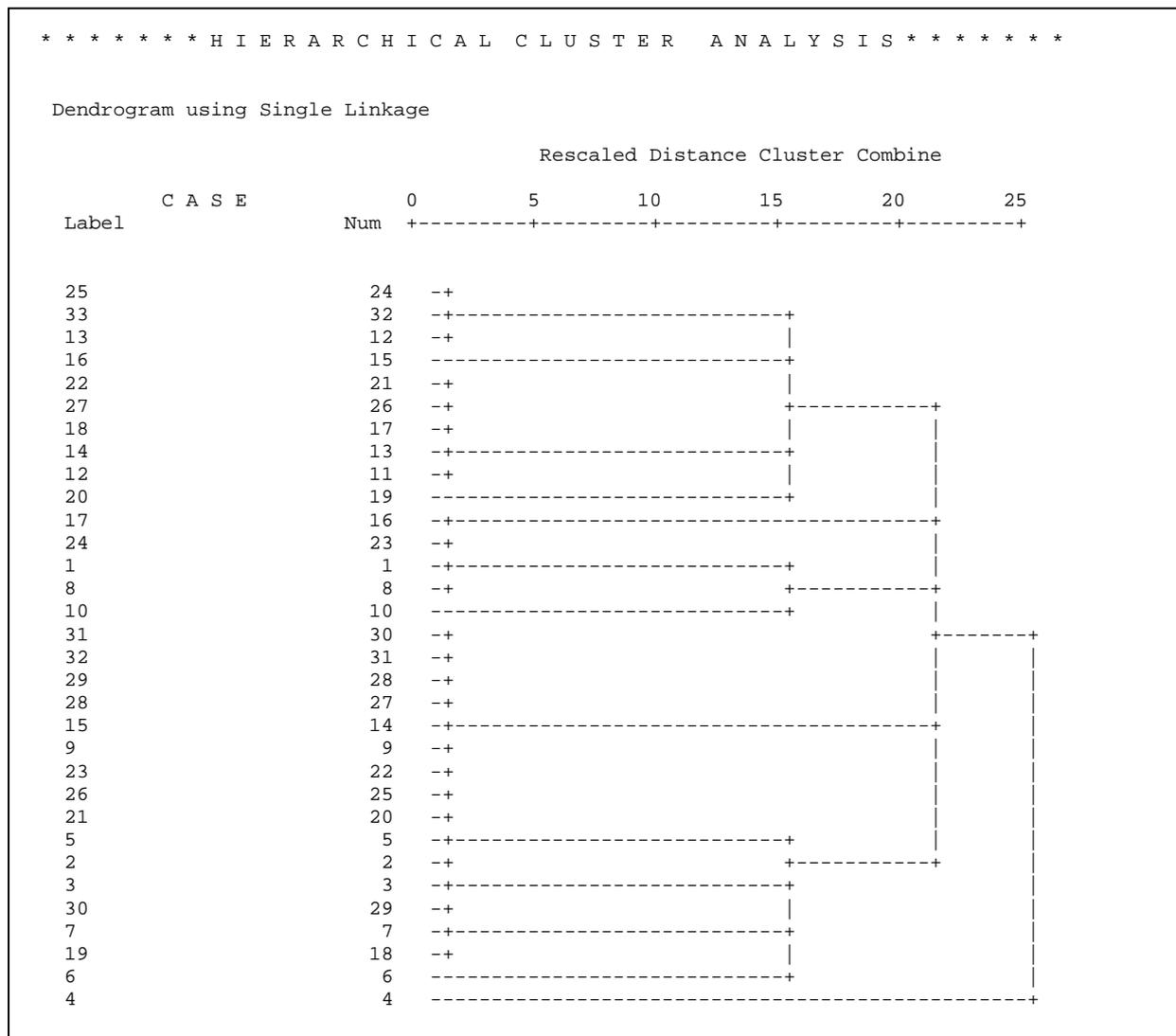
Nesta função as usinas encontram-se relativamente bem distribuídas não revelando, contudo, uma estrutura bem definida para o setor. O *cluster 2*, por exemplo, possui cinco usinas que afirmaram que eventualmente fazem engenharia reversa mas nunca realizou modificações em produtos adquiridos por licenciamento, isto é, atribuíram escala 2 para o nível básico e escala 1 para o nível intermediário. O *cluster 6* possui seis usinas que não possuem capacitações tecnológicas básicas nem avançadas para a função de engenharia de produto. Por outro lado, o *cluster 7* agrupou dez empresas que possuem capacitações para ambos os níveis. Estas responderam que com frequência, ou rotineiramente, realizam a engenharia reversa ou a modificação de produtos adquiridos por licenciamento.

Como exposto no Quadro 6, na função Produção/Operação, o âmbito de engenharia de produto apresentou os menores percentuais de capacitação tecnológica. De acordo com Shikida et al. (2010), este fato está relacionado com a maior possibilidade de ganhos com a redução de custos ao invés da diferenciação dos principais produtos da agroindústria canavieira, o açúcar e o álcool.

Isso acontece devido às melhorias no processo de produção e não da diferenciação de produto, dada as características da demanda (que se fundamenta em características intrínsecas e objetivas desses produtos). Dessa forma, em decorrência da homogeneidade das *commodities* açúcar e álcool, é incomum a concorrência por diferenciação de produtos na indústria canavieira. (SHIKIDA et al. 2010, p. 265).

Da mesma forma, a baixa capacitação em engenharia de produto indica que as usinas nordestinas apresentam pouca diversificação produtiva, revelando o seu atraso em relação a agroindústria canavieira no Centro-Sul. Pois, de acordo com Vian (2003), após a desregulamentação setorial as usinas do Centro-Sul têm gerado profundas reformulações com estratégias de diferenciação, uso de subprodutos e diversificação produtivas. Como estratégias de diferenciação de produto, Vian (2003) aponta que as usinas aumentaram o valor agregado dos seus produtos, atenderam melhor os clientes e se tornaram prestadoras de serviços.

**Figura 9 – Dendrograma – Perfil Engenharia de Produto**



Fonte: Output do SPSS

### c) Gestão Industrial

No perfil de Gestão Industrial objetiva-se agrupar as usinas segundo a frequência com que realizam o controle das etapas do processo (nível básico), o monitoramento do índices de produtividade de cada etapa do processo produtivo e a coordenação melhorada (nível intermediário) e a venda de tecnologia própria e licenciamento dessa tecnologia para terceiros (nível avançado).

Com a aplicação da análise de conglomerados foi gerado o dendrograma da Figura 10, neste observou-se a adequação de dez agrupamentos das usinas, da mesma forma que no esquema aglomerativo, Quadro 13.

*Cluster 1* (19): 1, 2, 3, 5, 7, 8, 11, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 27, 28, 29, 30, 33;

*Cluster 2* (3): 4, 16, 26;

*Cluster 3* (2): 6, 18;

*Cluster 4* (1): 9;

*Cluster 5* (3): 10, 12, 23;

*Cluster 6* (1): 17;

*Cluster 7* (1): 24;

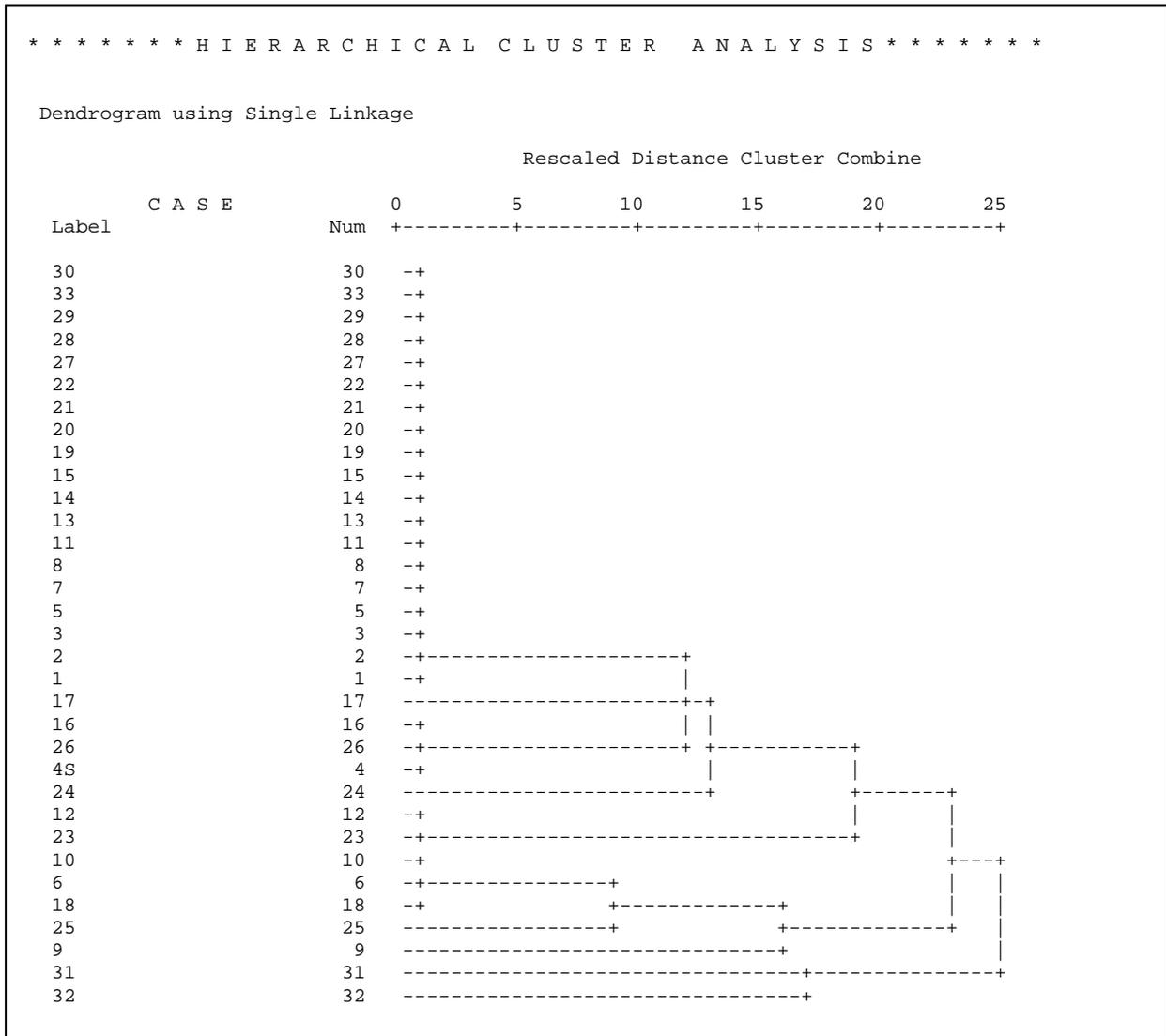
*Cluster 8* (1): 25;

*Cluster 9* (1): 31;

*Cluster 10* (1): 32.

O maior agrupamento compreende dezenove usinas, *cluster 1*, que representa uma estrutura de dados com valor 5 na escala de frequência tanto para o nível básico quanto para o nível intermediário da capacitação tecnológica. Porém as usinas de tal agrupamento não possuem capacitação tecnológica para o nível avançado. Em outras palavras, a maior parte das usinas responderam que diariamente realizam o controle das etapas dos processos e o monitoramento dos índices de produtividade de cada etapa do processo produtivo, além da coordenação melhorada, porém não realizam a venda de tecnologia própria e licenciamento de tecnologia para terceiros.

**Figura 10 – Dendrograma – Gestão Industrial**



Fonte: Output do SPSS

### 5.2.3 Inovação

Ao contrário das funções anteriores, no âmbito de inovação as variáveis são categóricas binárias, isto é, as variáveis assumem o valor 1 quando da presença da capacitação tecnológica no perfil de inovação, e 0 quando da ausência, além disso, o critério de dissimilaridade utilizado foi a distância euclidiana. E, da mesma forma que no perfil

Engenharia de Processo e Engenharia de Produto, nesta função não foi considerado o nível avançado.

As variáveis utilizadas foram: a) nível básico (se a usina possui o conhecimento necessário para utilizar todos os processos da tecnologia produtiva utilizada na empresa); e b) nível intermediário (se possui os conhecimentos científicos, pessoal qualificado para desenvolver e algum direcionamento para P&D).

Os resultados apresentados no esquema de aglomeração do Quadro 15 e na Figura 11 sugerem a existência de quatro agrupamentos.

*Cluster 1*(13): 1, 3, 4, 11, 15, 17, 21, 23, 24, 26, 27, 28, 33;

*Cluster 2* (17): 2, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 19, 20, 22, 25, 30, 31, 32;

*Cluster 3* (2): 7, 29;

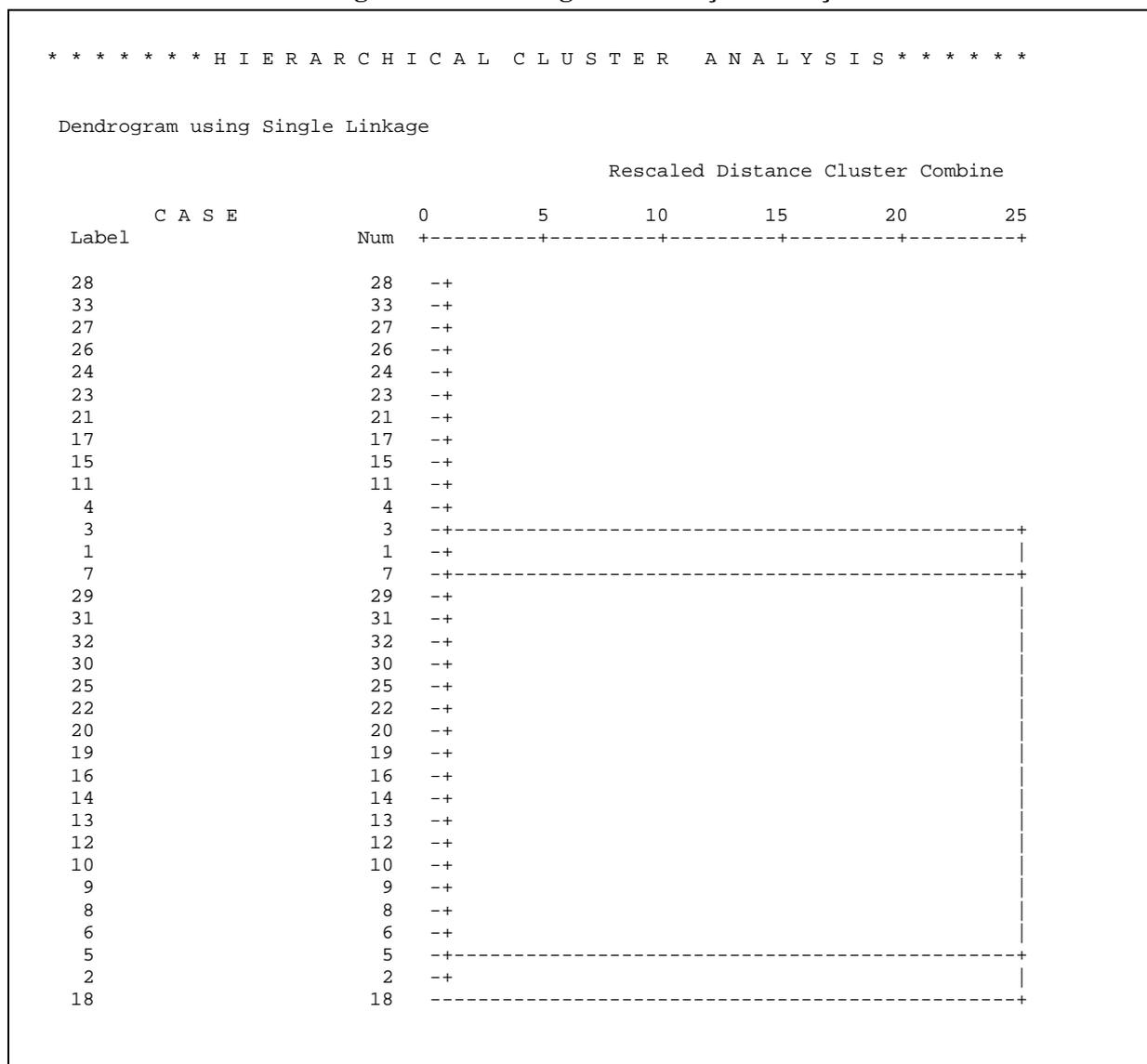
*Cluster 4* (1): 18.

No primeiro *cluster* estão inseridas treze usinas/destilarias. Tal agrupamento é caracterizado pela existência de capacitações tecnológicas apenas no nível básico. Isso indica que tais empresas possuem o conhecimento mínimo sobre a tecnologia em uso, necessária para manterem-se no mercado, porém, não procuram criar e deter novas tecnologias por não apresentarem forte aparato de Pesquisa e Desenvolvimento dentro da própria usina.

O maior agrupamento, *Cluster 2*, com dezessete empresas, tem como estrutura a existência tanto das capacitações básicas quanto intermediárias.

O primeiro agrupamento revela a frágil interação entre as dimensões presentes no processo de capacitação tecnológica, visto que não há pessoal qualificado, com o conhecimento científico necessário para desenvolver P&D (dimensão capital humano). Nota-se nesta função que as empresas nordestinas estão concentradas na aplicação das tecnologias vigentes e facilmente transferíveis. Porém, como colocado por Bell & Pavitt (1995), o processo de inovação, e também de operação das tecnologias vigentes, requerem acumulação de experiências.

**Figura 11 – Dendrograma - Função Inovação**



Fonte: Output do SPSS

#### 5.2.4 Relações com a Economia

A aplicação da análise de conglomerado ao âmbito de relações com a economia utilizou três variáveis: a) a cooperação em nível básico (âmbito local e/ou regional); b) cooperação em nível intermediário (de âmbito nacional); c) cooperação em nível avançado (de âmbito nacional e internacional). Os dados coletados são qualitativos binários e o critério

de similaridade utilizado foi a distância euclidiana, assim como na função de inovação. Como pode ser observado na Figura 12, cinco *cluster* demonstram a estrutura dos dados.

*Cluster 1*(9): 1, 5, 7, 11, 19, 21, 24, 26, 29;  
*Cluster 2* (9): 2, 8, 10, 12, 14, 16, 23, 28, 30;  
*Cluster 3* (6): 3, 6, 18, 22, 25, 33;  
*Cluster 4* (4): 4, 13, 20, 27;  
*Cluster 5* (5): 9, 15, 17, 31, 32.

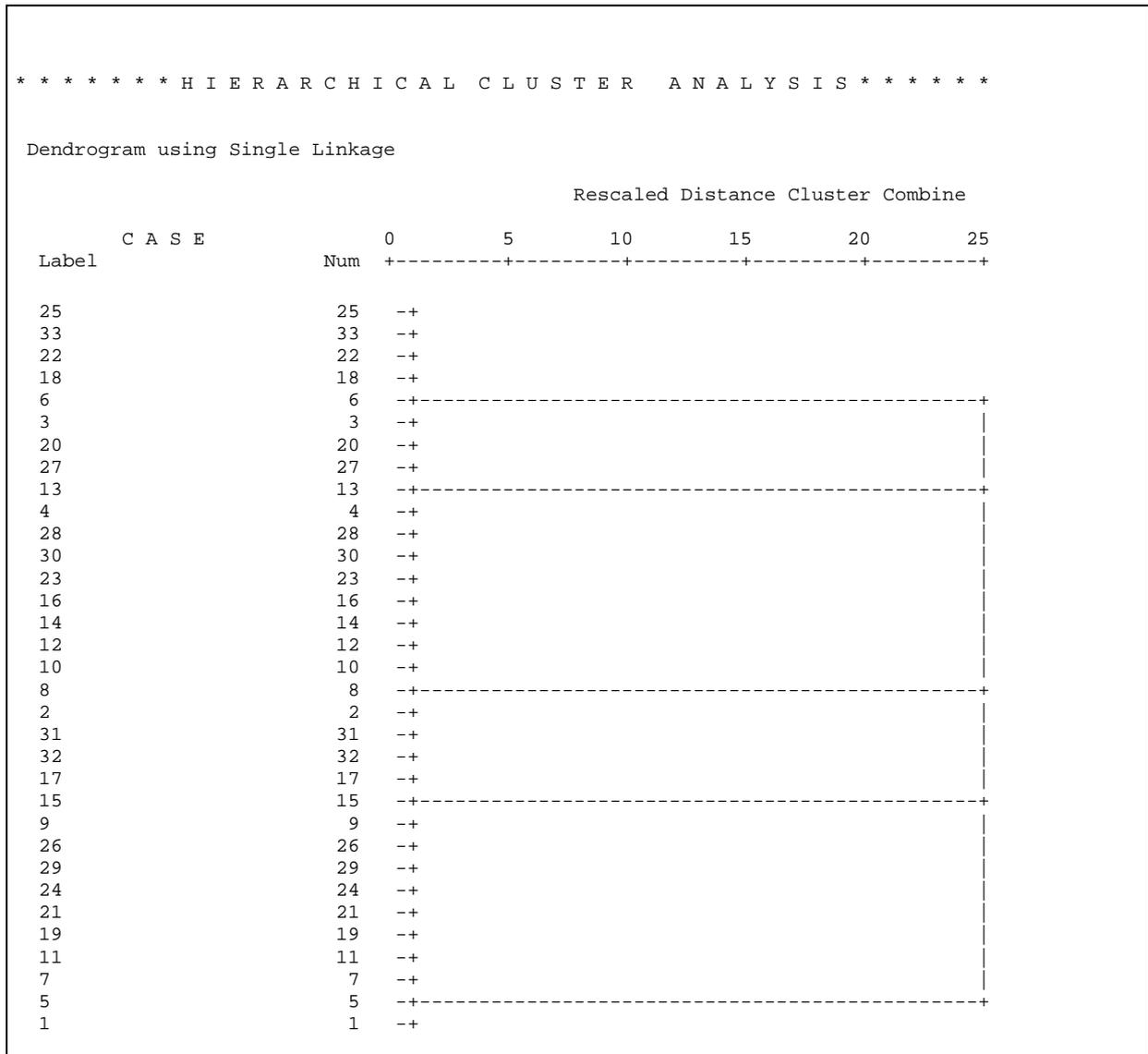
O primeiro *cluster* contém nove usinas. Tal agrupamento é caracterizado pela existência de capacitações tecnológicas no nível básico, porém inexistem capacitações nos níveis intermediário e avançado. Posto de outra forma, as usinas agrupada no *cluster 1* realizam somente cooperação/aliança e/ou afiliações em nível básico (associação patronal de classes etc., de âmbito local e/ou regional).

No *cluster 2* também foram agrupadas nove usinas, porém, sua estrutura é caracterizada pela presença de capacitações nos níveis básico e intermediário e ausência no nível avançado, ou seja, realizam cooperação a nível regional e nacional, porém não realizam cooperações a nível internacional.

Já o *cluster 3*, com seis usinas, é caracterizado pela existência de capacitações nos três níveis. Tais usinas responderam que além de realizarem cooperação no nível local e/ou regional, realizam projetos com clientes e fornecedores, têm ligações com instituições de Ciência e Tecnologia e cooperação no âmbito nacional (nível intermediário). Além disso, afirmaram que realizam P&D cooperativo e pelo menos uma vez já realizaram a venda de pacotes tecnológicos ou licenciamento de tecnologia para terceiros e, também, cooperações de âmbito nacional e internacional (nível avançado).

Agrupando quatro usinas/destilarias, o *cluster 4* é caracterizado pela presença de capacitações somente em nível intermediário e, por sua vez, o *cluster 5* é constituído por cinco usinas que responderam não possuir capacitações tecnológicas para a função de relação com a economia.

**Figura 12 – Dendrograma - Função Relação com a Economia**



Fonte: Output do SPSS

Mais uma vez, foi revelado a baixa capacitação para o nível avançado, com poucas evidências quanto a cooperação entre uma usina individual e o desenvolvimento da P&D própria para aquela usina. Uma informação conflitante é que apareceu como pouco evidente a relação desses empresários com organizações de pressão política em nível nacional e internacional, uma vez que é conhecida a capacidade de organização desse setor em nível nacional, a ponto de terem conseguido criar um órgão federal específico para tratar de seus interesses que foi o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA). Desse modo, nota-se a necessidade de articulação das unidades produtivas, tanto na parte agrícola quanto na industrial, com os

sindicatos, governo, instituições financeiras, universidades, fornecedores, pequenos produtores, entre outras entidades, visando não só a manutenção do setor na região mas principalmente a sua modernização.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação 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 objetivos específicos buscou-se: identificar os grupos de firmas com capacitações próximas e assim criar uma taxonomia verificável através da metodologia de análise de conglomerados; analisar as capacitações tecnológicas a partir das suas quatro funções (investimento, produção/operação, inovação e relação com a economia); e identificar a frequência que tais capacitações são utilizadas nas firmas.

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.

Resultados similares foram obtidos com a aplicação da Análise de Conglomerados. No âmbito da função investimento, a maior parte das usinas respondeu que possui capacitações em ambos os níveis, ou seja, em todos os investimentos realizam os estudos de viabilidade técnico-econômico, os cronogramas de investimentos e a negociação de contratos com fornecedores, existindo conhecimento prévio de quem são esses fornecedores. Já no âmbito de execução de projetos, 52% das usinas possuem alta capacitação tecnológica nos três níveis de intensidade.

Aplicando a Análise de conglomerados para a função Operação/Produção no âmbito de Engenharia de Processo, foi constatado que as usinas/destilarias da região Nordeste são capacitadas nos níveis básico e intermediário, porém não possuem inovações próprias em departamento de P&D, sinalizando ausência do nível avançado desse tipo de capacitação. Para a função Engenharia de Produto foram formados oito agrupamentos, porém apenas três deles abrigaram a maior parte das usinas. No *cluster 2*, formado por cinco usinas, a estrutura é de baixa capacitação em ambos os níveis, ou seja, não realizam ou realizam eventualmente a engenharia reversa e a modificação nos produtos adquiridos por licenciamento. Já o *cluster 6* possui seis usinas que não possuem capacitações tecnológicas básicas nem avançadas para a função de engenharia de produto. O maior *cluster*, contudo, agrupou dez empresas que possuem capacitações para ambos os níveis. Em outras palavras, dez usinas responderam que com frequência, ou rotineiramente, realizam a engenharia reversa ou a modificação de produtos adquiridos por licenciamento.

Para a função Inovação, a Análise de *Cluster* revelou que a maior parte das usinas possui o conhecimento necessário para utilizar a tecnologia produtiva por ela adquirida, mas não possui capacidades para desenvolver tecnologia própria, uma vez que a P&D dessas empresas é realizado por meio de parcerias com terceiros, sejam universidades federais (RIDESA), consultorias independentes, cooperativas ou fornecedores de máquinas e equipamentos.

Na última função, a Relação com a Economia, não foi encontrada uma estrutura bem definida, pois as usinas encontram-se bem distribuídas nos cinco *clusters* formados. Porém, mais uma vez, foi revelada a baixa capacitação para o nível avançado, com poucas evidências quanto a cooperação entre uma usina individual e o desenvolvimento da P&D própria para

aquela usina. Uma informação conflitante é que apareceu como pouco evidente a relação desses empresários com organizações de pressão política em nível nacional e internacional, uma vez que é conhecida a capacidade de organização desse setor em nível nacional, a ponto de terem conseguido criar um órgão federal específico para tratar de seus interesses que foi o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA).

Em suma, a aplicação empírica do referencial de capacitações tecnológicas, juntamente com a metodologia de análise de conglomerados, 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

- ANJOS, K. P. LAGES, A. M. G. Desregulamentação e migração da cana-de-açúcar em Alagoas. *Revista de Política Agrícola*. Ano XIX, n. 3, p. 83-94, 2010.
- BARROS, G. S. C. MORAES, M. A. F. A Desregulamentação do Setor Sucroalcooleiro. *Revista de Economia Política*. Vol. 22, nº 2, 2002.
- BASSAB, W. O. MIAZAKI, E. S. ANDRADE, D. F. Introdução à Análise de Agrupamentos. Associação Brasileira de Estatística. 9º Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística. São Paulo, 1990.
- BELL, M. *Technical change in infant industries: a review of the empirical evidence*. Brighton: SPRU, University of Sussex, 1982.
- \_\_\_\_\_. ; 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.
- CARVALHO, C. P. *Análise da reestruturação produtiva da agroindústria sucroalcooleira alagoana*. 3. Ed. Maceió: Edufal, 2009.
- \_\_\_\_\_. Setor sucroalcooleiro de Alagoas: a ultra-especialização como estratégia competitiva (1990/2008). In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2008, Rio Branco. Anais. São Paulo, SOBER, 2008.
- CORRAR, Luiz J. PAULO, Edilson. FILHO, José Maria D. (coord.) *Análise Multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia*. São Paulo. Atlas, 2007.
- DAHLMAN, C. J. ROSS-LARSON, B. WESTPHAL, L. E. Managing Technological Development: Lessons from the Newly Industrializing Countries. *World Development*, vol. 15, n. 6, p. 759-775, 1987.
- DOSI, G. Sources, Procedures and Microeconomics Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature*, v. XXVI, Sept. 1988.

FÁVERO, L. P. *et al.* *Análise de Dados: modelagem multivariada para tomada de decisões*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

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.

HERSEN, A. SHIKIDA, P. F. A. *et al.* Concentração na Agroindústria Canavieira Mineira Pós-desregulamentação Setorial. Anais do XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural – SOBER. Rio Branco, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: jan. 2012.

ProCana Brasil, Centro de Informações Sucroenergéticas. JornalCana. Disponível em: <<http://jornalcana.com.br/noticia>>. Acesso em: 07 de jun. de 2012.

KATZ, J. *Importación de tecnología, aprendizaje y industrialización dependiente*. México: Fondo de Cultura Económica, 1976.

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.

PESTANA, M. H. GAGEIRO, J. N. *Análise de dados para Ciências Sociais: a complementaridade do SPSS*. 2003

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.

Sindicato da Indústria do Açúcar e do Alcool no Estado de Alagoas (Sindaçúcar - AL). Referências e estatísticas. Disponível em: < <http://www.sindicucar-al.com.br/>>. Acesso em: jan. 2012.

Sindicato da Indústria do Açúcar e do Alcool no Estado de Pernambuco (Sindaçúcar - PE). Referências e estatísticas. Disponível em: < <http://www.sindicucar.com.br/>>. Acesso em: jan. 2012.

SOUZA, E. C. SHIKIDA, P. F. A. MARTINS, J. P. Uma Análise da Agroindústria Canavieira do Paraná à Guisa da Matriz de Capacidades Tecnológicas. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 3, n. 3, 2005

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO (UNICA). Referência e estatísticas. Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br/portalunica>>. Acesso em: jan. 2012.

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

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

VIDAL, M. F. SANTOS, J. A. N. SANTOS, M. A. Setor Sucroalcooleiro no Nordeste Brasileiro: estruturação da cadeia produtiva, produção e mercado. Anais do XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural – SOBER. Fortaleza, 2006.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – Questionário eletrônico: Matriz de Capacidades Tecnológicas

Disponível em:

<https://docs.google.com/spreadsheet/viewform?formkey=dEM4S3o2Um1ncnktX0t4Q09QUGhmeXc6MQ>

### MATRIZ DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS

Prezado (a) respondente, o presente questionário tem por objetivo identificar o perfil tecnológico do setor sucroenergético do nordeste. Desse modo, as informações obtidas serão utilizadas na minha dissertação de mestrado em economia aplicada da Universidade Federal de Alagoas cujo tema é Capacidades Tecnológicas no Setor Sucroenergético do Nordeste. Desde já agradeço a sua pré-disposição a respondê-lo e informo que os dados aqui obtidos serão tratados no agregado não sendo, portanto, divulgados os nomes das usinas/destilarias entrevistadas. Além do mais, como forma de retribuição, ao final do estudo será enviada uma cópia da dissertação para que possa ter acesso a importante fonte de informação que é o grau de desenvolvimento tecnológico o qual se encontra o setor em que sua empresa atua. Atenciosamente Kellyane Pereira dos Anjos

Nome do respondente \*

Telefone \*

Usina/Destilaria \*

Cargo do respondente \*

#### 1) Quando existe a necessidade de investimentos, com que frequência a sua empresa realiza:

0 - Não realizamos; 1 - Realizamos só em alguns investimentos grandes; 2 - Só em investimentos grandes; 3 - Todos os investimentos grandes e alguns pequenos; 4 - Em todo investimento.

Os estudos de viabilidade técnica-econômica \*

0	1	2	3	4
<input type="radio"/>				

Os cronogramas de investimentos \*

0	1	2	3	4
<input type="radio"/>				

A negociação de contratos com fornecedores e se existe conhecimento prévio de quem são esses fornecedores e seus produtos/serviços \*

0	1	2	3	4
<input type="radio"/>				

#### 2) Quando da execução de um projeto qualquer, com que frequência a sua empresa realiza:

0 - Não realizamos; 1 - Realizamos só em alguns investimentos grandes; 2 - Só em investimentos grandes; 3 - Todos os investimentos grandes e alguns pequenos; 4 - Em todo investimento.

A construção de plantas \*

0 1 2 3 4



A seleção do melhor fornecedor de equipamentos \*

0 1 2 3 4



Os projetos detalhados de engenharia \*

0 1 2 3 4



O recrutamento e treinamento de pessoal qualificado para executar este projeto \*

0 1 2 3 4



O desenho e fabricação dos equipamentos pela própria Usina/Destilaria \*

0 1 2 3 4



### 3) Quando da produção, com que frequência a sua empresa realiza:

0 - Não realizamos; 1 - Anualmente; 2 - Mensalmente; 3 - Semanalmente; 4 - Diariamente.

O controle de qualidade \*

0 1 2 3 4



O levantamento e análise dos problemas \*

0 1 2 3 4



A manutenção preventiva \*

0 1 2 3 4



A capacitação no uso da tecnologia utilizada na empresa \*

0 1 2 3 4



**4) Quando da operação/produção, com que frequência a sua empresa realiza:**

0 - Não realizamos; 1 - A cada cinco safras; 2 - A cada três safras; 3 - A cada duas safras; 4 - A cada safra.

A política de redução de custos \*

0 1 2 3 4



A modificação de novas tecnologias de processo e adaptação de processo ao novo produto \*

0 1 2 3 4



A política de melhoria na qualidade dos produtos \*

0 1 2 3 4



**5) Com que frequência a sua empresa realiza:**

0 - Não realizamos; 1 - A cada cinco safras; 2 - A cada três safras; 3 - A cada duas safras; 4 - A cada safra.

Os esforços para melhora dos processos produtivos \*

0 1 2 3 4



**6) Quando da operação/produção, com que frequência a sua empresa realiza:**

0 - Não realizamos; 1 - Eventualmente; 2 - Pouca frequência; 3 - Com frequência; 4 - Rotineiramente.

A engenharia reversa \*

0 1 2 3 4



A modificação de produtos adquiridos por licenciamento \*

0 1 2 3 4



As melhorias no produto final através do esforço da própria empresa \*

0 1 2 3 4



A formação de equipes da própria empresa para resolver problemas relativos ao desenvolvimento de novos processos e produtos \*

0 1 2 3 4



### 7) Quando da operação/produção com que frequência a sua empresa realiza :

0 - Não realizamos; 1 - Anualmente; 2 - Mensalmente; 3 - Semanalmente; 4 - Diariamente.

O controle das etapas do processo \*

0 1 2 3 4



O monitoramento dos índices de produtividade de cada etapa do processo produtivo e a coordenação melhorada \*

0 1 2 3 4



A venda de tecnologia própria e licenciamento dessa tecnologia para terceiros \*0 - Não realizamos; 1 - Eventualmente; 2 - Pouca frequência; 3 - Com frequência; 4 - Rotineiramente.

0 1 2 3 4



### 8) Quando da inovação, a sua empresa possui:

O conhecimento necessário para utilizar todos os processos da tecnologia produtiva utilizada na empresa?\*



Não



Sim

Os conhecimentos científicos, pessoal qualificado para desenvolver e algum direcionamento para P&D (Pesquisa e Desenvolvimento)? \*



Não



Sim

**9) No quadro dos funcionários da sua empresa:**

Existem mestres e doutores qualificados para realização de P&amp;D (Pesquisa e Desenvolvimento)? \*

- Não
- Sim

Existem pesquisadores e laboratórios para pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias e produtos?\*

- Não
- Sim

**10) Com que frequência a sua empresa realiza:**

0 - Não realizamos; 1 - Eventualmente; 2 - Pouca frequência; 3 - Com frequência; 4 - Rotineiramente.

As trocas informações com fornecedores \*

0	1	2	3	4
<input type="checkbox"/>				

A cooperação/ alianças e/ou afiliações em nível básico (associação patronal de classes, etc, de âmbito local e/ou regional). \*

0	1	2	3	4
<input type="checkbox"/>				

Projetos com clientes e fornecedores, tem ligações com instituições de C&amp;T (Ciência &amp; Tecnologia), cooperação/alianças e/ou afiliações em nível intermediário (de âmbito nacional). \*

0	1	2	3	4
<input type="checkbox"/>				

P&amp;D (Pesquisa e Desenvolvimento) cooperativo, venda de pacotes tecnológicos ou licenciamento de tecnologia para terceiros, cooperação/alianças e/ou afiliações em nível avançado (de âmbito nacional e internacional). \*

0	1	2	3	4
<input type="checkbox"/>				

Tecnologia [Google Docs](#)[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

**APÊNDICE B: Saídas do SPSS**

**Quadro 5 – Esquema aglomerativo – Função Investimento no Perfil Inicial**

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	32	33	1,000	0	0	2
2	30	32	1,000	0	1	3
3	29	30	1,000	0	2	4
4	26	29	1,000	0	3	7
5	8	28	1,000	0	0	26
6	17	27	1,000	0	0	15
7	24	26	1,000	0	4	9
8	15	25	1,000	0	0	27
9	21	24	1,000	0	7	11
10	11	22	1,000	0	0	25
11	20	21	1,000	0	9	12
12	19	20	1,000	0	11	13
13	14	19	1,000	0	12	16
14	5	18	1,000	0	0	23
15	4	17	1,000	0	6	31
16	13	14	1,000	0	13	17
17	12	13	1,000	0	16	18
18	10	12	1,000	0	17	19
19	9	10	1,000	0	18	20
20	7	9	1,000	0	19	21
21	6	7	1,000	0	20	22
22	3	6	1,000	0	21	24
23	1	5	1,000	0	14	29
24	2	3	1,000	0	22	25
25	2	11	,900	24	10	26
26	2	8	,900	25	5	27
27	2	15	,889	26	8	28
28	2	16	,875	27	0	29
29	1	2	,778	23	28	30
30	1	31	,571	29	0	31
31	1	4	,571	30	15	32
32	1	23	,556	31	0	0

Fonte: Output SPSS

**Quadro 6 – Cluster Membership – Função Investimento no Perfil Inicial**

Case	9 Clusters	8 Clusters	7 Clusters	6 Clusters	5 Clusters
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	2	2	2	2	2
4	3	3	3	3	3
5	1	1	1	1	1
6	2	2	2	2	2
7	2	2	2	2	2
8	4	4	2	2	2
9	2	2	2	2	2
10	2	2	2	2	2
11	5	2	2	2	2
12	2	2	2	2	2
13	2	2	2	2	2
14	2	2	2	2	2
15	6	5	4	2	2
16	7	6	5	4	2
17	3	3	3	3	3
18	1	1	1	1	1
19	2	2	2	2	2
20	2	2	2	2	2
21	2	2	2	2	2
22	5	2	2	2	2
23	8	7	6	5	4
24	2	2	2	2	2
25	6	5	4	2	2
26	2	2	2	2	2
27	3	3	3	3	3
28	4	4	2	2	2
29	2	2	2	2	2
30	2	2	2	2	2
31	9	8	7	6	5
32	2	2	2	2	2
33	2	2	2	2	2

Fonte: Output SPSS

**Quadro 7 – Esquema aglomerativo – Função Investimento no Perfil Execução de Projetos**

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	26	29	1,000	0	0	3
2	6	28	1,000	0	0	19
3	25	26	1,000	0	1	4
4	20	25	1,000	0	3	5
5	17	20	1,000	0	4	8
6	8	19	1,000	0	0	18
7	3	18	1,000	0	0	19
8	16	17	1,000	0	5	9
9	15	16	1,000	0	8	10
10	11	15	1,000	0	9	11
11	9	11	1,000	0	10	12
12	4	9	1,000	0	11	14
13	1	2	1,000	0	0	24
14	4	13	,933	12	0	15
15	4	7	,933	14	0	16
16	4	22	,929	15	0	17
17	4	21	,929	16	0	18
18	4	8	,923	17	6	21
19	3	6	,917	7	2	20
20	3	24	,909	19	0	21
21	3	4	,857	20	18	22
22	3	23	,833	21	0	23
23	3	10	,833	22	0	24
24	1	3	,818	13	23	25
25	1	12	,786	24	0	26
26	1	14	,444	25	0	0

Fonte: Output SPSS

**Quadro 8 – Cluster Membership – Função Investimento no Perfil Execução de Projetos**

Case	14 Clusters	13 Clusters	12 Clusters	11 Clusters	10 Clusters
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	2	2	2	2	2
6	3	3	3	3	3
8	4	4	4	4	4
9	5	5	3	3	3
11	6	6	5	5	5
12	3	3	3	3	3
13	7	7	6	6	6
14	3	3	3	3	3
15	8	8	7	7	7
16	9	3	3	3	3
17	10	9	8	8	8
18	3	3	3	3	3
19	3	3	3	3	3
20	3	3	3	3	3
21	2	2	2	2	2
22	6	6	5	5	5
23	3	3	3	3	3
24	11	10	9	9	3
25	12	11	10	3	3
26	13	12	11	10	9
28	14	13	12	11	10
29	3	3	3	3	3
30	3	3	3	3	3
32	4	4	4	4	4
33	3	3	3	3	3

Fonte: Output SPSS

**Quadro 9 – Esquema aglomerativo – Função Operação/Produção no Perfil Engenharia de Processo**

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	30	33	1,000	0	0	4
2	31	32	1,000	0	0	3
3	29	31	1,000	0	2	5
4	26	30	1,000	0	1	7
5	18	29	1,000	0	3	13
6	23	27	1,000	0	0	31
7	24	26	1,000	0	4	8
8	22	24	1,000	0	7	9
9	21	22	1,000	0	8	10
10	20	21	1,000	0	9	11
11	19	20	1,000	0	10	12
12	17	19	1,000	0	11	14
13	16	18	1,000	0	5	15
14	15	17	1,000	0	12	16
15	13	16	1,000	0	13	18
16	14	15	1,000	0	14	17
17	12	14	1,000	0	16	19
18	6	13	1,000	0	15	29
19	11	12	1,000	0	17	20
20	10	11	1,000	0	19	21
21	9	10	1,000	0	20	22
22	8	9	1,000	0	21	23
23	7	8	1,000	0	22	24
24	5	7	1,000	0	23	25
25	4	5	1,000	0	24	26
26	3	4	1,000	0	25	27
27	2	3	1,000	0	26	28
28	1	2	1,000	0	27	29
29	1	6	,900	28	18	30
30	1	25	,778	29	0	31
31	1	23	,778	30	6	32
32	1	28	,714	31	0	0

Fonte: Output SPSS

**Quadro 10 – Cluster Membership – Função Operação/Produção no Perfil Engenharia de Processo**

Case	5 Clusters	4 Clusters	3 Clusters	2 Clusters
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	2	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	2	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	2	1	1	1
17	1	1	1	1
18	2	1	1	1
19	1	1	1	1
20	1	1	1	1
21	1	1	1	1
22	1	1	1	1
23	3	2	2	1
24	1	1	1	1
25	4	3	1	1
26	1	1	1	1
27	3	2	2	1
28	5	4	3	2
29	2	1	1	1
30	1	1	1	1
31	2	1	1	1
32	2	1	1	1
33	1	1	1	1

Fonte: Output SPSS

**Quadro 11 – Esquema aglomerativo – Função Operação/Produção no Perfil Engenharia de Produto**

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	24	32	,000	0	0	9
2	30	31	,000	0	0	3
3	28	30	,000	0	2	5
4	3	29	,000	0	0	25
5	27	28	,000	0	3	6
6	14	27	,000	0	5	16
7	21	26	,000	0	0	12
8	22	25	,000	0	0	11
9	12	24	,000	0	1	21
10	16	23	,000	0	0	27
11	20	22	,000	0	8	13
12	17	21	,000	0	7	15
13	5	20	,000	0	11	19
14	7	18	,000	0	0	24
15	13	17	,000	0	12	17
16	9	14	,000	0	6	29
17	11	13	,000	0	15	20
18	1	8	,000	0	0	23
19	2	5	,000	0	13	26
20	11	19	1,000	17	0	22
21	12	15	1,000	9	0	22
22	11	12	1,000	20	21	28
23	1	10	1,000	18	0	27
24	6	7	1,000	0	14	25
25	3	6	1,000	4	24	26
26	2	3	1,000	19	25	29
27	1	16	1,414	23	10	28
28	1	11	1,414	27	22	30
29	2	9	1,414	26	16	30
30	1	2	1,414	28	29	31
31	1	4	1,732	30	0	0

Fonte: Output SPSS

**Quadro 12 – Cluster Membership – - Função Operação/Produção no Perfil Engenharia de Produto**

Case	13 Clusters	12 Clusters	11 Clusters	10 Clusters	9 Clusters	8 Clusters
1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4
5	2	2	2	2	2	2
6	5	5	5	5	5	5
7	6	6	6	6	6	5
8	1	1	1	1	1	1
9	7	7	7	7	7	6
10	8	8	8	8	1	1
12	9	9	9	9	8	7
13	10	10	10	9	8	7
14	9	9	9	9	8	7
15	7	7	7	7	7	6
16	11	11	10	9	8	7
17	12	12	11	10	9	8
18	9	9	9	9	8	7
19	6	6	6	6	6	5
20	13	9	9	9	8	7
21	2	2	2	2	2	2
22	9	9	9	9	8	7
23	2	2	2	2	2	2
24	12	12	11	10	9	8
25	10	10	10	9	8	7
26	2	2	2	2	2	2
27	9	9	9	9	8	7
28	7	7	7	7	7	6
29	7	7	7	7	7	6
30	3	3	3	3	3	3
31	7	7	7	7	7	6
32	7	7	7	7	7	6
33	10	10	10	9	8	7

Fonte: Output SPSS

**Quadro 13 – Esquema aglomerativo – Função Operação/Produção no Perfil Gestão Industrial**

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	30	33	1,000	0	0	2
2	29	30	1,000	0	1	3
3	28	29	1,000	0	2	4
4	27	28	1,000	0	3	5
5	22	27	1,000	0	4	8
6	16	26	1,000	0	0	13
7	12	23	1,000	0	0	17
8	21	22	1,000	0	5	9
9	20	21	1,000	0	8	10
10	19	20	1,000	0	9	11
11	15	19	1,000	0	10	14
12	6	18	1,000	0	0	24
13	4	16	1,000	0	6	26
14	14	15	1,000	0	11	15
15	13	14	1,000	0	14	16
16	11	13	1,000	0	15	18
17	10	12	1,000	0	7	30
18	8	11	1,000	0	16	19
19	7	8	1,000	0	18	20
20	5	7	1,000	0	19	21
21	3	5	1,000	0	20	22
22	2	3	1,000	0	21	23
23	1	2	1,000	0	22	25
24	6	25	,923	12	0	28
25	1	17	,900	23	0	26
26	1	4	,900	25	13	27
27	1	24	,889	26	0	30
28	6	9	,867	24	0	31
29	31	32	,857	0	0	32
30	1	10	,833	27	17	31
31	1	6	,800	30	28	32
32	1	31	,778	31	29	0

Fonte: Output SPSS

**Quadro 14 – Cluster Membership – Função Operação/Produção no Perfil Gestão Industrial**

Case	10 Clusters	9 Clusters	8 Clusters	7 Clusters	6 Clusters	5 Clusters
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	2	2	2	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	3	3	3	2	2	2
7	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1
9	4	4	4	3	3	2
10	5	5	5	4	4	3
11	1	1	1	1	1	1
12	5	5	5	4	4	3
13	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1
16	2	2	2	1	1	1
17	6	6	1	1	1	1
18	3	3	3	2	2	2
19	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1
23	5	5	5	4	4	3
24	7	7	6	5	1	1
25	8	3	3	2	2	2
26	2	2	2	1	1	1
27	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1
31	9	8	7	6	5	4
32	10	9	8	7	6	5
33	1	1	1	1	1	1

Fonte: Output SPSS

**Quadro 15 – Esquema aglomerativo – Função Inovação**

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	28	33	,000	0	0	6
2	31	32	,000	0	0	3
3	30	31	,000	0	2	4
4	25	30	,000	0	3	9
5	7	29	,000	0	0	31
6	27	28	,000	0	1	7
7	26	27	,000	0	6	8
8	24	26	,000	0	7	10
9	22	25	,000	0	4	12
10	23	24	,000	0	8	11
11	21	23	,000	0	10	13
12	20	22	,000	0	9	14
13	17	21	,000	0	11	16
14	19	20	,000	0	12	15
15	16	19	,000	0	14	17
16	15	17	,000	0	13	18
17	14	16	,000	0	15	19
18	11	15	,000	0	16	22
19	13	14	,000	0	17	20
20	12	13	,000	0	19	21
21	10	12	,000	0	20	23
22	4	11	,000	0	18	28
23	9	10	,000	0	21	24
24	8	9	,000	0	23	25
25	6	8	,000	0	24	26
26	5	6	,000	0	25	27
27	2	5	,000	0	26	30
28	3	4	,000	0	22	29
29	1	3	,000	0	28	31
30	2	18	1,000	27	0	32
31	1	7	1,000	29	5	32
32	1	2	1,000	31	30	0

Fonte: Output SPSS

**Quadro 16 – Cluster Membership – Função Inovação**

Case	5 Clusters	4 Clusters	3 Clusters	2 Clusters
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	1	1	1
4	3	1	1	1
5	2	2	2	2
6	2	2	2	2
7	4	3	3	1
8	2	2	2	2
9	2	2	2	2
10	2	2	2	2
11	3	1	1	1
12	2	2	2	2
13	2	2	2	2
14	2	2	2	2
15	3	1	1	1
16	2	2	2	2
17	3	1	1	1
18	5	4	2	2
19	2	2	2	2
20	2	2	2	2
21	3	1	1	1
22	2	2	2	2
23	3	1	1	1
24	3	1	1	1
25	2	2	2	2
26	3	1	1	1
27	3	1	1	1
28	3	1	1	1
29	4	3	3	1
30	2	2	2	2
31	2	2	2	2
32	2	2	2	2
33	3	1	1	1

Fonte: Output SPSS

**Quadro 17 – Esquema aglomerativo – Função Relação com a Economia**

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	25	33	,000	0	0	9
2	31	32	,000	0	0	3
3	17	31	,000	0	2	17
4	28	30	,000	0	0	6
5	26	29	,000	0	0	8
6	23	28	,000	0	4	11
7	20	27	,000	0	0	14
8	24	26	,000	0	5	10
9	22	25	,000	0	1	12
10	21	24	,000	0	8	13
11	16	23	,000	0	6	18
12	18	22	,000	0	9	16
13	19	21	,000	0	10	15
14	13	20	,000	0	7	21
15	11	19	,000	0	13	23
16	6	18	,000	0	12	27
17	15	17	,000	0	3	19
18	14	16	,000	0	11	20
19	9	15	,000	0	17	29
20	12	14	,000	0	18	22
21	4	13	,000	0	14	30
22	10	12	,000	0	20	24
23	7	11	,000	0	15	26
24	8	10	,000	0	22	25
25	2	8	,000	0	24	30
26	5	7	,000	0	23	28
27	3	6	,000	0	16	31
28	1	5	,000	0	26	29
29	1	9	1,000	28	19	32
30	2	4	1,000	25	21	31
31	2	3	1,000	30	27	32
32	1	2	1,000	29	31	0

Fonte: Output SPSS

**Quadro 18 – Cluster Memberhip – Função Relação com a Economia**

Case	5 Clusters	4 Clusters	3 Clusters	2 Clusters
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	2
4	4	4	2	2
5	1	1	1	1
6	3	3	3	2
7	1	1	1	1
8	2	2	2	2
9	5	1	1	1
10	2	2	2	2
11	1	1	1	1
12	2	2	2	2
13	4	4	2	2
14	2	2	2	2
15	5	1	1	1
16	2	2	2	2
17	5	1	1	1
18	3	3	3	2
19	1	1	1	1
20	4	4	2	2
21	1	1	1	1
22	3	3	3	2
23	2	2	2	2
24	1	1	1	1
25	3	3	3	2
26	1	1	1	1
27	4	4	2	2
28	2	2	2	2
29	1	1	1	1
30	2	2	2	2
31	5	1	1	1
32	5	1	1	1
33	3	3	3	2

Fonte: Output SPSS

**ANEXOS**

## ANEXO A – Matriz de Capacidades Tecnológicas

		INVESTMENT		PRODUCTION				
		PRE INVESTMENT	PROJECT EXECUTION	PROCESS ENGINEERING	PRODUCT ENGINEERING	INDUSTRIAL ENGINEERING	LINKAGES WITHIN ECONOMY	
BASIC	SIMPLE ROUTINE (Experience based)	Prefeasibility and feasibility studies, site selection, scheduling of investment	Civil construction, ancillary services, equipment erection, commissioning	Debugging, balancing, quality control preventive maintenance, assimilation of process technology	Assimilation of product design, minor adaptation to market needs	Work flow, scheduling, time- motion studies. Inventory control	Local procurement of goods and services, information exchange with suppliers	TECHNOLOGICAL CAPABILITIES
INTERMED	ADAPTIVE DUPLICATIVE (Search based)	Search for technology source. Negotiation of contracts. Bargaining suitable terms. Info. Systems	Equipment procurement, detailed engineering, training and recruitment of skilled personnel	Equipment stretching, process adaptation and cost saving, licensing new technology	Product quality improvement, licensing and assimilating new imported product technology	Monitoring productivity, improved coordination	Technology transfer of local suppliers, coordinated design, S&T links	
ADVANCED	INNOVATIVE RISKY (Research based)		Basic process design. Equipment design and supply	In-house process innovation, basic research	In-house product innovation, basic research		Turnkey capability, cooperative R&D, licensing own technology to others	

Fonte: Lall (1992)