

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**PROCESSO DE DECISÃO NA ADOÇÃO DE INOVAÇÃO EM
EMPRESAS SUCROENERGÉTICAS DO CENTRO-OESTE DO ESTADO
DE SÃO PAULO**

FRANCISCO JOSÉ LAMPKOWSKI

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU – SP
Março – 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**PROCESSO DE DECISÃO NA ADOÇÃO DE INOVAÇÃO EM
EMPRESAS SUCROENERGÉTICAS DO CENTRO-OESTE DO ESTADO
DE SÃO PAULO**

FRANCISCO JOSÉ LAMPKOWSKI

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Martin Biaggioni

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU – SP
Março – 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

L238p Lampkowski, Francisco José, 1946-
 Processo de decisão na adoção de inovação em empresas
 sucroenergéticas do Centro -Oeste do Estado de São Paulo/
 Francisco José Lampkowski. - Botucatu : [s.n.], 2012
 xii, 166 f. : il., color, gráfs., tabs.

 Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Fa-
 culdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2012
 Orientador: Marco Antonio Martin Biagioni
 Inclui bibliografia

 1. Adoção de Inovações . 2. Estratégias inovadoras. 3.
 Modelos de decisão. I. Biagioni, Marco Antonio Martin.II.
 Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
 (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas.
 III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "PROCESSO DE DECISÃO NA ADOÇÃO DE INOVAÇÃO EM EMPRESAS
SUCROENERGÉTICAS DO CENTRO-OESTE DO ESTADO DE
SÃO PAULO"

ALUNO: FRANCISCO JOSÉ LAMPKOWSKI

ORIENTADORA: PROF. DR. MARCO ANTONIO M. BIAGGIONI

Aprovado pela Comissão Examinadora



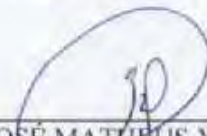
PROF. DR. MARCO ANTONIO M. BIAGGIONI



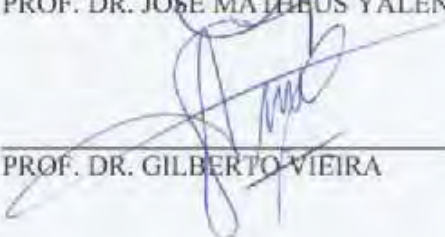
PROF. DR. SERGIO A. LUNARDELLI FURCHI



PROF. DR. LUIZ ANTONIO PEREA



PROF. DR. JOSÉ MATHEUS VALENTI PEROSA



PROF. DR. GILBERTO VIEIRA

Data da Realização: 16 de março de 2012

O ser humano é o único que conscientemente pode escolher o direcionamento de suas ações. Tornam visíveis as intenções de sua existência pelas suas atitudes. Demonstra o valor de suas palavras, o poder dos seus pensamentos, o calor dos seus sentimentos, em tudo o que realiza.

Em toda ação realizada, conscientes da correta atitude, estabelecemos aberturas para dimensões mais profundas, na qual acessamos o amor e a sabedoria sem limites. Essa postura nos leva ao serviço, ao crescimento e ao desenvolvimento do ser humano em toda a sua plenitude. Essência do poder criador.

A maior revolução dos nossos tempos é a descoberta de que mudar as atitudes internas de suas mentes, os seres humanos podem mudar os aspectos externos de suas vidas.

William James

Sonhe qualquer coisa que você queira sonhar. Essa é a beleza da mente humana.

Faça qualquer coisa que você queira fazer. Essa é a força da vontade humana.

Confie em você mesmo para testar seus limites. Essa é a coragem para ser bem sucedido.

autor desconhecido

À minha esposa Ivete e aos meus filhos Mariangela, Marcelo e Maria Silvia, pela compreensão e apoio nesta valiosa oportunidade de estudo e aprendizado.

AGRADECIMENTOS

Ao Ser Supremo, pela Unidade Trina, que me possibilitou a inspiração, dedicação, determinação e perseverança na realização e conclusão desta tese.

À UNESP/FCA/Campus de Botucatu – Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura, nas pessoas dos seus dirigentes e funcionários.

Aos professores e professoras: Dr. Angelo Cataneo (*in memorian*); Dr. Elias José Simon; Dr.^a Luzia Ap. Trinca; Dr.^a Maristela Simões do Carmo; Dr. Marco A. M. Biaggioni; Dr. Marco Roberto Bórmio; Dr.^a Maura S. T. Esperancini Moreira; Dr. Sergio Hugo Benez; Dr. Waldemar G. Venturini Filho; Dr. Zacarias Xavier de Barros.

Ao orientador Dr. Marco A. M. Biaggioni, com especial menção.

À banca formada por Dr. Sérgio Augusto Lunardelli Furchi; Dr. Luiz Antonio Perea; Dr. José Matheus Yalenti Perosa; Dr. Gilberto Vieira. Pelas excelentes contribuições e comentários.

A todos os colegas com os quais compartilhamos os estudos e o companheirismo, lembrados com afeto.

Aos meus colegas professores da ITE, Faculdade de Economia, em especial ao Dr. Angelo Cataneo (*in memorian*) e Dr. Herman Maria Isidor Vós.

Ao sr. José Eduardo Carvalho, conselheiro da UNICA, que possibilitou-me a indicação e recomendação nos contatos das empresas para a aplicação das pesquisas.

Aos meus amigos.

À minha mãe Orlinda (*in memorian*) e irmãos Maria Helena, Cecília, Hilda, Henrique e Elisabeth (*in memorian*).

E, especialmente, à minha esposa Ivete P. A. Lampkowski.

A todos, reconhecido, meu sincero muito obrigado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS	XII
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XV
1 RESUMO	1
2 SUMMARY	3
3 INTRODUÇÃO	5
4 OBJETIVOS.....	8
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
5.1 Inovação	9
5.1.1 A importância da inovação.....	12
5.2 Tecnologia	17
5.2.1 Tipos de tecnologias.....	19
5.3 Modelos de decisão em adoção de inovação e tecnologia.....	23
5.4 Adoção de inovações e tecnologias	33
5.4.1 A empresa, decisões estratégicas e a adoção de inovações e tecnologias.....	34
5.4.2 Classificação e procedimentos na adoção de inovação e tecnologia	40
5.4.3 As atividades de tecnologia e inovação no Brasil	43
5.4.4 O setor agrícola e a inovação da tecnologia	47
5.5 Inovação e tecnologia versus produtividade, emprego e responsabilidade social	50
5.5.1 O cenário no setor sucroenergético	56
5.6 O sistema do setor agroindustrial.....	63
5.6.1 A cadeia do sistema agroindustrial sucroenergético	66
5.6.2 Os dados mais recentes do setor.....	84
5.7 Referências da metodologia.....	86
6 MATERIAL E MÉTODOS	97
6.1 Procedimentos da coleta de dados	98
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	103
7.1 Características das empresas e perfil do principal dirigente	103

7.2 Valores originais	108
7.3 Valores processados.....	115
7.3.1 Desenvolvimento em atividades técnicas e científicas.....	116
7.3.1.1 Pesquisa básica.....	117
7.3.1.2 Pesquisa aplicada.....	118
7.3.1.3 Pesquisa experimental	120
7.3.1.4 Informações científicas e técnicas	121
7.3.1.5 Planejamento de longo prazo	123
7.3.2 Projetos de engenharia	124
7.3.3 Serviços técnicos.....	126
7.3.4 Controle de qualidade	128
7.3.5 Educação, treinamento e retreinamento	130
7.3.6 Gerenciamento ambiental e ecoeficiência	132
7.3.7 Responsabilidade social	134
7.3.8 Racionalização e custos	136
7.4 Paradoxo da gestão para inovação e tecnologias nas empresas sucroenergéticas ...	138
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	146
9 CONCLUSÕES.....	148
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	150
APÊNDICE	158

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de inovação para negócios radicais.....	14
Figura 1 – Representação geral da lógica do conteúdo das mudanças em tecnologias de gestão.....	30
Figura 3 – Arranjos entre as inovações tecnológicas e organizacionais.....	31
Figura 4 – Determinantes da inovação tecnológica.....	32
Figura 5 – Visualização do sistema agroindustrial.....	66
Figura 6 – Atividades técnicas e científicas: pesquisa básica. Dendograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade.....	118
Figura 7 – Atividades técnicas e científicas: pesquisa aplicada. Dendograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade	119
Figura 8 – Atividades técnicas e científicas: pesquisa experimental. Dendograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade	121
Figura 9 – Atividades técnicas e científicas: informações científicas e técnicas. Dendograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade	122
Figura 10 – Atividades técnicas e científicas: planejamento de longo prazo. Dendograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade	124
Figura 11 – Projetos de engenharia. Dendograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância Euclidiana média como coeficiente de similaridade.....	125
Figura 12 – Serviços técnicos. Dendograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância Euclidiana média como coeficiente de similaridade.....	127

- Figura 13 – Controle de qualidade. Dendograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade..... 129
- Figura 14 – Educação, treinamento e retreinamento. Dendograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade 131
- Figura 15 – Gestão ambiental e ecoeficiência. Dendograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade 134
- Figura 16 – Responsabilidade social. Dendograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade..... 136
- Figura 17 – Racionalização e custos. Dendograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade..... 138

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estratégia de inovação tecnológica.....	28
Tabela 2 – Distribuição percentual dos principais avanços tecnológicos do setor canavieiro nas áreas agrícola, industrial e administrativa, segundo as empresas pesquisadas (1990-2005).....	48
Tabela 3 – Distribuição percentual do grau de utilização das fontes de atualização/cooperação tecnológica segundo as empresas pesquisadas (1990-2005)	49
Tabela 4 – Distribuição percentual das firmas pesquisadas da agroindústria canavieira paranaense quanto à maneira pela qual a empresa adquire e constrói competências e habilidades no desenvolvimento de capacitações produtivas, tecnológicas e organizacionais (2005)	50
Tabela 5 – Estimativas do PIB do setor sucroenergético com base nos produtos finais (em milhões de dólares).....	72
Tabela 6 – Faturamento do elo insumos agrícolas (em milhões de dólares).....	73
Tabela 7 – Faturamento da cana-de-açúcar – nas fazendas (em milhões de dólares)	75
Tabela 8 – Equipamentos, serviços e insumos industriais – após as fazendas (em milhões de dólares)	76
Tabela 9 – Proporção do investimento entre os itens	77
Tabela 10 – Proporção do investimento por tipo de equipamento	77
Tabela 11 – Faturamento do elo usinas (em milhões de dólares).....	78
Tabela 12 – Produção do setor sucroenergético	85
Tabela 13 – Evolução da produtividade e da produção de cana-de-açúcar no Brasil	85
Tabela 14 – Matriz de dados n indivíduos e p variáveis	90
Tabela 15 – Características das 18 empresas sucroenergéticas do Centro-Oeste do estado de São Paulo.....	105
Tabela 16 – Perfil do principal dirigente.....	107
Tabela 17 – Atividades técnicas e científicas – pesquisa básica (PB): grau de existência de investigação e estudo, com compromissos com resultados, objetivos e metas....	108
Tabela 18– Atividades técnicas e científicas – pesquisa aplicada (PA); grau de existência de investigação e estudo, com compromissos de resultados, objetivos e metas.....	108
Tabela 19 – Atividades técnicas e científicas – pesquisa experimental (PE): grau de existência de projetos experimentais, com objetivos de finalização e implementação.....	109
Tabela 20 – Atividades técnicas e científicas – informações técnicas e científicas (ICT): grau	

de existência de contatos com fornecedores, pesquisas externas, universidades, clientes, entidades de classe, congressos e feiras.....	110
Tabela 21 – Atividades técnicas e científicas – planejamento de longo prazo (PLP): existência de diretrizes, calendários e programação.....	110
Tabela 22 – Projetos de engenharia (PEN): existência de estrutura organizada para suporte da gestão.....	111
Tabela 23 – Serviços técnicos (ST): estrutura organizada de manutenção para suporte de operações.....	111
Tabela 24 – Controle de qualidade (CQ): estrutura organizada envolvendo ferramentas na gestão da qualidade.....	112
Tabela 25 – Educação, treinamento e retreinamento (ETR): preparação das pessoas para competências necessárias, principalmente para inovações e tecnologias.....	112
Tabela 26 – Gerenciamento ambiental e ecoeficiência (GAE): existência de sistemas estruturados para o gerenciamento ambiental.....	114
Tabela 27 – Responsabilidade social (RS): sistemas estruturados direcionados para a melhoria do ser humano e da qualidade de vida.....	115
Tabela 28 – Racionalização e custos (RC): sistemas de aferição correlacionados para inovações e tecnologias.....	115
Tabela 29 – Variáveis para pesquisa básica (PB), aplicada (PA), experimental (PE), informações científicas e técnicas (ICT) e planejamento de longo prazo (PLP). Valores de coeficientes de correlação das variáveis originais com os dois primeiros componentes principais (y_1 e y_2) calculados. Importância relativa de cada uma das variáveis na classificação das empresas pesquisadas e percentagens de explicação pelos componentes principais	116
Tabela 30 – Variáveis para projetos de engenharia (PEN). Valores de coeficientes de correlação das variáveis originais com os dois primeiros componentes principais (y_1 e y_2) calculados. Importância relativa de cada uma das variáveis na classificação das empresas pesquisadas e percentagens de explicação pelos componentes principais	124
Tabela 31 – Variáveis para serviços técnicos (ST). Valores de coeficientes de correlação das variáveis originais com os dois primeiros componentes principais (y_1 e y_2) calculados. Importância relativa de cada uma das variáveis na classificação das empresas pesquisadas e % de explicação pelos componentes principais	126
Tabela 32 – Controle de qualidade (CT). Valores de coeficientes de correlação das variáveis originais com os dois primeiros componentes principais (y_1 e y_2) calculados. Importância relativa de cada uma das variáveis na classificação das empresas sucroenergéticas pesquisadas e % de explicação pelos componentes principais	128

- Tabela 33 – Educação, treinamento e retreinamento (ETR). Valores de coeficientes de correlação das variáveis originais com os dois primeiros componentes principais (y_1 e y_2) calculados. Importância relativa de cada uma das variáveis na classificação das empresas sucroenergéticas pesquisadas e % de explicação pelos componentes principais130
- Tabela 34 – Variáveis para gerenciamento ambiental (GA). Valores de coeficientes de correlação das variáveis originais com os dois primeiros componentes principais (y_1 e y_2) calculados. Importância relativa de cada uma das variáveis na classificação das empresas sucroenergéticas pesquisadas e % de explicação pelos componentes principais132
- Tabela 35 – Variáveis para responsabilidade social (RS). Valores de coeficientes de correlação das variáveis originais com os dois primeiros componentes principais (y_1 e y_2) calculados. Importância relativa de cada uma das variáveis na classificação das empresas sucroenergéticas pesquisadas e % de explicação pelos componentes principais135
- Tabela 36 – Variáveis para racionalização e custos (RC). Valores de coeficientes de correlação das variáveis originais com os dois primeiros componentes principais (y_1 e y_2) calculados. Importância relativa de cada uma das variáveis na classificação das empresas sucroenergéticas pesquisadas e % de explicação pelos componentes principais137

LISTA DE ABREVIATURAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
AGVS	<i>Automatic Guided Vehicle Systems</i>
ATR	Açúcar total recuperável
B2B	<i>Business to business</i>
B2C	<i>Business to consumer</i>
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CCT	Corte, carregamento e transporte
CIM	<i>Computer Integrated Manufacturing</i>
CNC	<i>Computer Numeric Control</i>
Cofins	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
Conab	Companhia Nacional de Abastecimento
CTC	Centro de Tecnologia Canavieira
cv	Cavalo-vapor
C, T&I	Ciência, tecnologia e inovação
DNC	<i>Direct Numerical Control</i>
EDS	<i>Electronic Data Systems</i>
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ERP	<i>Enterprise Resources Planning</i>
Esalq	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz
EVA	<i>Economic Value Added</i>
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FMS	<i>Flexible Manufacturing Systems</i>
Fumin	Fundo Multilateral de Investimentos
Gemt	Grupo de Extensão em Mercado de Trabalho Agrícola
IAC	Instituto Agrônomo de Campinas

Ibase	<i>Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas</i>
IBGE	<i>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística</i>
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
NC	<i>Numerical Control</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PEA	População Economicamente Ativa
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PIB	Produto Interno Bruto
Pintec	Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica
PME	Pesquisa Mensal de Emprego
PIS	<i>Programa de Integração Social</i>
PNAD	<i>Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios</i>
RAIS	Registros Administrativos do Ministério do Trabalho e Emprego
RCE	Reduções Certificadas de Emissões
Ridesa	Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do setor Sucroenergético
ROI	<i>Return on Investment</i>
SAG	Sistema Agroindustrial
Senar	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
Senai	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
tCO ₂ e	Tonelada de carbono equivalente
TWh	Terawatts-hora
Unica	União da Indústria de Cana-de-açúcar

1 RESUMO

Transformações econômicas, políticas e sociais, em nível mundial, alicerçadas nos avanços das tecnologias de comunicação e da computação, derrubam fronteiras. Considerado o quadro recessivo das economias da maioria dos países do mundo neste início do século 21, vivemos um cenário extremamente competitivo, aliado à escassez de recursos naturais e às questões de responsabilidade social e ambiental, que pressionam as empresas na busca da excelência em seus negócios. A adoção de inovação de tecnologias apresenta-se como fator necessário na gestão das empresas. No Brasil, as organizações sucroenergéticas não ficaram à margem desse processo. NEVES *et al.* (2010) estimaram que a cadeia produtiva total do sistema agroindustrial sucroenergético representou a renda de US\$ 86,8 bilhões em 2008, em que a agroindústria de cana-de-açúcar brasileira participou com US\$ 28,15 bilhões, cerca de 2% do PIB na atividade econômica nacional, empregando aproximadamente 1,28 milhão de trabalhos diretos: mais de 500 mil só no estado de São Paulo (maior produtor). O objetivo principal foi de verificar a existência de organização e de processos internos que influenciam na questão decisória quanto a adoção, escolha, justificativa e implementação das inovações e tecnologias nessas empresas. Avaliar como os processos ocorrem nas estruturas de organização e, os reflexos nos interesses dos negócios, das políticas energéticas, econômicas e sociais decorrentes. Foram apresentados alguns modelos no processo de adoção de tecnologias e inovações, passando pelos conceitos de planejamento estratégico e estratégias, colocados por ANDREWS, PORTER, HANDERSON, OHMAE,

JONASH e SOMMERLATTE, HAMMEL e outros. Nos modelos e estudos sobre adoção de inovação e tecnologias, apresentaram-se IANSITI e WEST, NONAKA e TAKEUCHI, ALBAGLI e MACIEL, MOHR, LANGLEY e TRAUX, ROGER, MINTZBERG, NUT, ANSOFF e STWART, RAUPP, CORAZZA, MANÃS, BATALHA *et al.*, KRAJEWSKI, MALHOTRA, RITZMAN, etc.. Adaptado às situações contemporâneas, utilizou-se o modelo de taxionomias de FREEMAN (1975) como modelo de pesquisa. Discutiu-se a posição quanto às formas organizacionais e de gestão das empresas que possuem posturas inovadoras. Foram enfocadas as condições restritivas à aceitação e implementação de posturas inovadoras e os fundamentos para a quebra das barreiras e quais as vantagens auferidas pelas organizações. Concluiu-se que as empresas mais bem sucedidas em adotar inovações e tecnologias, são aquelas que têm as competências de gestão incorporadas em suas estruturas de organização.

Palavras-chave: adoção de tecnologias, estratégias inovadoras, modelos de decisão.

PROCESS OF DECISION TO ADOPT INNOVATION IN COMPANIES ELABORATES
OF SUGAR, ETHANOL AND ENERGY OF THE CENTER WEST OF SÃO PAULO
STATE. Botucatu, 2012. p.. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura)
– Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: FRANCISCO JOSÉ LAMPKOWSKI

Adviser: Marco Antônio Martin Biaggioni

2 SUMMARY

Economical transformations, politics and social in world level, found in the progresses of the communication technologies and of the computation, they drop borders. Still considering the recessive picture of the savings of most of the countries of the world in this beginning of the century 21th, we lived extremely competitive scenery, allies to the shortage of natural resources and the subjects of social responsibility and you adapt, that still press more the companies in the search of the excellence in your businesses. It comes the adoption of innovation of technologies as necessary factor in the administration of the companies. In Brazil, these companies of the system industrial agriculture of sugar, ethanol and energy, were not to the margin of that process. NEVES *et al.* (2010) it esteemed that the chain productive total of the system industrial agriculture of sugar, ethanol and energy, represented the income of US\$ 86,8 billion in 2008, where the industrial agriculture of Brazilian sugar-cane participated with US\$ 28,15 billion, representing in 2% of GDP in the national economical activity, using 1,28 million direct works approximately: more than 500.000 only in São Paulo State (producing adult). The main objective was it of verifying the organization existence and of internal processes that influence in the subject decision as the adoption, choice, justification and implementation of the innovations and technologies in those companies. It interested to evaluate as the processes happens in the organization structures and the reflexes in the interests of the businesses, of the politics energy, economical and social current. Some were presented models in the process of adoption of technologies and innovations, going by the concepts of strategic planning and strategies, placed by ANDREWS, PORTER, HANDERSON, OHMAE, JONASH and SOMMERLATTE, HAMMEL and other. In the models and studies on innovation adoption and technologies, it was used IANSITI and WEST, NONAKA and TAKEUCHI, ALBAGLI AND MACIEL, MOHR, LANGLEY and TRAU, ROGER, MINTZBERG, NUT, ANSOFF and STUART, RAUPP, CORAZZA, MANÃS, BATTLES *et al.*, KRAJEWSKI, MALHOTRA, RITZMAN, etc.. It was used,

adapted the contemporary situations, the model of taxonomies of FREEMAN (1975) as research model. It was discussed the position with relationship to the forms organization and of administration of the companies that possess innovative postures. The restrictive conditions were focused to the acceptance and implementation of innovative postures and the foundations for the break of the barriers and which the advantages gained by the organizations. It was ended that the companies better happened in adopting innovations and technologies, they are those that are the incorporate administration competents in your organization structures.

Word-key: adoption of technologies, innovative strategies, models of decision.

3 INTRODUÇÃO

As transformações econômicas, políticas e sociais em nível mundial, respaldadas nos avanços das tecnologias de comunicação derrubando fronteiras, e o quadro recessivo na virada da última década do século 20 tornaram a competição entre as empresas muito intensas.

A realidade da competição global, os desafios da qualidade dos produtos e serviços aos clientes, melhores custos e preços, a tecnologia avançada da produção e operações, o crescimento contínuo do setor de serviços, a escassez dos recursos naturais de produção e as questões de responsabilidade social são assuntos que hoje afetam as condições dos negócios. Dentre esses fatores, destacam-se a escassez dos recursos naturais, as questões de responsabilidade social e ambiental e a tecnologia de processos automatizados, nos quais as empresas de forma geral estão sendo exaustivamente alertadas por informações e estudos que indicam a urgente necessidade de inovar os seus processos produtivos e de serviços pela automação.

No Brasil, a globalização do mercado, os acordos de livre comércio e a crescente competição em geral são citados como fontes de pressões para gerar a inovação e modernização das empresas. Fenômenos semelhantes foram também evidenciados no resto do mundo.

Logo ao início dos anos 1990, percebeu-se no Brasil a necessidade de uma estruturação tecnológica adequada para tornar o país mais competitivo. O governo (Collor, 1990-1992) brasileiro adotou uma nova política, estabelecendo programas de competitividade industrial e de qualidade e produtividade, vindo ao encontro da crescente conscientização da sociedade quanto à urgência da mobilização do país na melhoria do seu posicionamento com vistas a essa finalidade.

O setor sucroenergético não fica imune a esse ambiente. A cultura da cana-de-açúcar tem grande expressão na economia brasileira devido à produção de açúcar e de combustível renovável (álcool), como também pelo fornecimento de matéria-prima para a indústria química e de subprodutos utilizados na alimentação animal, fertilizantes e fonte de energia, sendo representativo o volume financeiro que a atividade sucroenergética movimenta, desde os fornecedores de insumos e fatores de produção até o consumidor final.

A cadeia produtiva total do sistema agroindustrial sucroenergético representou a renda de US\$ 86,8 bilhões em 2008, onde a agroindústria de cana-de-açúcar brasileira participou com US\$ 28,15 bilhões, representando em 2% do Produto Interno Bruto (PIB) na atividade econômica nacional. Emprega aproximadamente 1,28 milhão de trabalhos diretos: mais de 500 mil só no Estado de São Paulo (maior produtor), como também nutrindo o desenvolvimento econômico de um grande número de municípios, e contribuindo para o emprego de grande número de trabalhadores nas áreas rurais. (NEVES; TROMBIN; CONSOLI, 2010).

Na produção do açúcar e álcool, há interação de grande importância: agrônômica, mecanização, colheita, carregamento, transporte, processamento do etanol e açúcar (desde a moagem, fabricação, destilação, armazenagem e distribuição). Em todo o sistema, há preocupação constante com aperfeiçoamento e melhorias crescentes da produtividade, qualidade e custo, fatores que pesam na aceitação e comercialização do produto final.

A mecanização e as tecnologias da eletrônica, informática e teleprocessamento impactaram o sistema produtivo e operacional, e ganharam impulso no Brasil a partir dos anos 1980. Nesse contexto, é relevante em sua importância, representada no porte e complexidade da planta industrial e atividades adjacentes: máquinas, equipamentos,

veículos, sistemas operacionais mecânicos, termomecânicos, bioquímico, elétricos, eletrônicos, informacionais, estabelecimentos, etc., dos sistemas produtivos das indústrias sucroenergéticas. Os benefícios trazidos para essa agroindústria com a possibilidade de barateamento da operação, maior produtividade, preocupações com as questões sociais e ambientais são significativos fatores que contribuem para a aceleração do processo de decisão na adoção de inovação e de tecnologias.

Para as empresas do setor, este estudo poderá contribuir na adoção e prática de inovação tecnológica e no processo decisório quanto ao desenvolvimento em suas estratégias de negócios. Dessa forma, objetiva-se poder contribuir para o alargamento e enriquecimento de um corpo de conhecimentos úteis e necessários ao projeto estratégico das empresas e das ciências agrária e administrativa.

4 OBJETIVOS

Esta pesquisa pretende colaborar, estender e aprofundar o conhecimento sobre o processo de decisão quanto à adoção e à incorporação de inovações e novas tecnologias nas empresas do setor sucroenergético do Centro-Oeste do Estado de São Paulo. Descrever e verificar os processos internos que influenciam na questão decisória quanto à adoção, escolha, justificativa e prática das tecnologias nessas empresas.

Os principais objetivos serão o de responder as seguintes questões.

A estrutura de organização e de processos internos, facilita e influencia na questão decisória quanto à adoção, escolha, justificativa e implementação das inovações e tecnologias?

Nessas empresas, a adoção de inovação e de tecnologias são compreendidas como estratégicas que refletem nos interesses dos negócios, das políticas energéticas, econômicas e sociais decorrentes?

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 Inovação

As invenções servem para “romper as barreiras do tempo e da distância e permitem crescimento e oportunidades sem precedentes” (BROCKMAN, 2000, p. 15). Segundo o autor, como resultado de amostragens feitas com cientistas, artistas e filósofos sobre as mais importantes invenções para a civilização moderna, foram enumerados: o motor elétrico, a imprensa, a eletricidade, a garrafa térmica, a tecnologia de telecomunicações (telégrafo, telefone, rádio, televisão, Internet), o computador, o *chip*, a bomba atômica, a pílula anticoncepcional, a ciência organizada, o método científico, a lógica formal, a revolução do verde, a cibernética, o sequenciamento do DNA, as máquinas voadoras, a lente, o relógio, o serviço de encanamento e esgoto, sistemas numéricos indo-arábicos, o conceito do zero, a codificação digital, economia da informação. Nota-se que o grande número dessas invenções está relacionado com a comunicação, disseminação das informações e dos conhecimentos.

A inovação tem como pressuposto a invenção, ou até pode ser concebida como um subproduto desta. Se antes a invenção era decorrente de fator aleatório, movida por curiosidade ou acaso, agora ela pode ser vista no caráter sistematizado, cumulativa e sinérgica, em que a moderna economia competitiva faz dela um grande negócio: a inovação pode proporcionar um grande retorno.

Conceitualmente, a inovação é o ato e o efeito de inovar; tornar novo; renovar; introduzir novidade (HOLANDA, 1986, p. 949).

Inovação parece uma daquelas palavras mágicas, carentes de definição precisa e que são defendidas pelos mais diversos grupos sociais. De forma semelhante a outros conceitos importantes das Ciências Sociais, como globalização e desenvolvimento sustentável, é um termo extremamente polissêmico e consensual (MACIEL, 1997, p. 27).

No Brasil, a globalização do mercado, os acordos de livre comércio e a crescente competição em geral são citados como fontes de pressões para gerar a inovação e modernização das empresas. Fenômenos semelhantes foram evidenciados na Europa e nos Estados Unidos, onde, em vários setores de negócios, ocorreram estudos comparativos com as empresas japonesas quanto à velocidade de adoção de novas tecnologias de produção (MANSFIELD; RAPOPORT; ROMEO, 1977; PREMKUMAR; RAMAMURTHY; NILAKANTA, 1994). No início dos anos 1990, sentiu-se a necessidade de uma estruturação tecnológica adequada para tornar o país mais competitivo. O governo divulgou nova política, estabelecendo programas de competitividade industrial e de qualidade e produtividade, vindo ao encontro da crescente conscientização quanto à urgência da mobilização do país na melhoria do seu posicionamento para a finalidade em questão (ALBUQUERQUE, 1992). A modernização é necessária num quadro econômico, social e político estável. Cresce e alastra-se a consciência de todos para a importância da tecnologia e competitividade (MARKOVITCH, 1991).

A criação dos fundos setoriais para financiamento de pesquisas, a formulação da Lei de Inovação e o crescimento na importância das Incubadoras de Empresas apontam para a tendência de se integrar experiências e práticas de inovação tecnológica (TRIGUEIRO, 2002).

O comportamento empreendedor, com a introdução e ampliação de inovações tecnológicas e organizacionais nas empresas, constituem fatores essenciais para as transformações na esfera econômica e seu desenvolvimento no longo prazo (SCHUMPETER, 1982).

O tema da inovação tem se mantido estreitamente ligado a preocupações de ordem econômica, como competitividade, pressões da demanda e investimento. Alguns autores têm chamado atenção para o desafio premente de se incluir

variáveis socioculturais nas avaliações e estudos sobre a implantação da inovação em contextos locais e nacionais (FLICHY, 1995; MACIEL, 1997).

Mais recentemente, os autores do risco social apontaram a crise das certezas do mundo contemporâneo, em que a contingência e a instabilidade das práticas tecnológicas repercutem diretamente na sociabilidade. O princípio de precaução e a desconfiança no desenvolvimento tecnológico vêm adquirindo proeminência no pensamento social contemporâneo (BRUESEKE, 2002).

Com a globalização da economia e a flexibilização dos formatos organizacionais envolvendo empresas, agências estatais e centros de pesquisa, a formação e o desenvolvimento de redes passa a ser um tema central dos pesquisadores sobre inovação (FREEMAN, 1992). Nesse contexto, em que a estrutura organizacional assentada nos fluxos de informação passa a ser mais essencial que os próprios produtos desenvolvidos a partir das atividades tecnológicas, estabelece-se um novo conceito, o de sistemas nacionais de inovação. As interações entre agentes econômicos, instituições de pesquisa e organismos governamentais estipulam ações recíprocas que geram a capacidade de desenvolvimento de condições de inovação. Políticas locais e setORIZADAS passam a ser imprescindíveis para a compreensão do potencial inovador de uma nação e região, independentemente da atividade específica de cada setor e das oscilações da demanda (CASSIOLATO; LASTRES, 2000).

Mañas (2001, p. 57) sugere que a busca da inovação pelas organizações como pressuposto à necessidade de serem competitivas, “manter-se vivo ou de atirar-se à frente dos concorrentes, é a noção fundamental da freqüente procura da inovação”. Enfatiza nas organizações que, no decorrer da sua existência, são possíveis ocorrências de mudanças em quatro áreas: empreendimento: mudanças no produto, serviço, mercado, negócio, etc.; estrutura: realocação de pessoal, hierarquias, unidades de negócios, departamentalização, redes, etc.; tecnologia: mudanças de processos, equipamentos, relação homem-máquina ou máquina-máquina; comportamento: mudança de atitudes e habilidades das pessoas.

Particularmente, a inovação tecnológica é o processo realizado por uma empresa para introduzir produtos e processos que incorporam novas soluções técnicas funcionais ou estéticas (MAÑAS, 2001).

Genericamente, a inovação pode ser definida como a introdução de algo melhor ou em substituição ao que já existia. Motta (1998) define que, na organização, significa algo específico e coletivo que altera crenças, hábitos e interesses sedimentados de indivíduos e grupos. Essa alteração deve se dar, obrigatoriamente, em direção a algo positivo e benéfico (ou, ao menos, que se crê assim). É diferente, portanto, da simples mudança, que pode ser positiva ou negativa. Outro traço importante da inovação, apontado por Motta (1998), é que ela sempre está relacionada a uma ruptura. Nessa perspectiva, Dosi (1998) afirma, ainda, que inovação engloba busca, descoberta, experimentação, desenvolvimento, imitação e adoção de novos produtos, novos processos de produção e novas formas organizacionais. Ainda segundo Motta (1998), a inovação pressupõe criatividade prévia, parte de um processo que descobre as próprias regras. Nesse sentido, a organização deve sempre procurar agir de forma proativa, em busca da inovação, e não ficar sujeita apenas à mudança adaptativa de forma reativa, ou seja, não esperar que os problemas surjam para, só então, inovar. Esse autor identifica quatro modelos de geração de inovações: intenção estratégica: transformações deliberadas racionalmente; reação adaptativa: mudança como resposta a problemas organizacionais; aprendizado contínuo: enfoque exploratório, não só para descobrir problemas, como também para solucioná-los; prática da pluralidade: coexistência de todos os modelos anteriores.

5.1.1 A importância da inovação

Jonash e Sommerlatte (2001) afirmam que a inovação impulsiona os ganhos das empresas, acelera o seu crescimento, garante uma vantagem sobre os concorrentes e agrada aos acionistas. Um fluxo contínuo de novos produtos e serviços, com novas formas de fazer negócios, conquistam o prêmio da inovação. Numa pesquisa envolvendo mais de 700 empresas do mundo inteiro, procuram a resposta para a pergunta: “Como as empresas inovadoras inovam?” Mais de 84% das respostas dos administradores gerais dessas empresas relataram que a inovação é agora uma importante variável estratégica para os negócios. Mais de 49% disseram ocorrer progresso das práticas administrativas para inovação dos negócios. A

surpresa ficou para 85% das respostas, nas quais foram apresentadas insatisfações sobre a forma de se administrar a inovação.

Muitas empresas ficam presas aos paradigmas tradicionais em suas estruturas e gestão, que reconhecem a pesquisa e o desenvolvimento como forças propulsoras fundamentais para o valor do negócio, mas não as incorporam como foco estratégico para o mercado e nem para as necessidades de manufatura. Vistas por essa maneira, a área de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) fica isolada, relegada à sua própria forma e desintegrada do composto organizacional, vista como centros de despesas, sem retorno. O quadro de pessoas perde a motivação e passa seus dias a imaginar variações sobre produtos e sistemas antigos, em vez de se dedicar ao inédito. Com essas características, convencionou-se chamar essa fase da P&D como a de primeira e segunda geração.

No início da década de 1990, as empresas, entendendo a importância do valor da inovação, incorporam a P&D como parte integrante da organização e administração. Um todo, estratégia e cultura, essa fase é considerada como terceira geração.

A quarta geração, em desenvolvimento em muitas empresas, é a da gerência da inovação, ampliando e incorporando os conceitos não somente para os colaboradores internos, mas também clientes, fornecedores e sócios estratégicos. Os métodos mais avançados incentivam as companhias a: criar e capturar novos valores e novas maneiras; formular novos produtos, serviços, processos e negócios; criar novas regras e oportunidades de conseguir vantagens competitivas com resultados inéditos.

Moore (*apud* PETERS, 1998, p. 72) apresenta dois pensamentos que sugerem ser a tônica para as empresas, empreendedores e dirigentes, quanto à postura na condução dos seus negócios: “a única vantagem competitiva sustentável é conseguida quando inova mais do que a concorrência”; a riqueza neste novo regime flui diretamente da inovação e não da otimização, isto é, não se conquista a riqueza aperfeiçoando-se o que já é conhecido, mas agarrando-se de forma imperfeita o desconhecido.

A inovação e a incorporação de tecnologias avançadas são fatores de competitividade diferenciados quando utilizadas pelas organizações. Jonash e Sommerlatte (2001, p. 37) afirmam que, setorialmente, 20% das empresas do topo do *ranking* citadas pela revista *Fortune* entre 1999 e 2000, gozam de um retorno para os acionistas, duas vezes maiores comparadas àquelas que não evidenciam a inovação como estratégias de negócios.

Hamel (2000, p. 145) apresenta o modelo de inovação para negócios radicais. Prega a inovação pela revolução. Na nova economia as empresas capazes de deflagrar revoluções setoriais serão aquelas que prosperarão. O novo ambiente não admitirá empresas com foco estratégico incremental. Neste princípio de século 21, deverão estar preparadas para a inovação radical, sendo esta, para tanto, a vantagem competitiva a ser considerada como estratégia de negócio. A Figura 1 demonstra o modelo da solução pela inovação de Hamel.

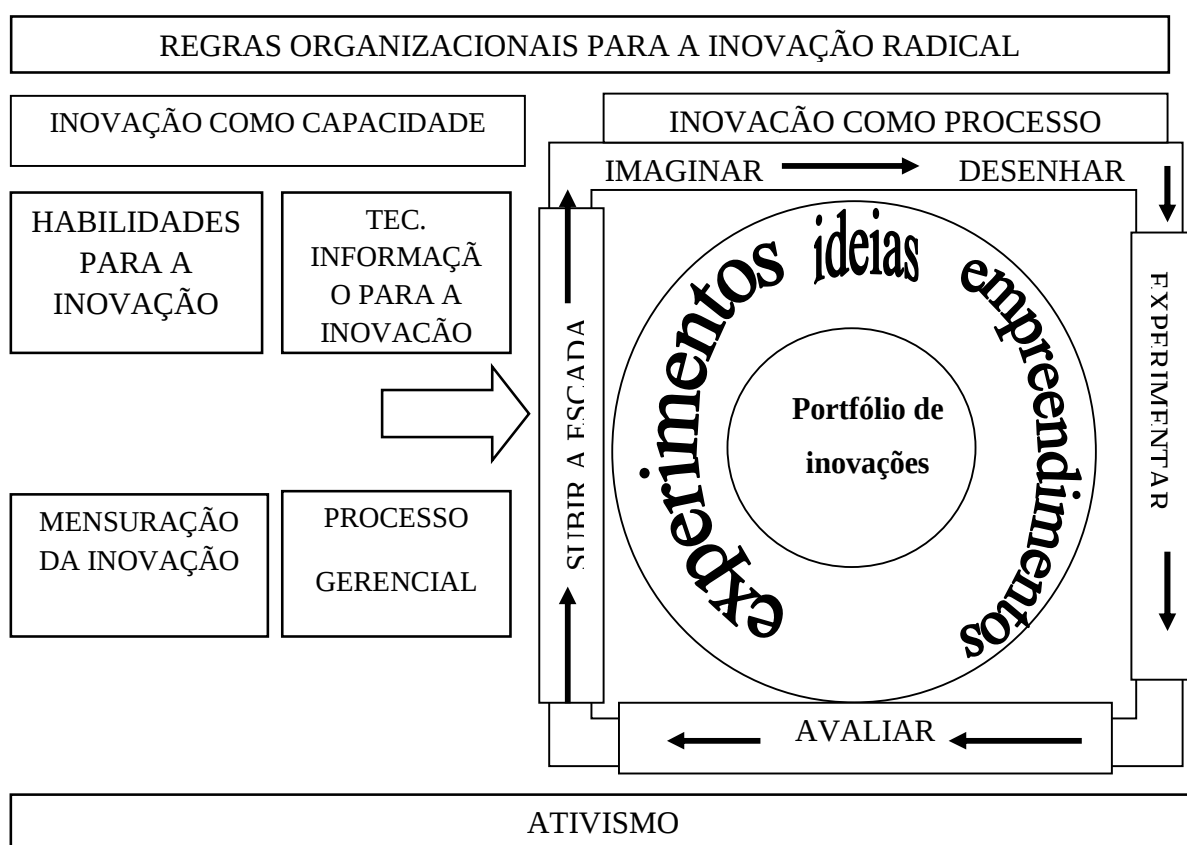


Figura 2 – Modelo de inovação para negócios radicais
Fonte: Hamel (2000, p. 146).

Ainda segundo Hamel (2000, p. 147), a inovação, como capacidade, corresponde a:

- Habilidade para a inovação significa romper com as atividades mentais tradicionais. Todas as pessoas na empresa precisam estar preparadas para a era da revolução. Serem sensíveis em captar, compreender, interagir e agir nas mudanças que estão acontecendo no

mercado e avaliar o que agrega ou não valor ao negócio. Determinar a taxa de decadência nas atuais formas de comercializar. Identificar e descobrir as ortodoxias estruturais de organização, de informação e comunicação descontínuas. Serem hábeis em inventar e reinventar os conceitos de negócios, ativando e desencadeando campanhas de inovações. Enfim, sistematizar e aplicar novas regras organizacionais em toda as áreas da empresa, coragem e iniciativa para desenvolver experimentos e testar novas ideias são necessidades que se apresentam.

– Mensurar a inovação. A maioria das empresas possui centenas de indicadores: de custo, eficiência, velocidade e satisfação do cliente, qualidade, ROI (*Return on Investment* – Retorno sobre o Investimento), EVA (*Economic Value Added* – Valor Econômico Agregado), etc., para aferir o seu desempenho. Até incentiva e remunera as pessoas para que melhorem esses indicadores. Além desses, precisarão criar indicadores voltados à inovação, sob pena de estarem conquistando pouca produtividade se comparadas ao analisar o seu desempenho com concorrentes inovadores. Hamel (2000, p. 149) sugere a mensuração pelo cálculo das variações no mercado, comparado ao valor de domínio. Utiliza o termo domínio e não setor, compreendendo nele todas as possibilidades e potencialidades que uma empresa tem em criar riquezas. O setor limita e o domínio alarga a cadeia de valores para o negócio. Exemplifica a mensuração inovadora pelo crescimento da capitalização do mercado; se, no ano 1, a empresa detinha 5% do domínio de mercado e no ano 5 chega a 10% ela foi inovadora em 100%. Os investidores verão os resultados pelo melhor desempenho na rentabilidade das suas ações e as pessoas da organização assistirão à essência da energia empresarial na busca da nova riqueza, estimulando e motivando-se no engajamento do círculo da inovação.

– A tecnologia da informação impacta e revoluciona intensamente a forma de atuação das organizações. Infiltra-se na gestão, solapa as hierarquias, redonda a média gerência, possibilita a comunicação externa em toda a cadeia de negócios e amplia a rede de conhecimentos. Todavia, poucas empresas vislumbram as potencialidades concretas da tecnologia da informação, colocando-a a serviço da inovação e institucionalizando-a de forma efetiva na estrutura de organização. Elas precisarão construir mercados e sistemas eletrônicos altamente eficientes para ideias, capital e talento. Com essa estratégia, surgirá o

mercado da inovação e não se pensará mais apenas na gestão do conhecimento, mas, sim, será a nova vanguarda da tecnologia da informação corporativa.

– Em grande parte os processos gerenciais das organizações ainda são exercidos de forma clássica e tradicional. Presos a calendários e datas, têm viés de conservadorismo em vez de propensão ao crescimento. Focam sempre nos mesmos modelos de negócios como ponto de partida; concentram-se nos clientes e mercados já conhecidos e são avessos ao risco. Partem de cima para baixo, em decisões fechadas nos círculos diretivos. A inovação necessita da quebra desse paradigma. A constituição de equipes multidisciplinares, municiadas de pessoas com formação inovadora e revolucionária, direcionadas para projetos específicos e determinados, com autonomia adequada aos propósitos da promoção às inovações não lineares e à criação da riqueza, será a fórmula para a mudança dos processos gerenciais.

A inovação como processo consiste em, apoiada na reformulação das regras organizacionais e nas inovações de capacidades, ser viabilizada pelos ativistas dentro de um progresso dinâmico, no qual o centro da roda da inovação será um conjunto de ideias (portfólio de inovações), imaginadas, desenhadas, experimentadas, avaliadas e, se concretas, são aceitas para a evolução e criação das novas riquezas (subir a escada). A velocidade da roda da inovação determina a capacidade da empresa de criação da nova riqueza. Portanto, o grau de diversidade, quantidade e qualidade do portfólio de ideias inovadoras é o eixo central detonador desse processo. Hamel (2000, p. 151) estabelece três tipos de portfólios distintos e correlatos: de ideias, sendo os de conceitos de negócios confiáveis, mas não testados; de experimentos, correspondendo às ideias com algum mérito nas quais são validadas por incursões de baixo custo no mercado; de novos empreendimentos, indicando os experimentos promissores que poderão ser implementados na busca da subida da escada.

5.2 Tecnologia

Etimologicamente, tecnologia significa “discurso sobre artes” (*logos* – discurso; *techene* – artes). Desde os primeiros registros históricos da existência do homem, este já empregava a tecnologia na construção dos seus primeiros instrumentos. Utilizada na Inglaterra a partir do século 13, a palavra tecnologia recebeu o significado de artes aplicadas. Modificada no seu conceito, representou, na metade do século 20, os meios e atividades através dos quais o homem procura modificar e manipular o seu meio ambiente.

Hoje, o termo tecnologia assume um sentido mais específico. Para Correa da Silva (1980, p. 67), “é o conhecimento específico, detalhado e exato de processos e produtos, obtidos através do estudo sistemático e da experimentação, e através da aplicação do conhecimento e da metodologia científica aos problemas de produção”.

Para Slack et al. (1999, p. 240-268),

as tecnologias de processos são máquinas, equipamentos e dispositivos que ajudam a produção a transformar materiais, informações e consumidores de forma a agregar valor e atingir os objetivos estratégicos da produção. As tecnologias de informação incluem dispositivos que coletam, manipulam, armazenam e distribuem a informação e estão presentes em todos os setores da empresa.

Para Frazier e Gaither (2001, p. 143-173),

tecnologia avançada e *high-tech* significa aplicar as mais recentes descobertas científicas ou da engenharia ao projeto de processos da produção [...] adicionalmente, nova tecnologia de produção quase sempre significa que uma tecnologia de informação e automação foi integrada aos processos de produção [...] o uso do termo automação significa atualmente integrar uma ampla variedade de avançadas descobertas de informação e engenharia nos processos de produção para fins estratégicos [...] o enorme crescimento no campo da automação industrial trouxe uma grande quantidade de máquinas automatizadas com recursos diversos: anexos de máquinas, máquinas de controles numéricos, robôs, inspeção automatizadas do controle de qualidade, sistemas automatizados de identificação, controles automáticos dos processos.

Nos últimos anos, o termo tecnologia passou a ser amplamente utilizado para descrever máquinas e equipamentos que utilizam computadores e eletrônica sofisticada. O computador foi acoplado às máquinas e aos equipamentos no último quarto do século 20, tornando-se o principal fator de reformulação dos processos de transformação de materiais, informações e de pessoas. Os caixas automáticos substituíram os processos manuais e mecânicos nas operações bancárias; nas fábricas de automóveis, operações inseguras e insalubres de soldagem foram substituídas por robôs; os computadores de bordo nos automóveis indicam rapidamente ao usuário o seu percurso, ou antecipam diretamente nos computadores das máquinas impressoras para serem processadas, finalizadas e distribuídas aos clientes do cliente. Esses são alguns exemplos da razão de as empresas estarem colocando a tecnologia com enfoque estratégico para os seus negócios: sendo ela o meio pelo qual os insumos e informações transformam-se em produtos e serviços, e é o foco primeiro de qualquer esforço da administração para melhorar o desempenho amplo da empresa pela produtividade (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2008, p. 115).

Para Slack et al. (1999, p. 240), numa organização, as tecnologias refletem no que as pessoas estão trabalhando e usando para executar esse trabalho. Em três áreas básicas aparecem os conceitos para a decisão e empregos de tecnologias: produto; processo; informação. Os executivos observam e têm interesse nesses três aspectos da tecnologia. A de produto é importante porque uma empresa precisa captar as expectativas dos consumidores, projetar os produtos e serviços originados de avanços tecnológicos. A de processo porque pode melhorar os métodos usados nos sistemas de produção e operação do serviço. A tecnologia da informação é importante por poder melhorar o modo como as informações são empregadas para operar todos os processos sistêmicos de cada área da empresa: possíveis problemas de manutenção; um número crescente de empresas de pequeno ou grande porte utiliza a multimídia e a interatividade simultânea para treinamento e desenvolvimento de pessoas, produtos e serviços; na área gráfica, informações são transmitidas instantaneamente para as empresas (jornais e revistas) em qualquer parte do mundo; artes finais são transmitidas em tempo real, aprovadas e gravadas.

5.2.1 Tipos de tecnologias

Frazier e Gaither (2001), Krajewski, Ritzman e Malhotra (2008) e Slack et al. (1999) discorrem sobre tecnologia e apresentam as seguintes informações.

A tecnologia de produto é desenvolvida por engenheiros e pesquisadores, que transformam ideias em novos produtos e serviços. Desenvolvem novos conhecimentos e maneiras para fazer coisas, adaptam e fundem capacitações convencionais, ampliando-as e traduzindo-as em novos valores para os clientes. Uma das tecnologias para esse propósito é o CAD (*Computer Aided Design* – desenho assistido por computador). Com os *softwares* gráficos e computacionais, a geometria de um produto ou componente pode ser exibida graficamente e manipulada em monitores de vídeo. Projetos alternativos podem ser rapidamente criados e avaliados, muitas vezes, eliminando o custo de desenvolvimento em escala natural e protótipos. O CAD permite o planejamento de produtos, assim como testá-los e até projetar ferramentas. Em rede ou utilizando a *Web Wide World*, integram-se em diferentes simultaneidades e locais geográficos, no desenvolvimento dos projetos, possibilitando velocidade, rapidez na criação e inovação de novos produtos.

As tecnologias de processos são os métodos e os recursos de máquinas e equipamentos pelas quais uma organização se apóia na aplicação e execução dos seus produtos e serviços. São muitas as tecnologias disponíveis para cada área funcional de uma empresa. Particularmente, na produção e nos processos de transformação de materiais, pode-se enumerar.

– CIM: manufatura integrada por computador. Goover (*apud* FRAIZER; GAITHER, 2001, p. 144) conceitua o CIM como “todas as operações da empresa relacionadas com a função de produção são incorporadas num sistema de computador integrado, para auxiliar, aumentar ou automatizar as operações. O sistema de computador abrange toda a empresa, alcançando todas as atividades que dão sustentação à manufatura. Nesse sistema integrado de computador, a saída de uma atividade serve como entrada para a atividade seguinte ao longo da cadeia de eventos, que se inicia com o pedido de vendas e culmina com a remessa do produto”. Entende-se que o CIM integra e interage com outros sistemas computacionais como CAD/CAM, MRP II; ERP e Cadeia de Suprimentos.

- CAM: manufatura com o auxílio do computador. É o uso do computador para programar, dirigir e controlar equipamentos de produção na fabricação de itens manufaturados. Preocupa-se com a automatização do planejamento e controle da produção, preparação de roteiro de produtos, geração de programas de controle numérico (NC), fixação de configurações das máquinas de produção e controle das operações e dos processos produtivos. Máquinas de controle numérico (NL) foram pioneiras entre as máquinas automáticas, entre as décadas de 1950 e 1980. Essas máquinas são programáveis inicialmente por fitas perfuradas e depois por fitas magnéticas e computadores para executar operações repetitivas. Leem as informações e depois as convertem em operações. Na evolução, o computador foi acoplado à própria máquina, passando sua denominação para CNC. Posteriormente, com o avanço da sofisticação da eletrônica e informática, as máquinas puderam ser integradas pelo DNC (Controle Numérico Direto), onde diversas máquinas são controladas por um único computador.
- Robôs: Joseph Engleberger é o autor aclamado dos robôs industriais. Essas máquinas, semelhantes aos humanos, realizam tarefas de produção. Manipulador reprogramável e multifuncional movimenta materiais, peças, ferramentas e dispositivos especializados. Seus movimentos são programados para a realização de grandes variedades de tarefas. O cérebro dessa máquina é um microcomputador.
- Anexos de máquinas: São acessórios, equipamentos que substituem o esforço humano e melhoram os tempos empregados nos processos. Esses dispositivos são integrados à tecnologia das máquinas principais. A robótica está sensivelmente avançada. Há grande variedade e tipos de robôs desempenhando muitas operações facilitadas por seus movimentos e recursos sensoriais.
- Sistemas automatizados dedicados: cada máquina desempenha operações específicas e próprias. Concluídas, são passadas à fase sequencial, até que produto e serviços estejam encerrados. Esses sistemas são empregados em fluxo contínuo de produção ou de montagem final.
- FMS: sistemas flexíveis de manufatura. São grupos de máquinas organizadas em sequência, ligadas por equipamentos automatizados de manuseio de materiais e

transferência, integrados e comandados por um computador. Nesses sistemas, os materiais e peças são introduzidos no processo. Um código é introduzido no computador para a identificação do produto. Cada máquina do FMS, ao encerrar a operação, transfere esse produto automaticamente para o estágio seguinte, até o final do processo. Cada máquina recebe suas configurações e instruções do computador, carrega e descarrega ferramentas, quando necessário. Conclui a produção ou serviço sem a necessidade de pessoas para cuidarem das operações.

– Sistemas automáticos de controle de qualidade: executam ampla variedade de testes e inspeções. São usados para medir e aferir propriedades de dimensões, físicas, de resistência, etc., comparando com as especificações de conformidade. As vantagens do seu emprego estão na realização da inspeção instantânea, demonstração dos resultados em tempo real, acuracidade dos dados e informações. Não destrói produtos nos testes, eliminando a perda de materiais, reduzindo, com isso, custos.

– Sistemas automáticos de processo: utilizando sensores de contato, força, proximidade, ótico, temperatura, os sistemas automáticos de processos leem e comparam-se aos padrões programados pelo computador, corrigindo e mantendo as condições de execução da produção e serviços.

– Sistemas automatizados de identificação: pelo uso dos códigos de barras, radiofrequência, cintas magnéticas, reconhecimento ótico e sensores, os dados de produtos, documentos, peças e recipientes são lidos e repassam os dados e informações para o computador, sem a interferência das pessoas.

– Sistemas automatizados de armazenamento e recuperação: são sistemas para receber pedidos em qualquer fase dos processos, coletar materiais dos armazéns e dispô-los nas estações de trabalho. Existem três elementos importantes nesse sistema: computadores e sistema de comunicação: usados para fazer pedidos, localizar, separar e dispor para entrega, os materiais para o processo produtivo; sistemas de manipulação e entrega de materiais: contêineres de materiais são carregados e entregues nos almoxarifados. Similarmente, quando são requisitados, são automaticamente carregados e entregues nas estações de trabalho. Nesse sistema são usadas correias transportadoras, comandadas por computador, robôs e também veículos guiados automaticamente (AGVS), sem a presença

humana. Os AGVS são trens, tratores e caminhões que seguem faixas e linhas eletromagnéticas ou são comandados por controle remoto; sistemas de recuperação e armazenamento em armazéns – utilizando contentores e contêineres padronizados, os materiais são armazenados e retirados mediante o direcionamento codificado e determinado por um computador. Uma máquina (robô) é orientada pelo computador e faz o transporte para armazenar e retirar os materiais a partir de um ponto de coleta e entrega.

A tecnologia da informação compreende todos os dispositivos, máquinas, periféricos, sistemas e programas, usados nos processamentos de comunicação e armazenamento de dados e informações. É fundamental para as operações em qualquer lugar e tempo, ao longo da cadeia produtiva e em todas as áreas funcionais de uma organização. A informática, pelos computadores, e as telecomunicações fazem a base dessa tecnologia. As empresas agora podem realizar tarefas antes inimagináveis, como acessar dados e informações simultaneamente, em locais diversos e para as mais variadas funções e finalidades. Facilita a coordenação interfuncional e une os processos básicos da empresa. São elementos da tecnologia da informação: *hardware*, *softwares*, banco de dados, telecomunicações.

Hardware é o computador, os dispositivos e equipamentos ligados a ele. O processador, semicondutor, monitores, teclados, impressoras, modem, fax, etc., são elementos que o compõem.

Denominam-se *softwares* os programas do computador que fazem operar e realizar as mais diferentes e variadas tarefas de aplicação. Os aplicativos representam o que os usuários do computador utilizam. Permitem que os dados e informações sejam registrados, processados e apresentados como valioso resultado para o desempenho das pessoas e a administração da empresa.

Os especialistas em sistemas de informações trabalham com os dirigentes das organizações, decidem e indicam os sistemas que devem utilizar os tipos de informações relevantes e quem deve ter acesso a elas. Existem muitos *softwares* disponíveis para aplicativos em todas as áreas funcionais de uma empresa: finanças e contabilidade, engenharia, produção, manutenção, materiais, compras, vendas e *marketing* e gestão de pessoas. Podem estar integradas na gestão pelo ERP (*Enterprise Resources Planning*), Cadeia de Suprimentos, ou estarem utilizando a *World Wide Web* (Internet) para suas práticas como o

e-commerce (comércio eletrônico) pelo B2B (*Business to business*) ou B2C (*Business to consumer*). Outra forma seria a utilização do sistema EDS (troca de informações eletrônicas).

Os bancos de dados são conjuntos de dados inter-relacionados ou informações armazenadas em dispositivos de armazenagem, tais como: disco rígido do computador, CD (*compact disk*), disquetes ou fitas. Controles dos estoques, demanda dos clientes, custos, características particulares dos clientes internos e externos, são exemplos de bancos de dados.

Milhares de bancos de dados *on-line* também se encontram disponíveis comercialmente: alguns são em base numérica, como os indicadores econômicos, preços de ações, etc., outros construídos por palavras-chave, como dados sobre tempo, textos de jornais e revistas, etc. O importante do banco de dados é o de representar e ser fator fundamental nos processos de gestão das organizações.

Fibras óticas, telefones, modems, fax, satélites e seus componentes tornam possíveis as redes eletrônicas. Com o uso de *software* compatível permite aos usuários de computadores comunicarem-se em locais diferentes, em qualquer tempo, inclusive real. Esses são os componentes da tecnologia de telecomunicações, que mudaram e estão mudando os paradigmas da gestão dos negócios das empresas.

Apresentam-se, assim, todos os indicadores a serem considerados pelos empreendedores e gestores quanto à definição estratégica na adoção de tecnologias, compatíveis com a inovação e para a dinâmica dos negócios. O seu entendimento quanto à escolha, utilizando modelos de decisões adequados, e as ações planejadas, organizadas e implementadas decorrentes, possibilitarão e determinarão um nível de competências do gerenciamento e competitividade das instituições empresariais.

5.3 Modelos de decisão em adoção de inovação e tecnologia

Iansiti e West (1999) analisaram o processo de inovação na adoção de tecnologias. Segundo os autores, dois fatores criam uma conjuntura singular: altos valores de investimentos e mercados voláteis e dinâmicos implicam em grandes riscos financeiros. Essa conjuntura posiciona o mercado e exige desenvolvimento eficiente e rápido. Moore (1964 *apud* MANÃS, p. 51) exemplifica que os circuitos integrados duplicam sua capacidade a cada um ano e meio ou dois anos. Considerando a estrutura do processo de inovação e na adoção de tecnologias, esses autores apresentam um modelo com três passos principais: geração de uma ampla variedade de opções tecnológicas, como resultado de pesquisa realizada dentro e fora da empresa; estruturação de uma equipe multidisciplinar, denominada equipe de integração, que investiga, seleciona e refina as opções, inclusive, utilizando instalações experimentais extensivas; essa equipe, junto com especialistas da área de desenvolvimento, completa a criação de um novo processo ou produto tecnológico.

A produção e a circulação de conhecimento, tácito ou codificado, passam a ser consideradas um elemento essencial para a efetivação das práticas de inovação tecnológica. A passagem de formas de conhecimento, em atuação pública ou privada, redefine o sentido da inovação de modo que

a capacidade de gerar, de adaptar e recontextualizar de aplicar conhecimentos, de acordo com as necessidades de cada organização, país e localidade, é, portanto, central. Desse modo, tão importante quanto a capacidade de produzir novo conhecimento é a capacidade de processar e recriar conhecimento, por meio de processos de aprendizado; e, mais ainda, a capacidade de converter esse conhecimento em ação, ou, mais especificamente, em inovação [...]. (ALBAGLI; MACIEL, 2004, p. 9-16).

Nessa linha de pensamento, Lemos (2000, p. 157-179) diz que,

[...] com o potencial oferecido pelos novos meios técnicos disponibilizados com as tecnologias de informação, intensifica-se a geração e absorção de conhecimento e as possibilidades de implementação das inovações. As exigências de especialização ao longo da cadeia de produção se tornam cada vez maiores. As novas

tecnologias acarretam, assim, tanto os meios para a cooperação, como a necessidade de criação de mais intensivas e variadas formas de interação e aprendizado intensivo. [...] Indica-se uma tendência crescente de constituição de formatos organizacionais específicos entre diferentes tipos de agentes sociais e econômicos, em ambientes propícios para a geração de inovações, envolvendo desde etapas de pesquisa e desenvolvimento e produção, até a comercialização. Tais formas de interação vêm interligando as diversas unidades de uma empresa, bem como articulam diferentes empresas e outros agentes... visando promover uma fertilização cruzada de idéias, responder e se adequar às rápidas alterações, com a promoção de mudanças e aperfeiçoamentos nas estruturas de pesquisa, produção e comercialização.

Nonaka e Takeuchi (1997, p. 57), estudando as empresas japonesas, atribuíram o sucesso da escolha e adoção de tecnologias e inovação às habilidades técnicas das pessoas e à criação do conhecimento organizacional. Dois níveis ocorrem nesse processo: 1) interação entre o conhecimento tácito e o explícito. O conhecimento tácito é o pessoal, vindo das experiências individuais. São incorporados crenças, perspectivas, sistemas e valores pessoais e, portanto, não formais e intangíveis, próprios dos modelos mentais das pessoas. O conhecimento explícito é aquele articulado pela linguagem formal, afirmações, expressões e especificações e, assim, pode ser transmitido. 2) Passagem do conhecimento individual para o grupal e finalizando para o organizacional. A espiral do conhecimento de Nonaka e Takeuchi dá-se pela socialização, externalização, combinação e internalização. Na socialização, a interação é fomentada pela troca de experiências e os modelos mentais são compartilhados pelos participantes. A externalização dá-se pelo diálogo e reflexão coletiva. São empregadas metáforas (olhar atrás das chaminés) e analogias. Assim, o conhecimento tácito oculto é articulado e externalizado. No terceiro momento, o conhecimento recém-criado agrega-se e relaciona-se aos conhecimentos já existentes. Por fim, a internalização ocorre pela vivência e troca de experiências pelo aprender fazendo.

Mohr (1987), Langley e Traux (1994) oferecem duas abordagens diferentes para investigar os fenômenos organizacionais quanto às decisões em inovações tecnológicas: modelo de variância e modelo de processo. Os modelos de variância focalizam a correlação entre grupos de variáveis, procurando resultados específicos. Os de processos

demonstram e compreendem a sequência dos eventos. As pesquisas sobre adoção de tecnologias têm optado pelo modelo de variância. Consideram ampla gama de empresas e, geralmente, identificam fatores do seu ambiente, a organização e a gestão, distinguindo as adotantes e não adotantes de tecnologias. No entanto, não se empenham em examinar como esses elementos emergem, evoluem e interagem na sequência dos eventos no tempo para a produção de resultados. Assim, tem-se a caracterização geral da distinção entre as inovadoras e não inovadoras, sem, contudo, explicar como ocorreu a passagem entre as fases evolutivas. Portanto, essas lacunas são preenchidas pelo emprego do modelo de processo.

Outros modelos de processos são disponibilizados pela literatura existente para a compreensão da adoção de tecnologias: sequenciais, políticos, casuais e de classificação taxonômica.

O modelo sequencial é a decisão decomposta de certo número de fases, cada qual com diferentes atividades. Desenvolvido por Rogers (1995) e ampliado pelas importantes contribuições de Mintzberg, Raisinghani e Theoret (1976) e de Nutt (1984) mostram as fases do processo de decisão nas empresas: Rogers (1995) – fases – conhecimento, persuasão, decisão, implementação e confirmação; Mintzberg, Raisinghani e Theoret (1976) – identificação (reconhecimento e diagnóstico), desenvolvimento (procura, *design*), seleção (visualização, avaliação, escolha, autorização), outros componentes; reciclagem e interrupções; Nutt (1984) – formulação, conceituação, detalhamento, avaliação e implementação.

A escolha do modelo de processo sequencial critica a simplicidade e considera fenômenos sociais e políticos. Porém, observada a ocorrência de decisões para tecnologias em empresas de menor porte, estas são centralizadas e, naturalmente, mais simples, privilegiando as sequências unitárias.

O modelo político de Dean (1987) sugere a persuasão exercida pelo líder, com sua influência no processo de decisão na inovação tecnológica. Meredith (1987) e Noori (1987) contrapõem-se a esse modelo; posicionam que as barreiras para as novas tecnologias estão mais nos recursos financeiros e na frequência da falta de habilidades dos usuários da inovação.

Mohr (1987), em seu modelo casual, ilustra que a natureza das decisões não é determinística, mas identifica e posiciona que o processo de adoção de inovação tecnológica é, na realidade, o resultado de procedimentos operacionais padronizados, denominados por ele “rotinas organizacionais”, que induzem as necessidades da inovação, daí, o nome casual. O autor sugere dez tipos de rotinas e defende que, quanto maior o número dessas rotinas adotadas pelas empresas, maior a probabilidade da existência da inovação tecnológica.

Freeman (1975), Ansoff (1976), Ansoff e Stewart (1981), Maidique e Patch (1982) e Hamilton (1985) desenvolveram taxionomias que permitem classificar as empresas quanto à estratégia tecnológica adotada. Freeman (1975) propõe seis estratégias tecnológicas: ofensiva, defensiva, imitativa, dependente, oportunista e tradicional. A Tabela 1 mostra com detalhe as variáveis compostas no seu modelo. O autor conceitua:

– Estratégia ofensiva: adotada pelas empresas que decidiram pela liderança técnica e de mercado. Situam-se à frente de suas concorrentes, sempre lançando novos produtos. Investem em pesquisa e desenvolvimento e são ágeis na exploração de novas oportunidades. Estão sempre em comunicação com a comunidade científico-tecnológica, permitindo-lhes estar à frente no acesso ao conhecimento, alargando suas fronteiras. Dedicam-se às pesquisas aplicadas e básicas. Procuram estabelecer patentes para assegurar a condição de liderança. A inovação é um de seus propósitos imediatos. Não descuidam do desenvolvimento de atividades experimentais, projetos de engenharia e de produção para resolver seus problemas industriais e de negócios. Mantêm programas de treinamento para seus funcionários estendido a clientes, imprescindíveis para a boa absorção e difusão da tecnologia e produtos.

– Estratégia defensiva: desenvolvem a mesma postura e ações que a das empresas ofensivas. Todavia, divergem quanto ao risco dos investimentos. As defensivas são seguidoras das ofensivas. Mantêm-se na dianteira, aproveitando-se do conhecimento, experiências dos erros e acertos das empresas ofensivas e capitalizam o resultado. Nesse caso, as patentes são objeto de negociação, atenuando o monopólio das inovadoras ofensivas. Nessas empresas, o *marketing* é bastante desenvolvido, uma vez que concorrem com produtos e processos no mercado.

Tabela 1 – Estratégia de inovação tecnológica

Atividade técnica e científica	Pesquisa		Desenvolvimento experimental		Projeto de engenharia		Engenharia de projetos e controle de qualidade		Serviço técnico	Patentes	Informação científica e técnica	Educação e treinamento	Previsão longo prazo e planejamento de produtos
	básica	aplicada											
Ofensiva	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5
Defensiva	2	3	5	5	5	5	4	4	3	4	5	4	4
Imitativa	1	2	3	3	4	4	5	5	2	2	5	3	3
Dependente	1	1	2	2	3	3	5	5	1	1	3	3	2
Tradicional	1	1	1	1	1	1	5	5	1	1	1	1	1
Oportunista	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	5

Observação: A escala de 1 a 5 apresentada indica “de fraco (ou não existente) a muito forte”.

Fonte: Freeman (1975, p. 135).

- Estratégia imitativa: são empresas tipicamente seguidoras das líderes de mercado. Investem pouco em pesquisa. Concentram seus esforços na engenharia de produto e *design*. Suas estratégias de negócio são custos e preços baixos. Geralmente não têm domínio de patentes, adquirindo licenças para o *know-how*. São alternativas para os consumidores. Preocupam-se com a informação de tecnologias e do mercado como forma de avaliar e selecionar sua postura para processos e produtos.
- Estratégias dependentes: são empresas periféricas, sem qualquer conhecimento produzido. Submissas, só produzem sob encomenda, ordens de clientes ou orientação da matriz. Portanto, não têm pesquisa e desenvolvimento e suas funções concentram-se em produção e *marketing*.
- Estratégia oportunista: ocupam nichos de mercado. Essas empresas têm especial habilidade para identificar oportunidades no ambiente, particularmente as surgidas por mudanças. Evidentemente, essa postura não exige investimentos em pesquisa e desenvolvimento.
- Estratégia tradicional: de forma implícita ou explícita, a estratégia dessas empresas consiste em atuar num mercado maduro, *commodities*, em que as mudanças técnicas e de produtos processam-se lentamente, não sendo sentida a necessidade de inovação. Essas empresas não sobrevivem às rápidas mudanças ambientais. Na prática, as alterações inovadoras ocorrem em *design* de produtos já existentes, embalagens, etc.

Independentemente de cada modelo, qualquer que seja o referenciado e seguido pelas organizações, um fator em comum se apresenta em todos eles: a padronização nos vários aspectos de funcionamento das empresas. Os padrões são as formas estabelecidas para a transferência e memorização dos conhecimentos, processos, produtos e serviços. Com variadas tipologias, instrumentos, dispositivos, artefatos, modelos, fórmulas, desenhos, etc., são extremamente importantes na manutenção e incrementos de experiências. São parâmetros e propiciam os critérios de comparação. A inexistência de padrões é um complicador para as empresas inovadoras. Por isso, cada padrão é o resultado que reflete uma situação. Com o desenvolvimento do conhecimento e da ciência, incorpora o novo, portanto, modifica-se. As empresas competitivas encontram, certamente, a liderança interagindo e participando exaustivamente desse processo.

Raupp (2003, p. 52) argumenta, em seu modelo de tecnologias de gestão, que toda a lógica do conteúdo de mudanças parte da dinâmica do mercado e da geração de uma visão definida pela organização. A partir desses fatores, o empreendedor decide sobre as estratégias do negócio e estratégias funcionais, estabelecendo os arranjos para as inovações organizacionais e inovações tecnológicas, como forma de implantar e executar os objetivos e metas do planejamento estratégico. A Figura 2 representa esses arranjos.

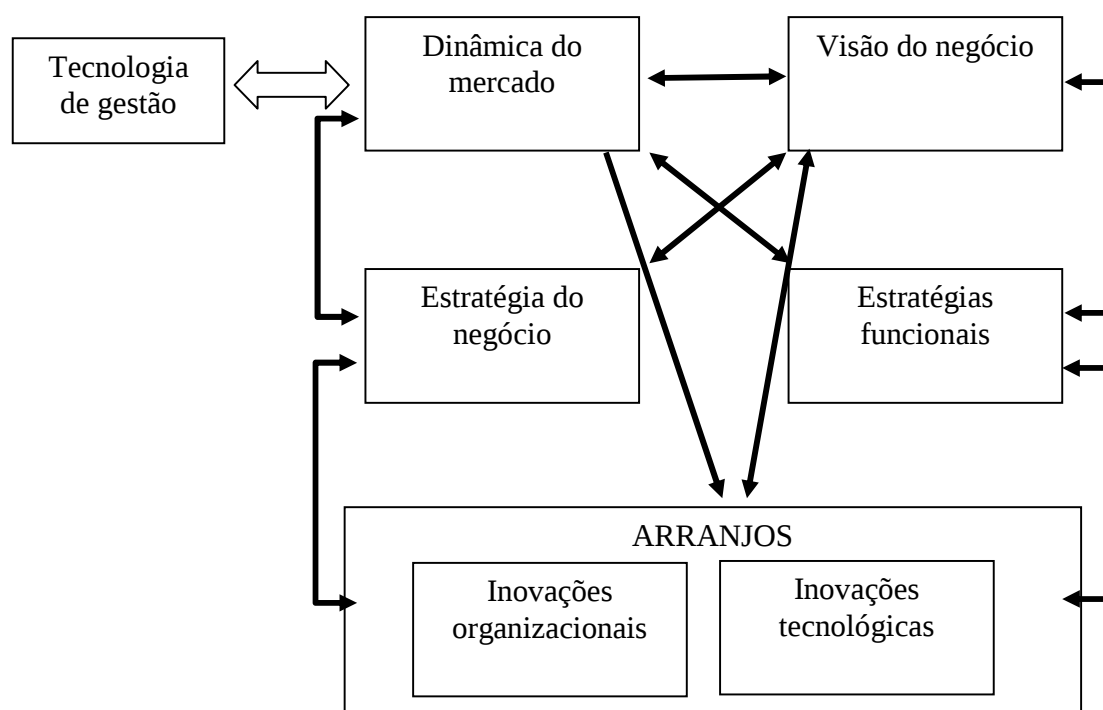


Figura 3 – Representação geral da lógica do conteúdo das mudanças em tecnologias de gestão
Fonte: Raupp (2003, p. 54).

Esse processo tem uma dinâmica acelerada e exige respostas rápidas diante das turbulências ambientais em que as empresas atuam. As novas tecnologias de processos para produtos e serviços são uma condição essencial e imperativa para facilitar as decisões, acompanhar e antecipar as diretrizes dos negócios, apresentadas no seu modelo que as decisões sobre as inovações tecnológicas partem da própria estrutura organizacional planejada e fundamenta no que chamou de infraestrutura tecnológica, conforme mostra a Figura 3.

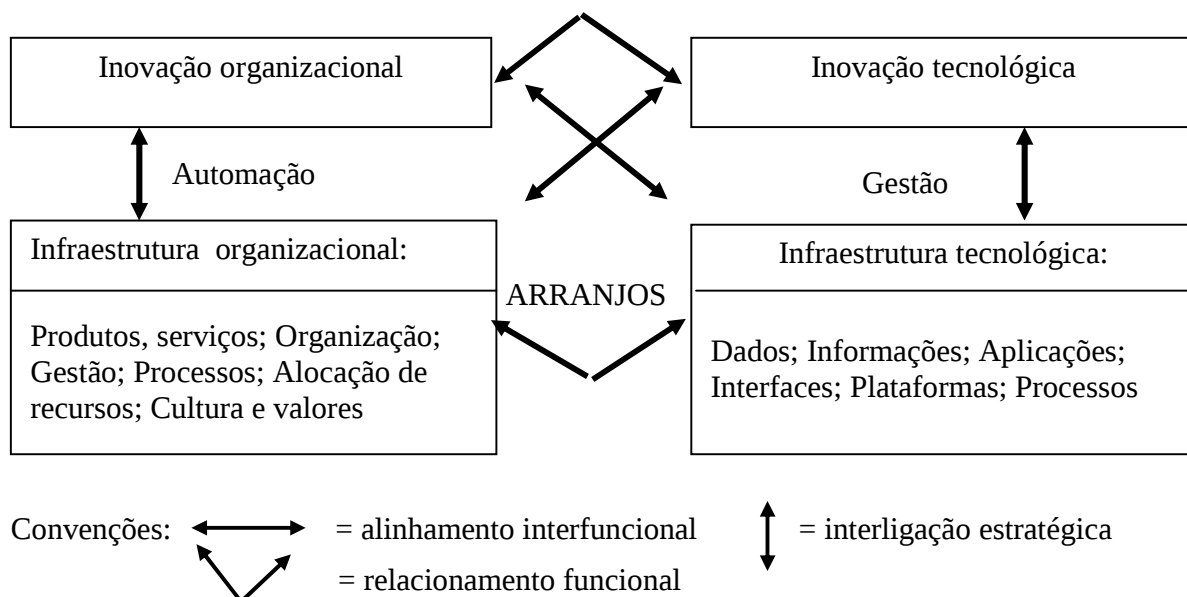


Figura 4 – Arranjos entre as inovações tecnológicas e organizacionais
 Fonte: Raupp (2003, p. 55).

A inovação e a adoção de tecnologias avançadas dependem fundamentalmente do comportamento humano e do desenvolvimento organizacional. A mudança de mentalidade é o ponto de partida na quebra dos paradigmas tradicionais e inibidores para o novo. Para fazer a organização apoiar a inovação de geração mais avançada será necessário incentivar a colaboração e premiar as iniciativas mais arriscadas. É uma atitude que precisa estar evidente em toda a estrutura da organização e na mente das pessoas.

Ninguém, além do próprio homem, pode decidir sobre o que rever, reestruturar ou mudar. Isso é possível quando se sente a necessidade de soluções para problemas defrontados, objetivos e metas claramente aceitas e incorporadas.

As propostas de Christensen (1995, 1996) de analisar ativos (recursos e capacidades) e ligações entre esses ativos com a finalidade de produzir e explorar comercialmente inovações tecnológicas resultam na estrutura conceitual conforme mostra a Figura 4.

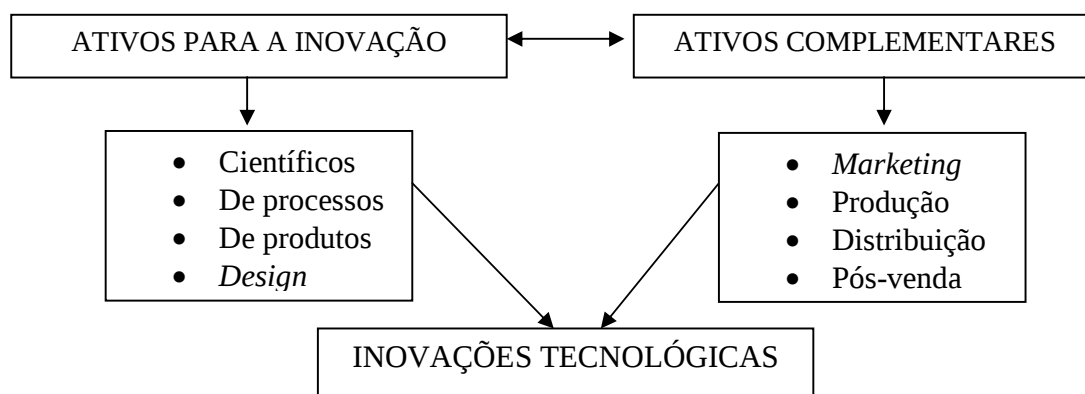


Figura 5 – Determinantes da inovação tecnológica

Christensen (1996, p. 193-209) define:

- Ativos para a pesquisa científica (correspondendo ao componente P em P&D) envolvem tanto a pesquisa básica de natureza pré-competitiva e aplicada quanto a pesquisa industrial, que fornece os insumos diretos para utilização no desenvolvimento de processos e novos produtos;
- Ativos para inovação de processo compreendem tanto os recursos e capacidades tangíveis (*hardware*) utilizados para as inovações de processo quanto as capacidades sistêmicas (tácitas) envolvidas no desenvolvimento de sistemas de produção, logísticas interior e exterior, controle de qualidade e leiaute;
- Ativos para inovação de produto são os recursos e capacidades (excluídos os tipos descritos em “a” e “d”) necessários ao desenvolvimento de produtos, tais como: engenharia de produto, instrumentação e desenvolvimento de *software*;
- Ativos relativos ao *design* estético são comumente considerados parte da função de *marketing* de desenvolvimento de produtos; mas eles também podem ser considerados como uma parte distinta, cuja principal função é fazer a ponte entre as características técnicas e funcionais do produto com os atributos de *marketing*.

Essas categorias de ativos para a inovação representam um modelo compreensivo para entendimento da base multidimensional do processo de inovação dentro das empresas. Enquanto em algumas empresas o processo é mais concentrado na pesquisa formal, em outras predominam formas diversas de aprendizagem interna ou *design* estético.

Porém, a maioria das empresas utiliza mais de uma categoria de ativo. Christensen (1995, 1996) inspirou-se no arcabouço desenvolvido pela economia dos custos de transação, mais particularmente na análise da especificidade de ativos, para avaliar e caracterizar o grau pelo qual certas atividades inovadoras baseadas em um tipo de ativo dependem de outro ou de outros ativos. Assim, o grau de especificidade entre ativos é baixo, se a atividade inovadora se relaciona a apenas um tipo de ativo. O grau pode ser considerado alto, se houver a conexão de dois ou mais tipos de ativos, como pode ser exemplificado por uma situação em que uma inovação de produto requer alterações radicais no processo de produção e/ou foi baseada em atividades prévias de pesquisa científica. Três categorias de indicadores de ativos para inovação são avaliadas: investimento em P&D; contratos externos, objetivando o desenvolvimento de inovações; e, investimentos em tecnologias desenvolvidas externamente à empresa. Com relação à integração vertical, propõe-se que o nível mais elevado de integração favorece uma maior intensidade inovadora. Porém, esse relacionamento é mediado por outras variáveis, tais como especificidade dos ativos, tipo de inovação (autônoma ou sistêmica) e nível de apropriabilidade tecnológica. As proposições predominantes são de que a integração vertical favorece a inovação, quando existe alto nível de especificidade de ativos, predominância de inovações sistêmicas e baixo nível de apropriabilidade.

5.4 Adoção de inovações e tecnologias

A empresa moderna é uma evolução da organização surgida desde a Revolução Industrial. Representa um paradigma na história da humanidade e muito contribuiu para o mundo como hoje o conhecemos. Na ótica da administração, merecem destaque: a substituição do trabalho braçal pelo mecânico, liberando o homem para pensar; o desenvolvimento das tecnologias decorrentes da especialização e do conceito da subdivisão do trabalho; a evolução social pelo atendimento das necessidades e satisfações pessoais, permitidas pela produção de escala e criação dos conceitos de mercado.

Vinda do capitalismo mercantilista e atuando numa sociedade primitiva, a empresa, nos primórdios, tinha como único objetivo o lucro. Em menos de 200 anos, o capitalismo selvagem evoluiu para um mundo de concorrência selvagem, onde o lucro, referência da eficiência, tornou-se, para a sobrevivência do negócio, o verdadeiro objetivo empresarial. A exclusiva lógica do lucro não leva em consideração a pesquisa e o desenvolvimento, a inovação, a tecnologia, as questões ambientais e mesmo o ser humano como pessoa e a própria empresa como entidade perene. A sobrevivência passou a ser a competência de a empresa alcançar: rentabilidade, estrutura de capital, grau de endividamento, políticas de distribuição de dividendos e lucros aos acionistas e colaboradores; domínio e participação nos mercados, produtos e serviços essenciais e inovadores, a excelência em qualidade, imagem responsável e séria; domínio de novas e atualizadas tecnologias em toda a estrutura do negócio; capacidade de produzir e atrair talentos e ser competente na eficácia gerencial e operacional, possibilitando elevado clima no ambiente da gestão de pessoas. (TACHIZAWA, 1997, p. 42).

Com esse conjunto de objetivos e metas o planejamento estratégico da empresa será estabelecido, respeitando-se as situações, cenários contingenciais e projetados. A sobrevivência dependerá das decisões e prioridades determinadas pelos seus dirigentes.

5.4.1 A empresa, decisões estratégicas e a adoção de inovações e tecnologias

Tachizawa (1997, p. 57) estabelece o conceito recente para a empresa como:

[...] um conjunto interativo de pessoas ou de organismos é uma sociedade. Seus objetivos prioritários são os econômicos, tais como rentabilidade, endividamento, participação no mercado, qualidade de produtos e serviços, inovação, qualidade gerencial, produtividade, eficiência operacional, etc.

Em resumo, a empresa é uma sociedade econômica, deve garantir a satisfação das pessoas e ter um conjunto de valores compartilhados orientados para um comportamento e ação para atingir seu planejamento estratégico.

Atualmente, um dos principais componentes no processo de decisões estratégicas das empresas encontra-se nos desafios criados pela Revolução Tecnológica.

Nos últimos 50 anos, a era da informação (NAISBIH, 1999, p. 184 - 206) constituiu a terceira onda, na qual novas tecnologias da eletrônica, informática e teleprocessamento tornaram defasados os processos de decisão e gestão às respostas que a nova organização requer dos executivos. A postura gerencial responde, ainda em muitas empresas, num ambiente da economia industrial (segunda onda), estando defasada em suas técnicas, métodos de gestão e tecnologias disponíveis. Todavia, observam-se, também, movimentos até mesmo provocados pela própria intensificação dos acelerados avanços das tecnologias. A defasagem entre a natureza dos novos paradigmas das organizações, os desafios da Revolução Tecnológica e as respostas dadas por seus executivos, gradativamente, iniciados por aplicações estruturadas e evoluindo para banco de dados, teleprocessamento, computação pessoal, redes e processamentos distribuídos, estão levando empresas e executivos a se adequarem, equilibrando-se nos padrões de decisão e de organização estrutural.

Os administradores devem estar conscientes das mudanças, prevendo seus impactos e antecipando-se a elas. Inovações radicais ou incrementais produzem profundas transformações nas organizações, no trabalho, na sociedade e no cotidiano das pessoas. Dominar as mudanças e não ser por elas dominados; “apressar o advento controlado, seletivo, das tecnologias do amanhã” (TOFFLER, 1980 *apud* MAÑAS, 2001, p. 45).

Nas empresas industriais a tecnologia tem sido mais impactada. Em consequência, a fábrica mudou e continua aceleradamente mudando; a automação integrada ou flexível, computadorizada, a gestão integrada nos sistemas operacionais de informações, elaboração dos projetos pela tecnologia da informática e computacional, a comunicação eletrônica, superaram a racionalidade da moderna fábrica eletromecânica. Esses impactos já se estendem para o setor de serviços. As tecnologias e inovações apresentam-se como necessárias para a competitividade das organizações, tornando-se objeto das suas estratégias. Possibilitam

novas oportunidades de negócios e abertura de mercados; desenvolvimento próprio de capacitação tecnológica; elevação do padrão de qualidade dos produtos e serviços; desenvolvimento da capacitação técnica e gerencial das pessoas, elevando o nível de motivação, satisfação e autoestima; diminuição dos níveis de perdas, refugos e resíduos, contribuindo em economias de materiais, tempos, melhorando custos e preços; melhoria da produtividade pela racionalização e modernização dos processos produtivos e operacionais; resposta aos interesses da sociedade com produtos e serviços de qualidade, no tempo requerido, disponíveis, com bons preços (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2008, p. 99-201).

Segundo Mañas (2001, p. 89), as estratégias de adoção de novas tecnologias e de inovações devem estar estruturadas e planejadas pelas empresas. Essas características devem privilegiar: orientação e determinação dos objetivos; consideração de horizontes de longos e não somente de médios e curtos prazos; estabelecimento de orçamentos adequados; intensa interação com o ambiente exterior; adoção de processos decisórios rápidos e flexíveis; estruturação da organização e sistemas de procedimentos, incorporando a gestão da inovação e tecnologias: suporte técnico, incentivos salariais e planos de carreira, reconhecimento, autonomia, etc. Por outro lado, geralmente, todas as ações inovadoras, e principalmente tecnológicas, encontram barreiras à sua aceitação. Informa que nas empresas podem ser encontrados: falta de interação e sinergia com informações pertinentes, quer internas quanto externas, decorrência de isolamento da alta administração; intolerância com os pesquisadores e inovadores, vistos como desequilibrados e fora do sistema; convivência com rotinas específicas e deterministas sufocando e não permitindo fluir ideias inovadoras nas ações gerenciais imediatistas; racionalismo e burocracia com suas normas e diretrizes rígidas, tornando-as um fim em si mesmas; gestão e ações autocráticas, impondo padrões passivos de comportamentos, inibindo a criatividade e participação das pessoas; falta de recursos financeiros, estruturais, técnicos e operacionais, para P&D.

Mañas (2001, p. 103), entre as principais condições que as empresas precisam satisfazer para tornarem-se potências inovadoras, sugere: comprometimento da alta administração e de toda a corporação (a inovação leva a lucros mais significativos e é o elemento propulsor do crescimento das organizações); o processo de adoção tecnológica e de

inovação deve abranger toda a cadeia de valores do negócio; a administração deve, especificamente, empregar técnicas disciplinadas, como visão, roteiro, detalhamento, competências essenciais, etc., e ter como expectativa a criação de valores nos vários estágios da cadeia: produtos, processos, serviços, *marketing*, vendas, consumidores, etc.; impulsionar o processo de inovação e tecnologia para obtenção dos melhores recursos tanto internos quanto externos; internamente, devem ser analisados os recursos disponíveis, materiais e pessoais, direcionando-os para a inovação, pesquisa e desenvolvimento; externamente, parcerias devem ser buscadas: universidades, fornecedores, clientes e outras instituições; a estrutura e a cultura da organização devem estar preparadas, transformadas, direcionadas e comprometidas para cultivar e implementar um bom desempenho para a inovação.

Quaisquer planejamentos, planos e programas de inovação e tecnologias de última geração fracassarão se os valores e visões de uma cultura inovadora não forem compartilhados. Talvez, essa seja a barreira mais difícil que a administração e empresas precisarão romper e melhorar, como também encontrar formas de superar dificuldades. Algumas técnicas apontadas por Mañas (2001, p. 114) podem ajudar nesse processo: adotar as inovações, liderando pelo exemplo; a visão compartilhada pela administração fomentará valores comuns, orientadores e reduzirá a supervisão sobre as ações dos subalternos; montar equipes interfuncionais e treiná-las para as aptidões necessárias; esse clima romperá as fronteiras dentro da organização e possibilitará o desenvolvimento harmonioso da inovação, perpassando as relações horizontais e verticais de toda a empresa; reconhecer e recompensar as equipes coletivamente, em suas realizações; recompensas influenciam os comportamentos e o reconhecimento público reforça a visão comum e a cultura inovadora; analisar a inovação e incorporar os resultados nas avaliações de desempenho das pessoas.

As empresas inovadoras e que adotam tecnologias mais avançadas são as mais bem sucedidas. As empresas nacionais, dentro da atual conjuntura e num mundo sem fronteiras, defrontam-se com a necessidade de se posicionarem em um mercado não mais local, regional ou nacional, mas internacional, essencial e extremamente competitivo, independente do seu porte estrutural. Forma-se, assim, a visão determinante de que a adoção tecnológica e a inovação serão fatores de competências para a sobrevivência e para o sucesso do empreendimento. Manter uma empresa viva, sustentada e em desenvolvimento, requer

clientes internos e externos satisfeitos. Satisfazer os clientes é oferecer um atendimento de excelência, produtos e serviços de alta qualidade, preços justos e compatíveis com o mercado. Voltar-se para os clientes significa conhecer suas necessidades, decidir estratégias e tomar ações, implementando os planos totalmente direcionados para esse fim (HAMEL, 2000, p. 159).

Tendo como retaguarda todo o composto da estrutura organizacional, toda empresa necessita do planejamento estratégico. Nessa estrutura, o fator tecnologia é muito importante para a viabilização das estratégias com vistas à obtenção de melhor produtividade, tão requerida por seu planejamento. As tecnologias melhoram a lucratividade, o giro do capital, a produtividade, maior qualidade, menores preços, maximizam a utilização dos recursos materiais, patrimoniais, máquinas e equipamentos, reduzem custos e assim alavancam maior participação nos mercados e em consequência maior e melhor volume de receita e rentabilidade. A produtividade não se restringe apenas às oriundas das tecnologias aplicadas nos processos produtivos. Compreende também aquelas aplicadas à gestão dos negócios pelos sistemas e tecnologias da informação, processos sistêmicos, novas configurações estruturais de organização, aperfeiçoamentos e no desenvolvimento das pessoas, técnicas de organização e métodos aplicados em arranjos físicos, fluxogramas, manuais de procedimentos e administrativos, formulários e impressos, isoladamente ou num conjunto sistêmico, com maior ou menor grau de intensidade variando de empresas, de setor econômico, certamente toda a tecnologia estará a serviço das necessidades do processo de decisão e voltada a elas, aumentando as possibilidades de êxito dos resultados, pelo aumento da quantidade, velocidade, acuracidade e presteza dos dados oferecidos (ROBBINS, 2000, p. 73).

Segundo Andrews, Mintzberg e Quinn (2001, p. 63), a estratégia empresarial é o padrão de decisões em uma empresa que determina e revela seus objetivos, propósitos ou metas. Produz as principais políticas e planos para a obtenção dessas metas e define a escala de negócios que a empresa deve envolver, o tipo de organização econômica e humana que pretende ser e a natureza da contribuição econômica que pretende proporcionar a seus acionistas, funcionários e comunidades.

Porter (1996, p. 61-78) afirma que, quer implícita ou explicitamente, todas as organizações possuem uma estratégia. A Estratégia Competitiva é “uma combinação dos fins (meta) que a empresa busca e dos meios (políticas) pelas quais está buscando chegar lá”. Posicionando uma empresa em relação às outras de um mesmo setor, identifica cinco forças estruturais básicas que determinam o conjunto competitivo entre elas: a) a ameaça de novas entrantes; b) o poder de barganha com fornecedores; c) a ameaça de produtos ou serviços substitutos; d) o poder de barganha dos compradores; e) a rivalidade entre as empresas já estabelecidas.

A vantagem competitiva é o diferencial e as ações estratégicas operacionalizadas de forma eficiente e eficaz garantem a sustentação das organizações.

Henderson (2002, p. 116) atribui que a estratégia é a busca deliberada de um plano de ação para desenvolver e ajustar a vantagem competitiva de uma empresa. É a combinação de inteligência, imaginação, recursos acumulados e componentes coordenados, direcionados, adicionados ao encontro da melhor competência.

Para Ohmae (2002, p. 202), estratégia é dar atenção total às necessidades dos clientes mediante uma análise completa da capacidade de a empresa atender a essas necessidades, repensando o que os produtos são e o que eles fazem; ter o conhecimento do que significa o produto, com a finalidade de organizar o sistema de negócios que as proteja, fabrique e venda. A estratégia visa a criar valor para os clientes, agregar valor ao produto e evitar a concorrência.

Prahalad e Hamel (1998, p. 154) enfatizam que a competência essencial da organização constitui sua vantagem competitiva sustentável. A competência essencial é o aprendizado contínuo da organização, a capacidade de integrar diferentes tecnologias, o grau de comunicação, envolvimento e comprometimento verificado entre os integrantes da organização. O foco interno da estratégia valoriza talentos e conhecimentos que podem gerar produtos essenciais, dos quais se derivam produtos finais para diferentes negócios. Essa cadeia de competências habilitaria a organização a desenvolver e manter carteira de negócio adequada à sua estratégia.

Os avanços científicos das áreas de eletrônica, informática e telecomunicações mudam rapidamente as muitas tecnologias disponíveis e os dirigentes precisam, mais do que nunca, tomar decisões inteligentes e fundamentadas, integrando-as ao planejamento estratégico das organizações. As implicações são grandes, pois, além dos investimentos requeridos, as escolhas têm reflexo em toda a estrutura operacional dos negócios, inclusive nos aspectos pessoais. Uma tecnologia apropriada é a que se adapta às estratégias corporativas e operacionais. Proporciona às organizações uma vantagem sustentável. Nesse contexto, ela vai além da simples escolha tecnológica e determina se a empresa quer ser líder ou seguidora de uma mudança, se as novas tecnologias permitem e conduzem a resultados significativos no seu posicionamento de mercado. Deve criar algum tipo de vantagem competitiva sustentável, agregando valor ao produto e serviços aos clientes e reduzindo custos. No nível operacional, a estratégia da tecnologia de automação consiste em diminuir os custos diretos de mão-de-obra e materiais, sendo esse o principal argumento para sua adoção. Entretanto, pelo próprio emprego da tecnologia, observa-se que o componente mão-de-obra tem um peso cada vez menor nos custos dos produtos. Torna-se necessária, portanto, a compreensão de outros fatores de diferenciais competitivos, além dos custos (ANDREWS; MINTZBERG; QUINN, 2001, p. 81).

Assim, fatores como rapidez e velocidade de processamento poderão satisfazer e aumentar a confiabilidade das organizações. Também possibilitam o aumento do volume de vendas e melhores resultados. A comunicação em tempo real diminui riscos, interage com as pessoas, proporcionando-lhes maior grau de confiança e participação. A qualidade dos produtos e serviços melhora. A distância entre o planejado, a execução e os controles são encurtados e permitem uma análise e gestão mais eficaz (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2008, p. 99-201).

5.4.2 Classificação e procedimentos na adoção de inovação e tecnologia

Citado por Batalha, Chaves e Souza Filho (2009, p. 123-314) informa que no Manual de Oslo-2 (OCDE, 1996), a inovação tecnológica encontra-se dividida em duas categorias: inovação tecnológica de produto e inovação tecnológica de processo. A inovação

de produto pode, ainda, ser subdividida em novos produtos e produtos melhorados. As definições para esses três tipos de inovações são as seguintes:

- Um produto tecnologicamente novo é aquele cujas características tecnológicas ou usos pretendidos diferem significativamente dos produtos previamente produzidos. Tais inovações podem envolver tecnologias radicalmente novas e podem ser baseadas na combinação de tecnologias existentes ou derivadas do uso de novos conhecimentos;
- Um produto tecnologicamente melhorado é aquele cujo desempenho foi significativamente aperfeiçoado ou atualizado. Um produto pode ser melhorado por meio do uso de componentes ou materiais de alto desempenho; ou um produto complexo que consiste em um número de subsistemas técnicos integrados pode ser melhorado por mudanças parciais em um dos subsistemas;
- Inovação tecnológica de processo é a adoção de métodos de produção tecnologicamente novos ou significativamente melhorados, incluindo métodos de apresentação de produto. Esses métodos podem envolver mudanças em equipamentos, ou organização da produção, ou a combinação dessas mudanças, e podem ser derivados do uso de novos conhecimentos.

O Manual de Oslo, adota ainda um enfoque baseado no tema, dividindo-se os gastos em inovação em categorias: pesquisa, desenvolvimento experimental, construção e *design*, patentes e licenças, preparação da produção de novos produtos, inovação de processos de produção e inovação de processos de gestão.

O processo de inovação tecnológica pode assumir diferentes posturas. Podem ser estabelecidas perspectivas substitutivas de inovação, em que um processo ou dispositivo tecnológico é superado em favor de outro; é possível inovar incrementando adições a tecnologias existentes no interior de padrões tecnológicos estabelecidos (*lock-in*); a inovação pode impor processos tecnológicos considerados como de finais de circuito (*end of pipe*), em que a cadeia de inovação se esgota; ou é possível adotar estratégias alternativas de inovação a partir de caminhos originais (*breakthroughs*) (CORAZZA, 2001; FLICHY, 1995; STIEGLER, 1998).

A concepção dominante de desenvolvimento, por seu lado, tende a colonizar o sentido da inovação e alijá-la de um de seus componentes mais ricos e férteis, a incerteza e a experimentação constante. A alteração nos rumos da atividade tecnológica e a periódica desestabilização dos sistemas técnicos por via da inovação tendem a ser estipulados

aprioristicamente por intermédio de políticas predeterminadas e instituições normativas. Os *policy-makers* e gestores industriais pretendem, ao organizarem a prática inovadora, estabelecerem metas, projeções e mecanismos de avaliação, coordenar o avanço tecnológico e retirar seu aspecto de indeterminação e imprevisibilidade (ANDRADE, 2004, p. 90-104).

A perspectiva da inovação procura investir na articulação dos diferentes sistemas técnicos diminuindo desperdícios, ampliando a funcionalidade de produtos e componentes e aumentando a reversibilidade de processos econômicos (CORAZZA, 2001, p. 15-140). Faz-se necessário ir mais além (*scaling up*), ou seja, abandonar o olhar tópico e imediato para determinadas tecnologias e processos específicos e procurar entender a inovação como fórmula de compatibilização complexa de um sistema tecnológico enquanto ambiente técnico e social. Vários autores apontam que o caminho para a confluência entre a realidade ambiental e o desenvolvimento tecnológico reside na formulação de metatecnologias, que permitam a construção de sistemas sinérgicos de alta integração. Para Feenberg (1991), a sociedade contemporânea precisa reintegrar o ambiente na atividade técnica não por meio do controle desta, mas por meio de um paradigma da prática técnica mais complexo e abrangente do que o atual, o qual ele denomina como instrumentalização técnica secundária.

A competição tecnológica é descrita como o resultado de um processo de tomada de decisão e de interação social do qual uma tecnologia – e não necessariamente a melhor – emergirá como vencedora (ARTHUR, 1996; DAVID, 1986). Contrariamente à prevista sobrevivência do mais apto, a solução final, em muitos casos, pode ser a sobrevivência do mais ousado. O processo de inovação é visto não como processo sequencial, da pesquisa básica ao mercado, mas como processo em espiral, em que o desenvolvimento de tecnologia está inerentemente vinculado à fase de implementação. Assim sendo, o desenvolvimento tecnológico e a correspondente competição tecnológica indicam que, mais do que o tradicional “aprender fazendo”, esse processo é, principalmente, um processo de “aprender lutando” (FLECK *apud* WILLIAMS; EDGE, 1992, p. 47-61).

Batalha, Chaves e Souza Filho (2009, p. 123-145) afirmam que na CIS-2 (*community innovation survey*) há uma seção solicitando às firmas que desagreguem os custos com inovações, segundo as seguintes categorias:

- Pesquisa e desenvolvimento experimental dentro da empresa;

- Aquisição de serviços de P&D;
- Aquisição de máquinas e equipamentos relacionados à inovação de produto ou de processo;
- Aquisição de outras tecnologias externas relacionadas à inovação de produto ou de processo;
- Desenho industrial, outras preparações para a produção de produtos tecnologicamente novos ou melhorados;
- Treinamento diretamente relacionado com inovações tecnológicas;
- Introdução no mercado de inovações tecnológicas.

Com a finalidade de se avaliar o perfil da atividade inovadora, devem-se investigar aspectos relativos à estrutura de P&D dentro das firmas. Pode-se questionar sobre a porcentagem de P&D nos gastos com uma unidade central de pesquisa, em vez de se questionar sobre gastos em divisões de produção. Outras questões envolvem o montante de tempo que o pessoal de P&D dispensa para um número de atividades, tais como reuniões com pessoal de *marketing* ou produção, participação em conferências, educação adicional, etc. Ainda, pode-se questionar o grau de contratação de P&D fora das fronteiras da firma ou a participação conjunta em atividades de P&D com universidades, laboratórios governamentais, ou outras empresas. Uma vez que P&D representa apenas uma fração limitada dos gastos com inovação, devem-se avaliar demais fatores, como investimento em equipamentos e maquinaria e *design*, visto que estes podem representar a maior parcela dos gastos das empresas com inovação. Indicadores tradicionais de inovação são baseados em dados públicos para evitar o problema de sigilo das empresas. Nesse conjunto estão inclusos dados publicamente disponíveis sobre patentes, publicações científicas e o emprego de cientistas e engenheiros. Dados sobre gastos em P&D fornecem apenas um indicador de investimento total em um número limitado de atividades em inovações tecnológicas (BATALHA; CHAVES; SOUZA FILHO, 2009, p. 123-145).

5.4.3 As atividades de tecnologia e inovação no Brasil

No Brasil, há o consenso de que a atividade inovadora da indústria brasileira é insuficiente como elemento propulsor do crescimento econômico, da geração de emprego, da renda e do bem-estar da população. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação (C, T&I) respaldam esse conceito e oferecem uma referência para formulações de políticas voltadas a elevação dos investimentos em P&D, de modo geral, mas especialmente os realizados pelos setores produtivos. O dispêndio nacional em P&D, em torno de 1% do PIB, está próximo ao da Espanha (0,94%) e de Portugal (0,8%), mas distante da média (2,2 %) dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), embora se situe acima da média (0,6%) dos países da América Latina. A Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (Pintec), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) oferece um novo e importante conjunto de informações sobre a atividade inovadora da indústria, possibilitando a elaboração de novos trabalhos de avaliação do desempenho tecnológico das empresas brasileiras e de proposição de políticas públicas para promover a inovação (TIRONI, 2005, p. 50).

Tironi (2005, p. 51) relata que a primeira Pintec, de 2000, trouxe informações sobre as atividades inovadoras realizadas no período de 1998 a 2000 pelas empresas industriais brasileiras com dez ou mais empregados (perfazendo o total de 72.005 empresas) apresentando um conjunto de informações com um grau de detalhamento muito maior sobre as características da atividade inovadora na empresa industrial brasileira, permitindo a elaboração de diagnósticos de alcance bem maior do que os existentes até então. Nos termos da Pintec, se a inovação é para a empresa, ela já existe no mercado. A inovação para o mercado, abre novos mercados. A inovação para a empresa tem um caráter de difusão, para dentro da empresa, de uma inovação já produzida por outrem que já teria conquistado mercado novo e se beneficiado das rendas de monopólio – que são o grande atrativo impulsionador da atitude inovadora. É razoável supor que a inovação para o mercado, demande maior esforço em atividades inovadoras, inclusive investimento em P&D, do que a inovação para a empresa, que possivelmente se faz predominantemente, dentre as possibilidades consideradas pela Pintec, pela aquisição de máquinas e equipamentos. Então, é plausível o pressuposto de que a inovação para o mercado, seja mais intensiva (represente maior impacto tecnológico e econômico) do que a inovação para a empresa. Acompanhando o padrão internacional das pesquisas sobre inovação que se orientam pelo Manual de Oslo, a

Pintec adota a distinção entre produto tecnologicamente novo (ou significativamente melhorado) e processo tecnologicamente novo (ou significativamente melhorado). A partir da perspectiva das políticas de promoção da inovação, seria adequado considerar mais importante o produto tecnologicamente novo (ou significativamente melhorado) do que o processo tecnologicamente novo ou significativamente melhorado? Uma resposta afirmativa a essa pergunta pode decorrer da ideia de que a inovação de processo derive predominantemente da busca da competitividade por meio do aumento da produtividade – refletindo uma atitude defensiva em termos de comportamento da firma no mercado, enquanto a inovação de produto refletiria um comportamento empresarial mais pró-ativo, pois buscaria, por meio de novos produtos, alcançar a competitividade pela diferenciação e a abertura de novos mercados.

Embora a diversificação de produtos seja uma importante estratégia competitiva das firmas, principalmente de grande porte, esse comportamento, por si só, não preenche uma característica do paradigma da sociedade do conhecimento, segundo o qual a inovação é crescentemente baseada na ciência (*science based*). Nos segmentos *science based*, a inovação tecnológica é um processo complexo, não sequencial (seria, se obedecesse à seguinte ordem: pesquisa-desenvolvimento-processo-produto). Na verdade, apresenta-se como um processo circular complexo em que aquelas etapas podem ocorrer simultaneamente, até mesmo confundindo inovação de produto com inovação de processo: a um novo produto corresponde um novo processo e vice-versa. Não é por outra razão que as tecnologias portadoras do futuro são a microeletrônica, a tecnologia da informação e comunicação, a biotecnologia e a de novos materiais. A nanotecnologia também é fortemente baseada em ciência e em novos processos. Aqui, o argumento é que, no contexto do paradigma da inovação *science based*, a distinção entre inovação de produto e de processo tem seu significado enfraquecido.

Continua ainda Tironi (2005, p. 53) que, quando entendida como um processo que leva a uma mudança tecnológica, a inovação é um fenômeno difícil de ser mensurado. O crescente interesse em abordar o fenômeno da inovação com instrumentos da análise econômica tem suscitado diversas metodologias para mensurá-lo, algumas adotadas em importantes iniciativas de alcance internacional, como as baseadas no Manual de Oslo (no qual a Pintec se fundamenta). Uma sumaríssima e seletiva apreciação daquelas abordagens apontaria as seguintes vertentes para os esforços de mensuração da inovação: as que medem

efeitos – como patentes e publicações; as que medem esforço – como gastos e investimentos em P&D; as que medem impacto – como as que calculam a produtividade total dos fatores ou aumento de competitividade; as que medem capacidade tecnológica, por exemplo, por meio da avaliação de competências; as que medem a capacidade multiplicadora da inovação – por meio de análises de *cluster*, a partir de patentes e publicações. Seguindo a linha do Manual de Oslo, a Pintec oferece estatísticas sobre esforços e impactos, além de fatores indutores, obstáculos etc., a partir da informação qualitativa proporcionada por informantes qualificados nas empresas. A estatística transforma informações qualitativas em quantitativas. Uma expressão quantitativa do fenômeno da inovação, ainda que partindo de informações qualitativas, oferece uma medida da qualidade da inovação. Essa informação quantitativa poderá ser considerada uma medida da intensidade da inovação. Assim, quando a Pintec pergunta se a inovação é para o mercado ou para a própria empresa, está gerando, indiretamente, uma informação sobre a intensidade da inovação. Se a inovação é para o mercado externo (como pergunta a Pintec 2003), será gerada uma medida adicional da intensidade da inovação. E quanto maior a intensidade de uma inovação, mais próxima ela estará de ser considerada uma inovação radical. Pelo raciocínio inverso, chega-se à ideia de inovação incremental.

Duguet (2004, p. 11-22) classifica a inovação em um dos cinco tipos seguintes: melhoramento significativo de um produto já existente; lançamento de um produto que é novo para a firma, mas não o é para o mercado; melhoramento significativo de um processo já existente; lançamento de um produto que é novo para a firma e para o mercado; implantação de um processo de rupturas. As três primeiras situações são tomadas, pelo autor como inovações incrementais, e as duas últimas, como inovações radicais. Algumas das conclusões do trabalho do autor são: primeiramente, a inovação radical depende muito mais de efeitos de transbordamento do que a inovação incremental. A inovação incremental é devida preponderantemente a um novo equipamento, sugerindo relação com fatores de modernização do processo produtivo, acompanhado de pesquisa informal e desenvolvimento. A inovação radical depende fortemente da P&D formal e informal, mas utiliza muito mais fontes externas de conhecimento (externas e internas ao grupo), como também de conhecimento codificado em patentes e licenças. Essas fontes de inovação são utilizadas para obter um novo produto para o mercado e o processo de ruptura. Esse estudo também conclui que apenas as inovações radicais contribuem para o crescimento da produtividade total dos fatores (PTF). Afirmar

também que o retorno proporcionado pelas inovações radicais cresce com o grau de oportunidades tecnológicas do setor.

5.4.4 O setor agrícola e a inovação da tecnologia

Na literatura econômica que estuda o processo de inovações tecnológicas e mudanças técnicas, há consenso em classificar a agricultura como um setor dominado pelos fornecedores. Na verdade, a agricultura não apresenta uma única dinâmica inovadora; possui diversas fontes de inovações que apresentam importantes diferenças quanto à sua origem disciplinar e estratégica (BATALHA; CHAVES; SOUZA FILHO, 2009, p. 123-145). Possas, Salles-Filho e Silveira (1996, p. 73-94) sugerem que essas fontes de inovação para a agricultura podem ser classificadas da seguinte forma:

- Fontes privadas de organizações industriais de mercado: o objetivo dessas unidades é produzir e vender produtos intermediários e máquinas para os mercados agrícolas; entre elas estão indústrias de máquinas e equipamentos, fertilizantes, defensivos, etc.;
- Fontes públicas institucionais: objetivam ampliar o conhecimento científico por meio de atividades de pesquisa básica, desenvolvimento e melhoramento de tecnologias e produtos agrícolas e o estabelecimento e transferência de práticas agrícolas mais eficientes;
- Fontes privadas vinculadas à agroindústria: as indústrias à jusante geram e difundem novas tecnologias, interferindo direta ou indiretamente na produção dos produtos primários, com o principal intuito de beneficiar os estágios subsequentes de processamento industrial;
- Fontes privadas, organizadas coletivamente e sem fins lucrativos: são entidades que visam ao desenvolvimento e transferência (remunerada ou não) de insumos e práticas agrícolas. Em alguns mercados específicos, possuem uma ampla capacidade de influenciar os padrões competitivos;
- Fontes privadas relacionadas a serviços de suporte para a atividade agrícola: em geral, importante papel de disseminadores de tecnologia, baseando-se em habilidades específicas e na quantidade e qualidade das informações que conseguem processar;
- Unidades de produção agrícola: incorporam o novo conhecimento por meio de um processo de aprendizado, que pode culminar em inovações. O conhecimento tácito desenvolvido pelos

agricultores afeta, de forma marcante, o grau de cumulatividade e a capacidade tecnológica dos mesmos.

Rissardi Júnior e Shikida (2007, p. 445-473) pesquisaram os avanços tecnológicos ocorridos na agroindústria canavieira do estado do Paraná, enumerando os principais avanços que caracterizaram esse período pós-desregulamentação. Os resultados são expressos nas Tabelas de 2 a 4.

Tabela 2 – Distribuição percentual dos principais avanços tecnológicos do setor canavieiro nas áreas agrícola, industrial e administrativa, segundo as empresas pesquisadas (1990-2005)

ÁREA	ITENS E ESPECIFICAÇÕES	%
Agrícola	Pesquisa em variedades mais produtivas (ciclo menor, tipos de solo, melhoramento genético)	76,92
	Máquinas e equipamentos (colheita mecanizada e caminhões)	30,77
	Novas tecnologias (maturadores químicos, cultivo e controle)	23,08
	Aprimoramento do corte manual (treinamento)	7,69
Administrativa	<i>Softwares</i> (gestão e controle)	30,77
	Informatização	23,08
Industrial	Automação industrial	53,85
	Novas tecnologias de produção (fermentação e aproveitamento de subprodutos)	30,77
	Investimento em assessorias técnicas	15,38
	Modernização de equipamentos (caldeira e acionamentos)	15,38

Fonte: Rissardi Júnior e Shikida (2007, p. 455).

Observaram que houve avanços nas três áreas pré-definidas na pesquisa, ou seja, agrícola, industrial e administrativa.

Espera-se que todas as inovações e os avanços tecnológicos que ocorrem nos mais diversos setores de uma economia de livre mercado possuam, em algum momento, uma fonte de atualização ou cooperação tecnológica. Sobre essas fontes (Tabela 3), o setor agroindustrial canavieiro do estado do Paraná apresentou como os mais utilizados frequentemente: fabricantes de equipamentos (84,62%); experiência dos técnicos contratados (84,62%); publicações técnicas e científicas (76,92%); e conferências ou reuniões profissionais (76,92%). Para 84,62% das empresas pesquisadas, a informação sobre novas

tecnologias de produção, através de processos produtivos, é ativamente procurada e analisada, como forma de apoio à decisão de alterar o processo produtivo.

Tabela 3 – Distribuição percentual do grau de utilização das fontes de atualização/cooperação tecnológica segundo as empresas pesquisadas (1990-2005)

ITENS	GRAU DE UTILIZAÇÃO (%)			
	Utiliza com frequência	Raramente utiliza	Não utiliza	Não respondeu
Outras empresas do grupo	38,46	---	61,54	---
Publicações técnicas e científicas	76,93	15,38	---	7,69
Conferências ou reuniões profissionais	76,93	15,38	---	7,69
Participação em congressos científicos	38,46	53,85	---	7,69
Feiras e exposições (nacionais/intern.)	38,46	53,85	---	7,69
Institutos de pesquisa	53,85	30,77	7,69	7,69
Universidades	61,54	38,46	---	---
Associações de classe	46,15	38,46	7,69	7,69
Uso redes de informação (Internet, etc.)	69,23	30,77	---	---
Clientes/consumidores	53,85	23,08	15,38	7,69
Fabricantes de equipamentos	84,62	7,69	---	7,69
Fornecedores de <i>softwares</i>	69,23	30,77	---	---
Concorrentes	30,77	61,54	---	7,69
Firmas de consultoria	61,54	30,77	7,69	---
Experiência dos técnicos contratados	84,62	15,38	---	---

Fonte: Rissardi Júnior e Shikida (2007, p. 458).

Esse resultado mostra que as empresas paranaenses da agroindústria canavieira procuram minimizar a presença da incerteza, pois, segundo Nelson e Winter (1996, p. 437), o processo de inovação, ao envolver alto grau de incerteza, não só antes como também após sua introdução, gera um contínuo desequilíbrio de mercado. Possas (2004, p. 73-94) indica: indeterminações e *open ends* que inibem não só a otimização estática, mas a própria presunção de ser possível alguma otimização dinâmica.

Dentre as várias formas de aprendizado, o interativo (*learning-by-interacting*) é considerado fundamental para a transmissão de conhecimento – particularmente, o tácito – sendo, portanto, central a dinâmica da inovação. Ainda que as empresas permaneçam como centro dos processos de aprendizado e de inovação, estes são influenciados por contextos mais amplos. Em outras palavras, processos de aprendizado e de inovação não

ocorrem num vácuo institucional. A Tabela 4 evidencia o *learning-by-interacting* como o aprendizado predominante na agroindústria canavieira paranaense. Essa afirmação corrobora resultados anteriores, que indicavam a importância de um processo interativo no processo de inovação, realizado com a contribuição de variados agentes econômicos e sociais que possuem diferentes tipos de informações e conhecimentos. Tal ponto vai ao encontro das ideias de Rosenberg (1982; 2010), cujas decisões de inovação envolvem um relativo grau de incerteza, sendo que o mercado funciona como uma espécie de fornecedor de *feedbacks* ao processo de aquisição e construção de competências e habilidades no desenvolvimento de capacitações produtivas, tecnológicas e organizacionais e, por essa razão, talvez, o *learning-by-interacting* tenha grande importância para a dinâmica tecnológica.

Tabela 4 – Distribuição percentual das firmas pesquisadas da agroindústria canavieira paranaense quanto à maneira pela qual adquirem e constrói competências e habilidades no desenvolvimento de capacitações produtivas, tecnológicas e organizacionais (2005)

FORMAS DE APRENDIZADO	ESPECIFICAÇÕES	%
<i>Learning-by-using</i>	Através de experiência própria, no processo de comercialização e uso dos produtos (bens e serviços)	15,38
<i>Learning-by-doing</i>	Através de experiência própria, no processo de produtos	23,08
<i>Learning-by-interacting</i>	Através da interação com fornecedores de insumos, componentes e equipamentos, concorrentes, clientes, consultores, universidades, institutos de pesquisa, prestadores de serviços, agências e laboratórios governamentais	76,92
<i>Learning-by-searching</i>	Através de experiência própria, na busca de novas seleções técnicas nas unidades de P&D internos	23,08

Fonte: Rissardi Júnior e Shikida (2007, p. 463).

Nota: A soma das respostas ultrapassa 100% porque algumas empresas responderam com mais de uma afirmativa.

5.5 Inovação e tecnologia versus produtividade, emprego e responsabilidade social

Mattoso (2000, p. 115-123) descreveu que, desde a primeira Revolução Industrial até os dias de hoje, têm sido acirrados os debates sobre a relação entre inovação tecnológica e emprego. Esses debates, no entanto, ocorreram por ondas, favorecidas pelo ciclo econômico. Nesse sentido, em períodos de forte crescimento, as teses dominantes tenderam a valorizar os efeitos positivos do progresso técnico. Em contrapartida, em períodos de crise e de introdução mais intensa de novas máquinas, equipamentos e formas de produção proliferaram as análises que viam o progresso técnico como o grande e único responsável pela redução de empregos. Nesta passagem de século, os processos de globalização financeira, desregulação dos mercados e intensas transformações tecnológicas geraram novas ou ampliaram velhas tensões, em meio à dificuldade em situá-las historicamente e à carência de alternativas coletivas transformadoras. Ampliaram-se, por isso, as tensões das sociedades capitalistas modernas neste final de século, resultantes:

- Da globalização financeira e de seu impacto sobre a instabilidade e o dinamismo do investimento e da acumulação produtiva;
- Do caráter cada vez mais concentrado dos capitais e desregulado da concorrência e dos mercados;
- Da tendência do capital eliminar trabalho vivo no processo de produção (até para ver-se livre de uma força de trabalho sempre imprevisível, mas, sobretudo, para ampliar os seus ganhos de produtividade em face de seus concorrentes) e da necessidade de uma demanda final suficientemente dinâmica para realizar a produção no mercado;
- Do caráter cada vez mais internacionalizado do capital e nacional da gestão da força de trabalho (o direito, as relações de trabalho, a regulação do Estado, etc.).

Não é de hoje a introdução da inovação tecnológica no processo produtivo é resultado da concorrência entre os capitais. Seu objetivo maior é elevar a produtividade e reduzir o trabalho vivo diretamente envolvido nesse processo. A inovação tecnológica assumiria uma dupla dimensão: por um lado, poderia favorecer o emprego em períodos de expansão do ciclo econômico e, por outro, poderia ser fator de agravamento durante as depressões, quando emergiria o desemprego tecnológico, como parte do desemprego cíclico (SCHUMPETER, 1982, p. 10-312). Segundo Mattoso (2000, p. 116), a expansão das atividades produtivas apareceria, então, como um processo de destruição criadora, em que um ciclo contínuo mais ou menos intenso de desestruturações e

reestruturações, criaria e destruiria empresas, atividades, empregos. No entanto, a inovação tecnológica – embora possa modificar a determinação da qualidade e da quantidade do emprego, principalmente quando se observa uma empresa ou setor – não determina, a priori, seu resultado em nível nacional. Somente em uma versão estática e em um universo *ceteris paribus* (mantidas inalteradas as variáveis estudadas) pode-se supor que um maior crescimento da produtividade seja automaticamente equivalente a um menor crescimento do emprego e, conseqüentemente, maior desemprego no plano nacional. A tecnologia, portanto, pode e vem sendo reconhecida como fator-chave da definição de vantagens sustentadas da concorrência entre as empresas e as nações e como motor de alterações tanto da composição qualitativa da força de trabalho (divisão técnica, organização e qualificação do trabalho), quanto de sua composição quantitativa ou setorial (emergência, desenvolvimento e declínio das atividades). A tecnologia crescentemente associa-se ao conhecimento (LUNDVALL; JOHNSON, 1992, p. 1-15) e a novas formas organizacionais e, portanto, é também formada por elementos intangíveis. Ao mesmo tempo, mantém uma relação complexa com o emprego, sem automatismos, em que se mesclam efeitos poupadores de força de trabalho, forças compensadoras e distintas formas de progresso técnico, em condições econômicas, sociais e institucionais determinadas pela reemergência de uma nova forma de *laissez-faire* (deixar fazer) sob dominância financeira. A redução no crescimento da produtividade ocorrida nas últimas décadas favorecerá o surgimento de uma importante questão econômica contemporânea. Trata-se do rompimento do ritmo de crescimento da produtividade ao mesmo tempo em que a introdução de novas tecnologias parece portadora de importantes ganhos de produtividade e de não menos importantes transformações no emprego. Mas se as novas tecnologias são portadoras de tal potencial de revolução das atividades produtivas e do emprego, por que é que não se verificou o crescimento da produtividade? Denominado paradoxo de Solow, a partir de um artigo em que o economista norte-americano e prêmio Nobel questionava essa nova realidade (SOLOW, 1987), e esse verdadeiro enigma tem recebido várias análises tentando decifrá-lo. Um primeiro eixo de análise buscou dar conta de tal paradoxo considerando, sobretudo, os planos metodológico e estatístico. Por um lado, buscou-se explicar a queda da produtividade como um efeito estrutural, levando-se em conta uma das características dos serviços: ter taxas relativamente inferiores de produtividade. Dessa forma, uma mudança da indústria para os serviços teria um efeito estrutural capaz de reduzir o

crescimento médio da produtividade. Por outro lado, buscou-se discutir a possível crescente perda de significado do conceito e da medida de produtividade. Em outras palavras, tratou-se de avaliar as dificuldades de medida da produtividade e seus efeitos sobre o cálculo da produtividade média. Mesmo que se reconheça o enorme campo ainda aberto para o desenvolvimento da definição do volume de atividade nos distintos setores econômicos, sobretudo nos serviços, como também as evidentes dificuldades existentes para sua medição, as conclusões consideraram que o arrefecimento dos ganhos de produtividade não se reduz a um problema metodológico. Um segundo eixo de análise observou que a redução dos ganhos de produtividade ocorrida desde os anos 1970 seria consequência de razões tecnológicas. Os trabalhos evolucionistas consideraram que um *cluster* (aglomerado) de inovações de grande amplitude levaria tempo antes de formar um novo sistema técnico coerente. Assim sendo, no curto prazo, um forte movimento de incorporação do progresso técnico tornar-se-ia fator de instabilidade e o desenvolvimento tecnológico, portanto, requereria o longo prazo, quando então poderia amadurecer uma determinada inovação, tal como ocorreu na expansão da tecnologia vinculada ao automóvel. Esses estudos, no entanto, mantêm-se em um quadro analítico demasiado restrito às variáveis tecnológicas. Na verdade, diferentes paradigmas tecnológicos se caracterizam por diferentes conjuntos de novos produtos cujo efeito sobre o emprego pode variar segundo a época, O quadro institucional e as condições mais gerais da concorrência, do investimento e do crescimento econômico. Estudos, tendo por base as “novas teorias de crescimento”, buscaram em suas variáveis básicas a causa da queda dos ganhos de produtividade, mas, tendo acesso a uma série de modelos econométricos, há claras reservas quanto aos resultados, relacionando essas variáveis à queda da produtividade (educação, pesquisa e desenvolvimento, investimento em capital físico, infraestrutura, etc.) (MATTOSO, 2000, p. 117).

Outros trabalhos valorizaram o fim de um efeito recuperação do atraso. Durante os anos de ouro, o progresso técnico teria sido excepcionalmente rápido porque os países europeus e o Japão puderam imitar ou adaptar as técnicas de origem norte-americana. Embora atualmente as taxas incrementais da produtividade europeia também sejam relativamente mais baixas que no passado, continuam mais elevadas que as norte-americanas, tendo inclusive em alguns países, como a França e a Alemanha, ultrapassados nos últimos anos os níveis absolutos da produtividade norte-americana. Essa tese tampouco permite

explicar porque também os EUA sofreram uma redução dos ganhos de produtividade desde pelo menos os anos 1970, até muito recentemente (MATTOSO, 2000, p. 119).

Um terceiro eixo de análise do paradoxo da produtividade tem suas bases analíticas nas transformações estruturais por que vem passando a ordem capitalista e em determinantes sociais e institucionais. Nesse sentido, busca-se romper tanto com os limites dos determinantes invariáveis e universais da nova teoria de crescimento, quanto com a problemática da compensação baseada na substituição capital/trabalho, fazendo da rigidez dos mercados de trabalho e do custo do trabalho os determinantes do conteúdo em emprego do crescimento. Adota-se, assim, uma determinação mais complexa da produtividade do trabalho, que seria determinada não apenas pela relação capital/trabalho, mas também pela taxa de crescimento da demanda e da acumulação (MATTOSO, 2000, p. 115).

A globalização financeira e a desregulação dos mercados, tendo como principal característica a relação negativa daquelas variáveis, determinariam a passagem do pleno emprego ao desemprego e/ou escassez das condições de trabalho nas principais economias avançadas. E essa passagem não seria devida à rigidez do mercado de trabalho ou a erros de políticas econômicas, mas ao próprio processo de desenvolvimento e ao freio produzido pela demanda. Isso teria ocorrido, para vários bens de produção de massa, devido à diminuição da elasticidade da demanda relativa aos preços, enfraquecendo o círculo virtuoso que ligava o crescimento, a produtividade, e ao crescimento da renda e demanda. O menor crescimento da produtividade seria determinado pela modificação do regime de demanda (pela maior importância dos mercados internacionais, a intensificação da concorrência, a especialização produtiva e a redistribuição dos mercados) que induziria, por sua vez, uma baixa dos ganhos e regime de produtividade (dada a intensificação da inovação). Nem o regime da demanda, nem o do progresso técnico, no entanto, se estabilizariam, seja pela crescente abertura das economias, pela desregulamentação financeira e alteração dos procedimentos de formação dos salários (pelo lado da demanda), ou porque o novo sistema técnico estabelecido em torno das tecnologias de informação e comunicação exigiria uma aprendizagem e maior prazo de maturação (pelo lado da produtividade), sugerindo a existência de um progresso técnico autônomo latente e ganhos de produtividade virtuais. Na verdade, a redução dos ganhos de produtividade poderia ser compreendida como parte de um amplo e complexo movimento de passagem a outro regime de crescimento, sob dominância financeira.

Efetivamente, considerando-se o conjunto dos países membros da OCDE, observaram-se, no primeiro período, níveis elevados do produto, produtividade, demanda e investimento. Em contrapartida, nos anos recentes, verificaram-se menor crescimento do PIB, menor produtividade, menor demanda e menor acumulação. Esse desempenho recente caracterizaria um “novo” regime de crescimento, sob o domínio dos mercados e das finanças em uma economia governada pelas incertezas, que favoreceria a busca pela liquidez, inibição dos investimentos e insuficiência de demanda, como já observado nos anos 1930 por Keynes (1983, p. 12-250). Torna-se, assim, indispensável uma compreensão mais ampla e complexa das inovações e da produtividade, imersas nessa nova dinâmica de crescimento. Dessa maneira, os ganhos de produtividade não necessitariam somente de inovações tecnológicas, em suas várias formas, mas de bens que as incorporem e de uma demanda crescente que assegure sua realização. A produtividade do trabalho é, por definição, uma relação entre produção e emprego, e o desempenho do emprego, portanto, mantidas estáveis as outras condições (tempo de trabalho, gasto público, etc.) depende da relação entre produção e produtividade. Essa identidade indica que, no âmbito micro ou macroeconômico, um aumento da produtividade depende do desempenho da quantidade produzida. O paradoxo da produtividade seria então uma das formas que indicariam a ocorrência de um regime de menores ganhos de produtividade, de menor crescimento econômico e menor demanda, em meio a uma intensa globalização financeira e desregulação dos mercados.

Da mesma forma que observado o menor crescimento da produtividade, da demanda e da acumulação, também o menor crescimento econômico e o menor crescimento do emprego ocorridos nessas últimas décadas são inquestionáveis. Mas, embora evidentes, pode-se dizer também que se debilitou a relação entre crescimento e emprego? No entanto, ao contrário do senso comum e das extrapolações automáticas do campo micro ao macroeconômico, diversos estudos, por meio de métodos estatísticos simples ou de cálculos econométricos, têm apontado não apenas para a preservação da elasticidade emprego do crescimento econômico, mas até mesmo para sua elevação no período atual (BOLTHO; GLYN, 1995; OIT, 1996; PADALINO; VIVARELLI, 1997; SINGH, 1995), ainda que mantidas as diferenças de longo prazo entre os distintos países. No setor industrial, as mudanças ocorridas nas últimas décadas traduziram-se em menor crescimento da produção relativa ao passado, e esse crescimento ocorreu sem geração de empregos e com elasticidade-

emprego do crescimento negativas, exceção feita ao Japão. No entanto, nada disso ocorre se tomadas as economias em sua totalidade. De fato, em cinco dos países do G7 no período contemporâneo, para o conjunto da economia, a sensibilidade do emprego ao crescimento aumentou (PADALINO; VIVARELLI, 1997, p. 223-226). Segundo a OIT (1997, p. 20), os EUA, por exemplo, no período 1960-73, precisavam de um mínimo de 2,3% de crescimento econômico para começar a criar empregos. No período 1974-95, bastou 0,7% de elevação do PIB para o emprego começar a crescer. Na União Europeia, se entre 1960 e 1973 foi necessário 4,5% de crescimento econômico para iniciar a criação de empregos, entre 1974 a 1995, bastou 1,9% de expansão da produção para que isso ocorresse (OIT, 1997, p. 121). Em parte, isso foi possibilitado pela maior participação do emprego nos serviços. A indústria passa nessas últimas décadas por um processo de desenvolvimento semelhante ao anteriormente passado pela agricultura: um crescimento da demanda e da produção relativamente menor ao crescimento da produtividade. Esse crescimento menor da produção industrial, no entanto, continua sendo superior ao dos outros setores e ao PIB e tem gerado empregos indiretos e exteriores à indústria, seja pelas relações já existentes com os serviços, seja pelo seu realce por diferentes processos de externalização de atividades produtivas. Em um novo estudo sobre o emprego nos serviços, constatou-se que, no período de 1984 a 1998, os empregos nos subsetores de serviços à produção, sociais e pessoais foram os que mais cresceram, e, na média dos países membros da OCDE, um terço do emprego nos serviços concentrou-se nos serviços de distribuição, e outro terço nos serviços sociais. O restante foi distribuído em partes equivalentes entre os serviços pessoais e a produção (MATTOSO, 2000; OCDE, 2000).

5.5.1 O cenário no setor sucroenergético

Szwarc et al. (2007, p. 59) informam que a taxa de desemprego no Brasil subiu 12,5% ao ano entre 1996 e 1999 e permaneceu entre 9 e 10% de 1999 a 2006 (PNAD, 2006). As taxas de desemprego metropolitanas (IBGE, PME, pesquisas feitas em Recife, Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo e Porto Alegre) convergem atualmente para os resultados da PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (nas mesmas regiões). Em novembro de 2006, os desempregados representavam 9,5% da PEA

(População Economicamente Ativa). A PEA inclui os trabalhos formais e informais, simplesmente com a denominação pessoas ocupadas. O contingente de pessoas ocupadas, na mesma pesquisa, cresceu 3% em relação ao mesmo período do ano anterior. Os homens representavam 55,8% da população ocupada, enquanto as mulheres, 44,2%. A população de 25 a 49 anos representava 62,9% do total de ocupados. A jornada de trabalho de 48,4% da população ocupada situa-se de 40 a 44 horas semanais e 34,2% exercem jornada superior a 45 horas semanais. Os empregados com carteira de trabalho assinada, no setor privado, representam 41,5% da população ocupada; os empregados sem carteira de trabalho assinada, no setor privado, são 14,8%; os trabalhadores por conta própria, 19,5%, sendo que ainda há trabalhadores domésticos, militares, funcionários públicos estatutários e outros, não incluídos na pesquisa. A alta taxa de informalidade previdenciária (55%, em 2002) é um problema sério. A taxa de trabalho infantil (crianças de 10 a 14 anos) tem sido muito reduzida entre os ocupados, caiu de 37% para 23,9% no mesmo período (1999/2006). Um grande problema para o mercado de trabalho é a própria legislação brasileira que impõe altos encargos aos empregadores, desestimulando, assim, a criação de novos postos de trabalho, em especial os empregos formais, explicando o rápido crescimento do mercado informal. A distribuição de renda para pessoas ocupadas em 2002 indicava 53% recebendo até dois salários mínimos (a metade destes, menos de um salário mínimo) e 1,3% acima de vinte salários mínimos.

Os autores relatam ainda que o setor da cana-de-açúcar reúne 6% dos empregos ao nível nacional e é responsável por 35% do PIB do setor agroindustrial brasileiro. A atividade canavieira do Brasil é responsável por cerca de um milhão de empregos diretos no total (765 mil empregos diretos formais, RAIS – Registros Administrativos do Ministério do Trabalho e Emprego 2002); cerca de 520 mil pessoas eram ocupadas apenas na produção de cana, em 2002 (PNAD, 2003, p. 51). O estado de São Paulo reunia cerca de 400 mil empregos diretos do setor, sendo que 95% desses trabalhadores possuíam carteira assinada, com todos os direitos da legislação trabalhista, representando 40% do emprego rural no Estado. O número absoluto de empregos no setor foi reduzido durante os anos 1990 (aumento da mecanização e melhor gerenciamento) e voltou a crescer com a expansão do setor nos últimos anos. Os índices de sazonalidade no emprego agrícola têm decrescido em função da mecanização agrícola e maior investimento no treinamento do profissional. É muito importante notar que os índices de emprego formal (carteira assinada) no setor são muito mais altos que a média

nacional. Os dados da PNAD e RAIS 2005 indicaram, para a área agrícola do setor, 72,9% de emprego formal no país; no Estado de São Paulo, atingiu-se 93,8% (2005) (partindo de 80,4% em 1992). Esses números indicaram uma tendência clara, evoluindo para melhores condições do trabalho, menor sazonalidade e maior aperfeiçoamento da mão-de-obra. Referente aos valores de salários, as diferenças de desenvolvimento regional estão presentes nos indicadores do trabalho no setor. As regiões mais pobres caracterizam-se por salários menores e maior utilização de mão-de-obra, ajustados pelo nível tecnológico (automação, mecanização) empregado. Na área agrícola, a escolaridade média no Norte-Nordeste (N/NE) é a metade (anos) da escolaridade no Centro-Sul (C/S). Considerando os empregos formais e informais (amostra PNAD/IBGE, 2005), os rendimentos das pessoas ocupadas no Brasil foram: todos os setores: R\$ 801/ mês; agricultura, R\$ 462/ mês; indústria, R\$ 770/ mês; serviços, R\$ 821/ mês. Cana, área agrícola: Brasil, R\$ 495/ mês; N/NE, R\$ 316/ mês; C/S, R\$ 697/ mês; São Paulo, R\$ 810/ mês. Indústria do álcool: Brasil, R\$ 960/ mês; N/NE, R\$ 600/ mês; C/S, R\$ 985/ mês; São Paulo, R\$ 1.196/ mês. Com a mecanização e automação crescentes, o Centro de Tecnologia Canavieira avaliou o impacto da colheita de cana sem queimar sobre a mão-de-obra. Para uma situação futura hipotética, com 100% de mecanização no estado de São Paulo e 50% no restante do país, haveria uma redução de 165 mil empregos em relação ao sistema de corte totalmente manual, sobre o total de empregos em 2000. Esse processo está em curso, de forma acelerada, em São Paulo. A utilização do palhiço como fonte energética poderia gerar novos postos de trabalho na área agrícola, na alternativa de uso de enfardadoras (isso não está definido como tecnologia no momento). O plantio também está sendo mecanizado, embora as implicações para o emprego sejam muito menores. Esse efeito da redução de empregos já era amplamente esperado há 15 anos, quando foi iniciada a discussão sobre a limitação da queima da cana e a consequente redução do corte de cana manual. A grande expansão da área cultivada em curso começa agora a ocorrer fora das regiões ocupadas pelas usinas existentes; essa expansão, em sua grande parte já mecanizada, passa a utilizar mão-de-obra local e mantém em expansão também o número absoluto de empregos no setor. Entretanto, há um avanço na qualidade do emprego (trabalhador mais qualificado, operador de máquinas no lugar do cortador de cana) e na renda do trabalho no setor.

Neves, Trombin e Consoli (2010, p. 33) relatam que, em 2008, foram contabilizados 1.283.258 empregos formais, sendo 481.662 no cultivo da cana-de-açúcar,

561.292 nas fábricas de açúcar em bruto, 13.791 no refino e moagem de açúcar, e 226.513 na produção de etanol. Esse valor representa 2,15% dos empregos gerados em todo o Brasil, evidenciando a importância do setor. Vale destacar que, do total de empregos contabilizados no ano, 54% dos profissionais que passaram pelo setor finalizou o ano sem vínculo empregatício, fato que normalmente se repete devido aos empregos sazonais que são gerados no pico da safra. O saldo de empregos em 2008 foi de 588.826. A marca de pouco mais de 1,28 milhão de pessoas é expandida se forem considerados também os empregos informais do setor. Os dados mostram que o índice de formalidade de empregos no setor canavieiro vem crescendo, atingindo 80,9% (Brasil), 66,5% (N/NE) e 90,3% (C/S), chegando a até 95,05% para São Paulo (IBGE, 2007). Assim, computando também os empregos informais, conclui-se que há 1,43 milhão de empregos no setor, considerando ainda que, para cada emprego direto são gerados dois indiretos, chega-se à marca de 4,29 milhões de pessoas alocadas em empregos relacionados à cana-de-açúcar. São Paulo é a Unidade da Federação mais empregadora no setor (40% do total), com destaque para o cultivo de cana, com 54%. No Brasil observou-se, em 2008, que pessoas analfabetas e com baixa instrução (com o 5.º ano do Ensino Fundamental completo) representavam mais de 55% dos trabalhadores do cultivo de cana-de-açúcar, enquanto no C/S esse índice não superou 5%; conclui-se que o grande responsável por tais números nacionais seja o N/NE – confirmados pelos mais de 80% de trabalhadores enquadrados naquela categoria. Na fabricação de açúcar e etanol, a proporção de pessoas analfabetas e com baixa instrução é pouco menor que em cultivo, porém ainda muito alta, dando destaque para analfabetos no N/NE, os quais em 2008 representaram quase 20% dos trabalhadores do setor – apenas formais. No entanto, o aumento da mecanização vem gerando crescimento na demanda por profissionais mais qualificados. Uma colhedora substitui o trabalho de cem pessoas com baixa capacitação, porém, exige dez trabalhadores capacitados em automação e mecanização. Instituições como Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar), Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) e Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), entre outras, estão auxiliando na formação deste novo perfil de mão-de-obra que o setor está demandando, porém, ainda existe espaço para outras entidades atuarem para a melhoria da qualificação profissional. Outro ponto analisado foi a faixa de remuneração dos colaboradores, concentrada entre 1,01 e 3 salários mínimos mensais. Além disso, mesmo com a sazonalidade característica do setor dirimida nos últimos anos em função da aplicação

de novas tecnologias no cultivo e na colheita de cana-de-açúcar, o saldo final de postos de trabalho formais ficou 2,9% acima do ano anterior, saindo de 572.194, em 2007, para 588.826, em 2008. Como rendimento médio dos trabalhadores, o C/S apresenta R\$ 1.062,55/pessoa e o N/NE R\$ 666,20, gerando média nacional de R\$ 942,02. De tal situação depreende-se que a massa salarial gerada pelas regiões também seguirá a mesma linha, com C/S movimentando R\$ 786 bilhões, N/NE R\$ 425 bilhões, totalizando R\$ 1,21 bilhão, equivalente a US\$ 738 milhões, movimentados em 2008 – apenas com trabalhadores formais.

Como mostra pesquisa realizada pelo Grupo de Extensão em Mercado de Trabalho Agrícola (Gemt), da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz (Esalq), da USP, coordenado pela professora Márcia Azanha de Moraes (2009, p. 55), o impacto social da atividade sucroenergética no Brasil deve ser avaliado não apenas pelas centenas de milhares de empregos gerados. Igualmente importante é saber que o setor, espalhado por grande parte do território nacional, contribui para descentralizar a renda. Qual o perfil desses empregados do ciclo do álcool? Qual seu grau de instrução? Qual o nível de remuneração? A escolaridade dos assalariados na lavoura canavieira ainda é baixa. Estudam, na média, 4,2 anos, de acordo com dados de 2007 do IBGE. No setor de produção de etanol, a média é mais alta: 7,7 anos. Os anos de estudos estão naturalmente refletidos nos salários. Na média, o empregado na indústria de etanol ganha 25,3% mais do que o empregado da lavoura canavieira. Há duas maneiras complementares de olhar esses números. Por um lado, quando se olha para o futuro, nota-se que eles indicam a necessidade de um esforço, público e privado, no sentido de aumentar o nível de escolaridade da mão-de-obra do ciclo do etanol. Isso elevaria o rendimento médio e a produtividade. Por outro lado, quando se olha o presente, percebe-se que o setor é responsável pela inclusão no mercado de trabalho de um contingente expressivo que teria dificuldade em ser absorvido em outros ramos da atividade econômica. Os empregos gerados no ciclo do etanol têm a vantagem adicional, do ponto de vista de distribuição regional da riqueza, de estarem espalhados em quase todo o território nacional. Não se trata apenas de constatar que a atividade está presente em 25 dos 26 Estados – afinal, a indústria de petróleo tem presença em 24 Unidades da Federação – mas de reconhecer sua maior capilaridade, uma vez que abrange um número muito maior de municípios. Com base na metodologia do quociente locacional – a metodologia permite identificar a existência de especialização e de aglomeração na atividade produtiva de cada estado ou região. O quociente

locacional possui limite inferior igual a zero. Zero indica inexistência de atividade na região analisada. A partir do zero, o número sobe de acordo com o nível de especialização dos trabalhadores. Quando não há especialização, o número fica entre zero e um. No caso de haver especialização, o número é superior a um. O nível de especialização pode ser baixo – entre um e cinco –; moderado – entre cinco e dez –, e alto – acima de dez –, verifica-se que as atividades produtivas do setor sucroenergético têm alto grau de interiorização. O número de municípios produtores de cana-de-açúcar e/ou etanol (1.042) é aproximadamente seis vezes maior do que o número de cidades em que há extração de petróleo e/ou indústria de derivados (176). Com relação ao número de empregados, a diferença também é grande.

De acordo com a RAIS referente a 2007, o setor de produção de cana e etanol, com 465.236 trabalhadores, empregava quase sete vezes mais que o setor de produção de petróleo, com 73.075 empregos. Uma rápida comparação entre São Paulo e Rio de Janeiro ajuda a visualizar as diferenças do perfil dos setores sucroenergético e petroquímico. Em São Paulo, principal polo do setor sucroenergético, a produção da cana está presente em 397 municípios (61,6% do total). Desses, 220 registram algum grau de especialização o que é indicado pelo QL (Quociente Locacional) superior a um. Com relação à produção de etanol, está presente em 80 cidades do Estado (12,4%), das quais 60 têm especialização. No Rio, que é um polo petrolífero, a atividade de extração está presente em apenas 15 municípios, sendo que em apenas três deles há especialidade produtiva. Qual o resultado da maior demanda por etanol? Do ponto de vista social, a resposta poderia ser resumida em uma palavra: empregos. Mesmo com um aumento modesto do consumo de etanol (em substituição à gasolina), o efeito seria a geração de milhares de postos de trabalho. O impacto da maior demanda por etanol foi calculado em estudo realizado pelos professores CINTHIA CABRAL DA COSTA, da Universidade Federal de São Carlos, e JOAQUIM JOSÉ MARIA GUILHOTO (2009, p. 48-75), da Faculdade de Economia e Administração da USP. Foi utilizada a metodologia matriz-insumo-produto – com dois critérios técnicos adotados nessa simulação e o coeficiente 0,7 para estabelecer a comparação de rendimento (quilômetros rodados) entre o etanol hidratado e a gasolina. Multiplicando-se o volume de etanol em cada Estado por 0,7, obteve-se o volume de consumo de gasolina equivalente. Em segundo lugar, o impacto foi analisado em termos de valor, e não em volume (na realidade, o volume calculado foi multiplicado pelo preço). Como a base para análise foram os valores referentes a 2004, quando os preços dos combustíveis

estavam sujeitos a tributações diferenciadas nos Estados, foram usados os preços para cada Estado. Os autores trabalharam com três cenários: substituição da gasolina por etanol na proporção de 5%, 10% e 15%. Em todos os cenários, a substituição representou ganho em termos de criação de emprego, considerado o resultado líquido da substituição (ou seja, contando-se os poucos postos de trabalho fechados no setor petroquímico. No cenário mais modesto, de 5%, haveria aumento de quase 40 mil empregos, gerando massa salarial de aproximadamente R\$ 80 milhões por ano. Com a substituição de 15%, criou-se no país um potencial de 117.701 novos empregos. Esses empregos agregariam massa salarial de R\$ 236 milhões por ano.

Concernentes às ações para a implementação sistemática de programas de responsabilidade social que levem a melhorias importantes na qualidade do emprego Szwarc et al. (2007, p. 57) apontam – quer em atitudes isoladas ou dentro de programas mais completos –, que durante a última década as usinas no Estado de São Paulo mantinham (2003) mais de 600 escolas, 200 creches e 300 ambulatorios médicos. Em uma amostra de 47 unidades (São Paulo), mais de 90% proporcionavam assistência médica, odontológica, transporte e seguro de vida em grupo e acima de 80% forneciam refeição e assistência farmacêutica. Mais de 84% tinham programas de participação nos lucros, alojamento, refeitórios e creche. Um passo importante foi a sistematização introduzida com o preparo de Indicadores do Balanço Social (modelo Ibase), há quatro anos, em muitas empresas. Os resultados de 73 empresas (UNICA, 2003) mostram recursos equivalentes a 24,5% da folha de pagamento em áreas como: 6,72% (participação nos lucros); 6,54% (alimentação); 5,9% (saúde); 2,3% (segurança e medicina do trabalho); 1,9% (educação, capacitação e desenvolvimento profissional). Esses indicadores passam a ser gradualmente usados para *benchmarking* entre as empresas, com efeito acelerador na introdução dos programas. A Unica associou-se ao *World Bank Institute*, iniciando um programa de Responsabilidade Social Corporativa e Competitividade Sustentável. Trata-se de um curso destinado ao público interno das empresas (diretores, gerentes e colaboradores) e a alunos das melhores universidades paulistas. Em 2004 e 2005, participaram 2.500 pessoas (empresários e funcionários das empresas), com treinamento visando à avaliação de situações concretas e a elaboração de diagnósticos confiáveis. O setor participa da pesquisa internacional *Business and Economic Development*, para identificar os impactos das suas empresas e avaliar a sustentabilidade do

modelo utilizado. Os resultados desse trabalho – realizado em parceria com o Instituto Ethos (Brasil), BSR – *Business for Social Responsibility* (EUA), *Institute of Social and Ethical Accountability* (Inglaterra) e Fundação Dom Cabral (Brasil) – são importantes para avaliação da situação atual e para orientação. Em 2006, foram envolvidas 30 empresas com 650 pessoas (todos os níveis). Mais 30 empresas serão incluídas na sequência dos trabalhos. Outra experiência interessante é a realizada com uma das associadas da Unica, a Cia. Açucareira Vale do Rosário (localizada na cidade de Ribeirão Preto-SP), juntamente com mais de 20 empresas fornecedoras da usina. Trata-se do Programa Tear – Tecendo Redes Sustentáveis – uma iniciativa do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), com apoio do Fundo Multilateral de Investimentos (Fumin) e coordenação do Instituto Ethos, cujo objetivo é aumentar a competitividade, a sustentabilidade e as oportunidades de mercado das empresas brasileiras, a partir do envolvimento de toda a cadeia produtiva.

De acordo com Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias do Açúcar, Alimentação e Afins (2008), os trabalhadores do Estado de São Paulo recebem benefícios de plano de saúde e alimentação. O custo médio mensal desembolsado pelas usinas com planos de saúde é de US\$ 33,00 por pessoa. Disso resulta que o segmento de plano de saúde faturou em 2008, cerca de US\$ 125 bilhões, com o setor sucroenergético. Vale destacar a enorme importância que esses planos de saúde trazem para os municípios onde as usinas estão instaladas no sentido de desafogar os hospitais públicos. No que se refere à alimentação, estima-se que as usinas paulistas desembolsaram cerca de US\$ 188 milhões, observando um custo médio mensal de US\$ 49,00 por pessoa (NEVES; TROMBIN; CONSOLI, 2010, p. 32).

5.6 O sistema do setor agroindustrial

Ray Goldberg (*apud* ARAUJO, 2007, p. 43) apresentou o conceito do agronegócio como sendo um sistema com “todos os envolvidos na produção, processamento e *marketing* de um produto específico”. Inclui o suprimento das fazendas; as fazendas; operações de estocagem; processamento; atacado e varejo envolvidos em um fluxo desde a

produção de insumos até o consumidor final; as instituições que afetam e coordenam os estágios sucessivos de fluxo do produto, tais como governo, associações e mercados futuros.

O êxodo rural ocorrido nos últimos 50 anos no Brasil, aliado aos avanços tecnológicos e a evolução socioeconômica, mudou radicalmente a fisionomia das propriedades rurais. Estima-se que 70% dos trabalhadores rurais vivem e residem nas cidades. (ARAUJO, 2007, p. 27).

O impacto da tecnologia foi intenso e provocou incrementos significativos nos índices de produtividade agropecuária.

As propriedades rurais se caracterizam num processo de transformação onde perdem sua autossuficiência; são dependentes de insumos e serviços externos; procuram especialização em atividades produtivas determinadas (escalas); geram excedentes de consumo destinados a mercados internos e externos; são dependentes de informações, teleprocessamento e computacionais; necessitam de infraestruturas logísticas: estradas, armazéns, portos, aeroportos, geoprocessamento, bolsas de mercadorias e futuros; seu desenvolvimento está atrelado a pesquisas, tecnologias e adoção de inovações; disputam mercados e estão sujeitas a globalização e internacionalização da economia.

A complexidade desse sistema faz com que cada parte de seus segmentos assumam funções próprias e especializadas, compondo os elos de todo o processo produtivo e comercial para cada produto agropecuário. Já não se trata de propriedades autossuficientes, mas de todo um complexo de bens, serviços e infraestrutura que envolve agentes diversos e interdependentes. A partir da década de 1980, discutiu-se a utilização da terminologia *agribusiness*, adotando-se inicialmente a expressão agronegócio ou, em outros momentos, complexo agroindustrial. Nos anos 1990, a adoção mais comum foi agronegócio.

Os sistemas agroindustriais apresentam-se com algumas diferenças da produção de bens manufaturados como:

a) sazonalidade da produção – é dependente das condições climáticas de cada região, apresentando os períodos de safra e entressafra, implicando o fator escassez ou abundância no lado da oferta. Já a demanda apresenta-se razoavelmente constante ao longo do período. Com essas características, a administração do agronegócio implica observar o contexto das flutuações dos preços; infraestrutura de estocagem e conservação; maior atenção

no suprimento e utilização de insumos e dos demais fatores de produção; circunstâncias próprias e especiais no processamento e transformações das matérias-primas; presteza na escolha da logística e no acompanhamento dos prazos de entregas quer nos suprimentos ou produtos acabados;

b) fatores biológicos e pragas – apresentam-se em qualquer fase da cadeia (antes, pós-colheita, armazenamento, industrialização, distribuição) dos produtos agropecuários e estão sujeitos aos ataques. A incidência desse fator assume importância à medida que provocam perdas na quantidade e na qualidade, diminuindo a produtividade; disseminação de doenças e pragas para outras localidades, agravando a questão da produtividade, incorrendo-se no perigo das barreiras e exclusão comercial; transmissão de doenças para seres humanos; necessidade de combate da epidemia das doenças e pragas, onerando-se os custos de produção (inseticidas, pesticidas e outros), com redução de lucro; riscos ao meio ambiente e às pessoas intrínsecas ao processo produtivo; toxidade nos produtos com perigo para os consumidores. Certamente, as epidemias de doenças e pragas requererão necessidades de pesquisas específicas na descoberta das causas e soluções, notadamente, no desenvolvimento de produtos para controle, combate, máquinas, equipamentos e implementos apropriados e outros serviços especializados;

c) perecibilidade acelerada – a atividade biológica dos produtos agropecuários continua após colheita ou abate, diminuindo sua vida útil. Requerem cuidados específicos e exigem o envolvimento de outros segmentos econômicos e no desenvolvimento de tecnologias, processos de colheita, classificação e tratamento de produtos, estruturas de armazenamento e conservação, embalagens adequadas, logísticas de suprimento e distribuição (ARAÚJO, 2007, p. 41).

A Figura 5 apresenta a visualização do sistema agroindustrial.

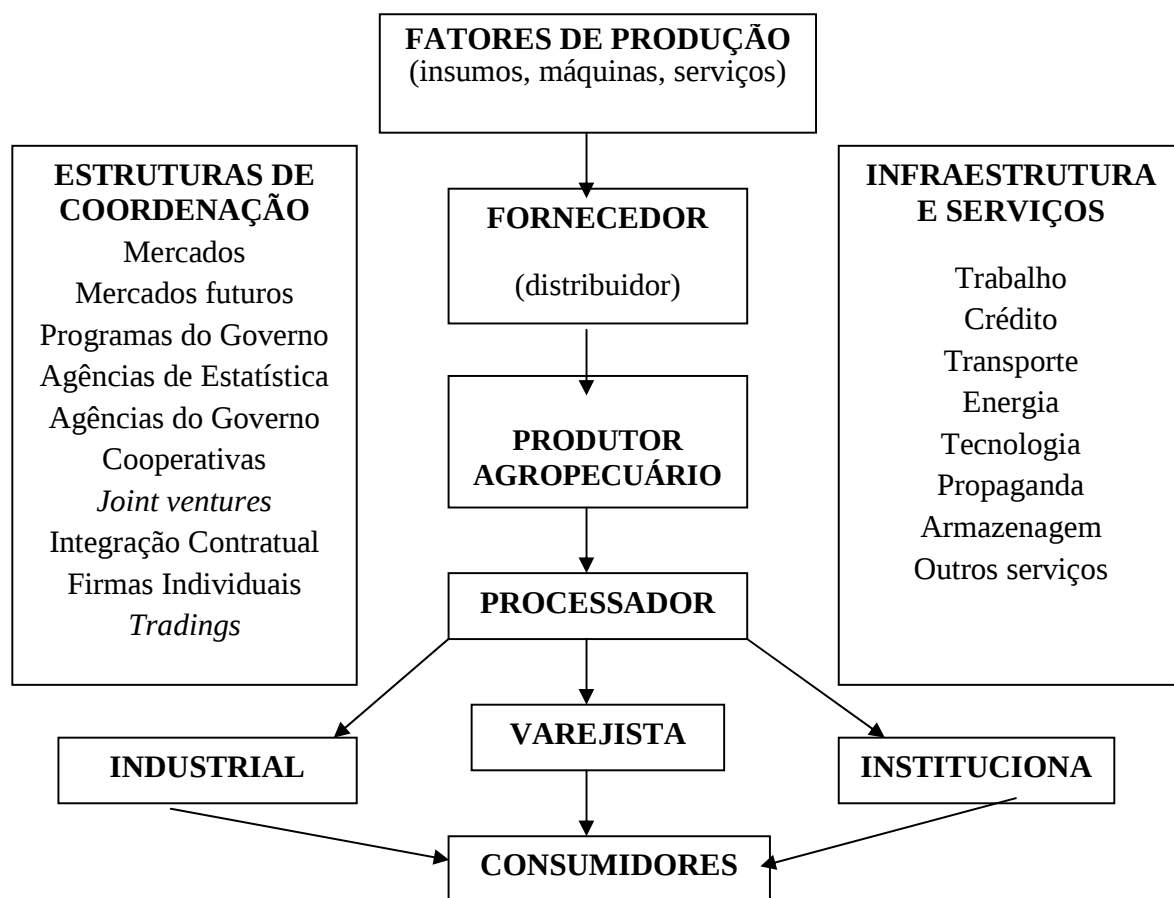


Figura 6 – Visualização do sistema agroindustrial
Fonte: Araujo (2007, p. 45).

5.6.1 A cadeia do sistema agroindustrial sucroenergético

A cadeia produtiva total do sistema agroindustrial sucroenergético representou a renda de US\$ 87 bilhões em 2008, onde a agroindústria de cana-de-açúcar brasileira participou com US\$ 28 bilhões, representando 2% do PIB na atividade econômica nacional. Emprega aproximadamente 1,28 milhão de trabalhos diretos: mais de 500 mil só no Estado de São Paulo (maior produtor), como também nutrindo o desenvolvimento econômico de grande número de municípios e contribui para o emprego de muitos trabalhadores nas áreas rurais (NEVES; TROMBIN; CONSOLI, 2010, p. 20).

No Brasil, em 2006, a área colhida da cana-de-açúcar foi de 5,3 milhões de hectares em 6,3 milhões de área cultivada. A produção de cana na safra 2006/2007 foi aproximadamente 425 milhões de toneladas. Cerca de 50% da cana foi usada para etanol e 50% para açúcar. Na região C/S do país, a média de produção de etanol foi de 6.900 litros por hectare e, em determinadas regiões do Estado de São Paulo, algumas usinas atingiram produção superior a nove mil litros por hectare. A produção de etanol entre 2006/2007 alcançou o significativo volume de 17,5 bilhões litros e a Região C/S, que inclui o Estado de São Paulo, respondeu com 89,6% do total. Desse total, 14 bilhões de litros foram destinados ao mercado interno e 3,5 bilhões para o mercado externo. O etanol carburante no Brasil substitui hoje mais de 40% da gasolina usada em motores automotivos (ciclo Otto). A atividade tem um positivo diferencial competitivo ambiental, a eficiente produção de etanol – combustível renovável e não poluente – da cana-de-açúcar. O uso extenso do etanol como combustível no Brasil situa-se em 25% da mistura com a gasolina (*gasohol*) ou usado como um combustível limpo em veículos equipados com motores para álcool ou, ainda, veículos que podem operar em limpo com o etanol, *gasohol* ou mistura entre eles. Esse particular tornou o Brasil um líder na redução em emissão de carbono e mitigação do efeito estufa (JUNK, 2007, p. 42).

Além do etanol, a produção do açúcar foi expressiva – 29,3 bilhões de quilos – na safra 2006/2007. Um terço da produção de açúcar foi vendido no mercado interno, dos quais 50% para consumo direto e os outros 50% para o mercado industrial (refrigerantes, balas, sorvetes, etc.). A demanda de açúcar tem crescido entre 1,5% a 2% ao ano. O Brasil é o principal produtor de açúcar mundial e exportou cerca de 19,5 milhões de toneladas (dois terços da produção) no período, significando mais de 45% do mercado livre de açúcar (SZWARC et al., 2007, p. 127).

A cana-de-açúcar gera o bagaço, outro valioso produto. Esse resíduo também soma para o diferencial ambiental positivo de indústria, pois é usado para substituir amplamente combustíveis fósseis na produção de calor industrial e eletricidade, que impulsionam o abatimento do potencial de emissão de gases de estufa. A agroindústria da cana gerou 11,3 TWh de energia elétrica e mecânica (acionamentos), na maioria para uso próprio (equivalente a 3% de toda a energia elétrica consumida no país). O uso do bagaço como combustível, em 2006, foi de 20,2 M tep (toneladas equivalentes de petróleo). Em 2006, o país

atingiu a autossuficiência em petróleo, com a produção entre 1,8 a 1,9 milhão de barris/dia (bep/dia – barril equivalente de petróleo) O petróleo, em 2004, correspondia a 40,4% da produção de energia primária no Brasil, com forte participação nos setores de transporte, industrial e usos não energéticos (UNICA, 2007). Essa autossuficiência em 2006 contou com a expressiva contribuição do setor canavieiro, que atingiu 14,6% da oferta interna de energia. O bagaço como combustível industrial (alimentos como açúcar, cítricos e outros) e no setor de energia (produção de etanol) atingiu cerca de 420 mil bep/dia. Em 2006, o etanol participou com 160 mil bep/dia (13% da energia total para transportes) e 260 mil bep/dia foram usados diretamente como combustível no setor industrial (alimentos). No setor industrial, o bagaço forneceu tanta energia quanto à soma do óleo combustível e gás natural juntos. Portanto, mesmo deixando de fora a energia térmica a partir do bagaço, usada para a produção do etanol (cerca de 150 mil bep/dia), o setor canavieiro auxiliou os transportes e a indústria com a substituição de 420 mil bep/dia de combustíveis (gasolina, óleo combustível ou gás natural) (SZWARC et al., 2007, p. 18).

Com o crescimento das vendas dos veículos bicomcombustíveis e a competitividade do etanol frente à gasolina (com preços em grande parte do mercado abaixo de 60% do preço da gasolina), com base nas informações de SZWARC et al. (2007, p. 21), tinha-se a expectativa de que em 2012/2013 o setor sucroenergético estivesse processando aproximadamente 700 milhões de toneladas de cana, produzindo 36 bilhões de litros de álcool e 39 milhões de toneladas de açúcar, com a implantação de novas unidades, expansão de unidades existentes e aumento da produtividade agroindustrial. A produção de etanol tende a crescer mais rapidamente; estima-se que para 2012 mais de 60% da oferta de cana será usada para etanol. A expansão está ocorrendo em áreas de pastagem, principalmente nas parcialmente degradadas, situadas no oeste do Estado de São Paulo, no triângulo mineiro, em Goiás e Mato Grosso do Sul. Não foi essa a realidade, por questões climáticas e com os problemas de renovação do plantio, a safra de 2012/2013, atingirá 551 milhões de toneladas, projetando-se 540 milhões para a próxima safra, o que fez adiar os investimentos em novas plantas.

A manutenção dos preços médios internacionais do petróleo acima de US\$ 45/barril (no atual estágio tecnológico de produção de etanol no Brasil) é fator indutor para a produção e uso do etanol. O acesso ao mercado externo (embora este seja secundário

em relação ao interno) requer dos demais países políticas públicas mandatórias para o uso do etanol; acordos bilaterais que estabeleçam condições favoráveis de acesso ao produto e inibam medidas protecionistas; redução das tarifas de importação; manutenção das condições de comercialização favorecida, caso da *Caribbean Basin Initiative*, e desenvolvimento de novas tecnologias visando à internacionalização, em larga escala, da produção de etanol em longo prazo. Para o mercado interno, a unificação da alíquota do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) em todo o país no nível de São Paulo (12%), a manutenção da tributação atual na gasolina, a melhoria na autonomia com etanol nos veículos bicompostíveis e a criação de mecanismos de mercado que reduzam a volatilidade do preço do etanol são pontos importantes (JUNK, 2007, p. 32).

Os 850 milhões de hectares do território brasileiro têm uma fração em condições de sustentar economicamente a produção agrícola e ainda manter grandes áreas de florestas com diferentes biomas. As áreas de cultivo agrícola somam 60 milhões de hectares (7% do território, as maiores com 21 milhões de hectares com soja e 12 milhões de hectares com milho). Áreas de “pastagens” correspondem a cerca de 227 milhões de hectares, incluindo uma parcela com nível de degradação. Áreas de florestas (com a produção comercial de madeira) totalizam 464 milhões de hectares. Estimativa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) indica que há ainda aproximadamente 100 milhões de hectares aptos à expansão da agricultura de espécies de ciclo anual e, adicionalmente, estima-se uma liberação potencial de área equivalente a 20 milhões de hectares provenientes da elevação do nível tecnológico na pecuária. A área ocupada pela cana-de-açúcar hoje é de 0,6% do território (0,3% para etanol), concluindo-se que não há, no caso do Brasil, conflito entre usos da terra para alimentos e energia. A expansão da cana-de-açúcar nos últimos 25 anos ocorreu no C/S do Brasil, em áreas muito distantes dos biomas atuais da Floresta Amazônica, Mata Atlântica e Pantanal. Entre 1992 e 2003, no C/S, a expansão representou 94% nas unidades existentes. Em São Paulo, o crescimento ocorreu com a substituição de outras culturas e pastagens. Hoje e nos próximos anos, o crescimento ainda deverá ocorrer no Centro-Sul, com ênfase no oeste de São Paulo, nos limites com Mato Grosso e em algumas áreas no Estado de Goiás, ocupando principalmente pastagens degradadas ou campos. Não se prevê expansão em qualquer área de florestas ou biomas, protegidos pela legislação vigente (JUNK, 2007, p. 26).

A queima do palhiço para colheita da cana-de-açúcar no campo é uma prática que tem sido muito utilizada. O objetivo principal é facilitar o trabalho do corte manual da cana, inclusive tornando-o mais seguro. Alternativamente, a cana será colhida de forma mecanizada, dispensando a queima. A redução de poluentes, principalmente as partículas de carbono, causando sujeira em áreas urbanas, além de riscos de incêndios, recomenda a substituição dessa prática. Todavia, grandes contingentes de trabalhadores rurais são ainda empregados no corte manual (em 2006, cerca de 70% do corte de cana no Brasil foi manual) e a mudança muito rápida para o processo de corte mecanizado significará desemprego. A compatibilização dos interesses ambientais e sociais será possível com a substituição progressiva da queima. No âmbito federal, foi regulada pelo Decreto n.º 2.661/98; no Estado de São Paulo, em legislação suplementar, foi criada a Lei Estadual n.º 11.241/02. Tanto o Decreto Federal quanto a Lei Estadual estabelecem cronogramas para a eliminação da prática da queima (JUNK, 2007, p. 36). A eliminação da queima no Estado de São Paulo tem sido maior do que a definida na lei, já atingindo 65% da área total de cana, mecanizáveis ou não (UNICA, 2011).

A flexibilidade na produção integrada do açúcar e do etanol contou com avanços de pesquisas e de tecnologias em vários processos operacionais: 1980-1990: novas variedades de cana desenvolvidas no Brasil; novos sistemas de moagem; fermentações com maiores capacidades; uso de vinhaça como fertilizante; controle biológico da broca da cana; otimização das operações agrícolas; autonomia em energia; 1990-2000: início da venda de energia excedente; melhor gerenciamento técnico, agrícola e industrial; novos sistemas para colheita e transporte da cana; avanços em automação industrial. Os seguintes resultados expressam as melhorias obtidas em usinas no Estado de São Paulo: + 33% t cana/ha; + 8% açúcar na cana; + 14% conversão do açúcar na cana para etanol; + 130% produtividade na fermentação (m^3 etanol/ m^3 reator-dia). Além das ações para forte difusão de tecnologias comerciais, a inovação em processos para a produção de etanol e diversificação de produtos a partir da sacarose e de resíduos lignocelulósicos da cana deverão ocorrer. Em 2000, estimou-se que a implementação adicional de tecnologias já disponibilizadas poderia resultar em reduções de até 13% em custos de produção no Centro-Sul. Novos processos incluem a agricultura de precisão; sistemas integrados de colheita e transporte de cana e palha; maior automação industrial; processos de separação (caldo e processamento final). A modificação

genética da cana está avançando rapidamente (escala experimental, incluindo testes de campo); o genoma da cana foi mapeado em 2001 em São Paulo e algumas dezenas de projetos (aplicações: genoma funcional) estão em desenvolvimento em instituições públicas e privadas; há intensa diversificação de produtos, incluindo produtos da sacarose (novas indústrias, anexas ou não às usinas), alcoolquímica e o aumento da produção de energia da biomassa da cana-de-açúcar. Excluindo a sacarose, a energia em uma tonelada métrica de cana (adicionando a palha) é equivalente a $\frac{2}{3}$ da energia em um barril de petróleo. Essa biomassa pode ser recuperada a custos relativamente baixos e menos da metade é usada hoje. Tecnologias disponíveis podem gerar energia elétrica adicional, correspondente a 30% a mais do valor de venda do açúcar e etanol, com bagaço e 50% da palha. Espera-se, dentro de dez anos, o desenvolvimento de conversão eficiente da biomassa para etanol, podendo levar ao mesmo valor adicional de vendas (SZWARC et al., 2007, p. 16).

Neves, Trombin e Consoli (2009, p. 17-43) em seus estudos sobre Mapeamento e Quantificação do Setor Sucroenergético 2008 relatam:

– A indústria de cana-de-açúcar é, de longa data, um dos esteios da economia brasileira. A partir da introdução das primeiras mudas no país, em 1532, por mais de dois séculos, o açúcar foi o principal produto brasileiro. Há cerca de 50 anos, o setor experimentou o início de sua transformação. Além do açúcar, as usinas passaram a ter foco na produção do etanol e, mais recentemente, a atenção voltou-se à bioeletricidade, aos alcoolquímicos e à comercialização de créditos de carbono. Tudo isso com a possibilidade do emprego de tecnologias avançadas que aumentam a produtividade e reduzem custos. Trata-se de um novo patamar de negócios, no qual a competitividade é a ordem do dia. No entanto, os avanços do setor sucroenergético não ficaram restritos somente à tecnologia. A nova usina brasileira também está comprometida com as questões sociais e ambientais. A melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores, a racionalização do uso da terra e da água, a mitigação dos efeitos da mecanização da colheita e a preservação de ecossistemas fazem parte da agenda de trabalho do setor sucroenergético, um dos grandes empregadores no Brasil. Externamente, é preciso convencer os críticos de que o aumento da produção brasileira de cana-de-açúcar não acontece sobre as áreas de floresta e também persuadi-los quanto à regularidade de fornecimento do etanol e das condições sustentáveis de nossa produção. Internamente, é preciso mostrar à sociedade que há uma série

de outros benefícios, além da economia financeira ao se optar pelo etanol no abastecimento do seu veículo;

– O PIB do setor sucroenergético em 2008 foi de US\$ 28 bilhões, equivalente a 1,5% do PIB nacional. O cálculo do PIB setorial foi estimado pela soma das vendas dos bens finais do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar, subtraindo o faturamento dos bens e serviços intermediários utilizados na produção. A Tabela 5 apresenta o faturamento dos produtos finais estimados em US\$ 24 bilhões.

Tabela 5 – Estimativas do PIB do setor sucroenergético com base nos produtos finais (em mil milhões de dólares)

PRODUTO		MERCADO INTERNO (MI)		MERCADO EXTERNO (ME)	TOTAL (MI + ME)	
		COM IMPOSTOS	SEM IMPOSTOS	ISENTO DE IMPOSTOS	COM IMPOSTOS	SEM IMPOSTOS
Etanol	Hidratado	11.114,50a	9.105,10	23,78	11.138,28	9.128,88
	Anidro	2.972,89b	2.250,88	2.366,33	5.339,22	4.617,21
Não energético		438,78c	351,57	n.d.	438,78	351,57
Açúcar		5.297,14d	4.455,83	5.482,96	10.780,10	9938,79
Bioeletricidade		389,63e	242,87	n.d.	389,63	242,87
Levedura e aditivo		21,41	19,43	42,20	63,61	61,63
Crédito carbono		n.d	n.d	3,48	3,48	3,48
TOTAL		20.234,35	16.425,68	7.918,75	28.153,10	24.344,43

a - Venda dos postos considerando os mercados formal e informal.

b - Venda das usinas para as distribuidoras considerando os mercados formal e informal.

c - Venda das usinas para a indústria de bebidas e cosméticos.

d - Soma das vendas de açúcar das usinas para a indústria e as vendas do varejo.

e - Venda das usinas nos leilões de energia.

Fonte: Neves, Trombin e Consoli, (2010, p. 20).

– O sistema agroindustrial da cana-de-açúcar, em 2008, indicava a estimativa da receita bruta total de cerca de 90 bilhões de dólares (US\$ 1 = R\$ 1,84). Esse valor é o somatório das vendas dos diversos elos do sistema agroindustrial e das movimentações financeiras dos agentes facilitadores: antes das fazendas, cerca de US\$ 9 bilhões; nas fazendas, US\$ 11 bilhões; após as fazendas, US\$ 53 bilhões; prestadores de serviço, US\$ 13 bilhões. Em razão da dupla contagem, a receita bruta do setor não é comparável ao PIB nacional.

A Tabela 6 sumariza os valores do elo antes das fazendas.

Tabela 6 – Faturamento do elo insumos agrícolas (em bilhões de dólares)

	VALOR BRUTO	VALOR LÍQUIDO	IMPOSTOS*
Autopeças e serviços	2.851,19	2.041,19	810,00
Fertilizantes	2.259,09	1.988,00	271,09
Óleo diesel e Lubrificante	1.054,01	795,57	258,44
Defensivos	768,44	676,23	92,21
Colhedoras	426,52	305,35	121,17
Implementos	425,67	304,74	120,93
Caminhões	331,39	237,25	94,14
Tratores	320,87	229,71	91,16
Carrocerias, reboques e semirreboques	233,36	167,06	66,30
Equipamento de Proteção	53,80	38,52	15,28
Corretivos	50,56	44,49	6,07
TOTAL	8.774,90	6.828,11	1.946,79

* Impostos sobre vendas: IPI, ICMS, PIS e Cofins

Fonte: Neves, Trombin e Consoli (2010, p. 25).

A cana-de-açúcar respondeu por 14% das vendas de fertilizantes agrícolas no Brasil em 2008, totalizando cerca de US\$ 2,3 bilhões (3.140 mil toneladas). O uso desse insumo nas lavouras de cana-de-açúcar é essencial, sendo esta o terceiro maior mercado brasileiro de fertilizantes, atrás somente das culturas de soja e milho. O aumento da área plantada de cana-de-açúcar nos últimos anos tem provocado um incremento na demanda de fertilizantes, mesmo diante de uma relação de troca desfavorável. Enquanto em 2007 eram necessárias 19,8 toneladas de cana-de-açúcar para adquirir uma tonelada de fertilizante, em 2008, o volume disparou para 36,3 toneladas. Tal fato ocorreu devido ao aumento dos preços dos fertilizantes e a diminuição do açúcar total recuperável (ATR). As vendas de corretivos para as lavouras canavieiras, em 2008, foram estimadas em US\$ 50 bilhões, com um consumo de 2.999 mil toneladas, equivalente a 14% do consumo nacional. Nesse mesmo ano, a indústria produtora de defensivos agrícolas para a cultura da cana-de-açúcar faturou US\$ 768 bilhões, representando 9,5% das vendas totais no país. As cooperativas foram responsáveis por 61% das vendas de defensivos para cana e as revendas agrícolas 2%; juntas, faturaram mais de US\$ 477 bilhões. As vendas realizadas diretamente às usinas representaram 37%. Do

montante desembolsado com defensivos pelos agricultores nas lavouras de cana-de-açúcar, 73,5% foram gastos com herbicidas, 22,8% com inseticidas e 3,7% com fungicidas. A cana-de-açúcar se destaca entre as três culturas que mais consomem defensivos agrícolas no país, evidenciando a importância do setor. Cerca de 3.970 tratores foram comercializados para o setor sucroenergético no ano de 2008, gerando um faturamento de US\$ 320 milhões. As vendas para o setor representaram 9% das vendas totais de tratores no país. O setor sucroenergético foi responsável pela compra de 47% dos tratores vendidos com potência acima de 200 cv. O faturamento com implementos foi da ordem de US\$ 426 bilhões. Nesse segmento incluem arados, transbordos, grades, pulverizadores, subsoladores, autopropelidos, irrigação, entre outros. O setor de autopeças e serviços de manutenção de máquinas e equipamentos faturou cerca de US\$ 2,9 bilhões em 2008. Esses valores incluíam peças e mão-de-obra para cerca de 140 mil máquinas em operação no setor, que consomem anualmente quase US\$ 20 mil em manutenção por unidade. O setor sucroenergético adquiriu 22% das colhedoras vendidas em 2008, contabilizando um faturamento de US\$ 426 bilhões. Foram vendidas 981 unidades para o setor, representando um crescimento de 52% em relação a 2007. A frota nacional de colhedoras de cana quase dobrou de tamanho. Até 2007, havia aproximadamente 1,28 mil colhedoras nas lavouras de cana. A exigência do fim das queimadas foi uma das razões que levaram a esse crescimento significativo das vendas. Outros fatores que contribuíram foram a redução de custos agrícolas e a falta de mão-de-obra em várias regiões produtoras, especialmente nas áreas de expansão, onde a cana-de-açúcar ainda não é uma cultura tradicional. As vendas de caminhões pesados, categoria com peso bruto total acima de 40 toneladas, também foram impulsionadas pelo crescimento do setor sucroenergético. Além de fazerem o transporte do etanol, esses caminhões respondiam por 80% do transporte da cana-de-açúcar colhida. Estima-se que, em 2008, foram vendidos 1.962 caminhões pesados para o setor, equivalente a 5% das vendas totais de caminhões dessa categoria no país. O setor sucroenergético gerou uma movimentação financeira na ordem de US\$ 331 milhões nesse segmento. Em 2008, as vendas de carrocerias, reboques e semirreboques foram estimadas em US\$ 233 bilhões. Além das 488 carrocerias vendidas, registrou-se o emplacamento de 4.856 reboques e semirreboques canavieiros, os quais representam cerca de 9% das vendas totais da linha pesada no Brasil, e um crescimento de 11% em relação a 2007. As operações mecanizadas na produção agrícola e no transporte da

cana-de-açúcar do campo à unidade industrial consumiram cerca de 1.036 milhões de litros de óleo diesel e lubrificantes, equivalente a US\$ 1,1 bilhão movimentado em 2008. Após a publicação da NR 31 (norma reguladora do Ministério do Trabalho) em 2005, observaram-se o aumento dos investimentos das usinas em saúde e segurança dos trabalhadores. Prova disso são as vendas de EPIs agrícolas (equipamentos de proteção individual) que em 2008 movimentaram US\$ 54 milhões.

Produção de cana-de-açúcar nas fazendas: a safra 2008/2009 de cana-de-açúcar foi recorde, atingindo a produção de 569 milhões de toneladas e área plantada de aproximadamente 8,5 milhões de hectares (incluindo a área em produção, em formação, muda e bisada). São Paulo foi responsável por 68,6% da moagem de cana da região Centro-Sul. Minas Gerais foi o Estado que mais teve sua produção aumentada nos últimos cinco anos, com um crescimento de 1,8%, seguido de Goiás com 1,6%. As 569 milhões de toneladas de cana-de-açúcar moídas nessa safra geraram um faturamento de US\$ 11,5 bilhões no setor sucroenergético. O rendimento da matéria-prima foi de 143,25 kg ATR por tonelada de cana, uma redução de 2% em relação à safra anterior. O valor médio do ATR na safra 2008/2009 foi de US\$ 0,146 e o valor médio da tonelada de cana nessa safra foi de US\$ 20,23 (R\$ 39,85).

Na safra 2008/2009, conforme apresentado na Tabela 7, a cana de fornecedores representou cerca de 44,50% do abastecimento da indústria (US\$ 5,1 bilhões) e 55,50% de cana própria (US\$ 6,4 bilhões).

Tabela 7 – Faturamento da cana-de-açúcar – nas fazendas (em bilhões de dólares)

	VALOR BRUTO
Própria	6.387,91
Fornecedores	5.121,84
TOTAL	11.509,75

Fonte: Neves, Trombin e Consoli (2010, p. 22).

A indústria de insumos (Tabela 8) faturou com o setor mais de US\$ 6,4 bilhões em 2008.

Tabela 8 – Equipamentos, serviços e insumos industriais – após as fazendas (em bilhões de dólares)

	VALOR BRUTO	VALOR LÍQUIDO	IMPOSTOS*
Equipamentos industriais	3.400,98	2.720,78	680,20
Serviços de montagem e manutenção	1.110,35	1.007,64	102,71
Construção civil	594,75	539,74	55,01
Produtos químicos	463,82	394,25	69,57
Instalações elétricas	366,00	301,95	64,05
Automação/instrumentação	269,76	222,55	47,21
Óleo combustível e lubrificante	94,19	71,09	23,10
Sacarias	45,42	36,34	9,08
Equipamento de proteção	38,96	31,17	7,79
Materiais de laboratório	15,46	11,07	4,39
<i>Big bags</i>	14,67	11,74	2,93
TOTAL	6.414,36	5.348,31	1.066,05

* Impostos sobre vendas: IPI, ICMS, PIS e Cofins

Fonte: Neves, Trombin, Consoli (2010, p. 28).

Para quantificar o faturamento dos fornecedores de equipamentos industriais e das empresas que prestam serviços de montagem, foram considerados os investimentos realizados pelas 29 usinas/destilarias que entraram em operação no ano de 2008. Esses investimentos iniciaram-se em 2006 e finalizados em 2008. Das 29 unidades industriais, quatro são usinas de açúcar e etanol (sendo três com capacidade de moagem de 1,5 milhão de tonelada de cana-de-açúcar e uma com capacidade de três milhões de toneladas) e 25 são destilarias (sendo 15 com capacidade de moagem de 1,5 milhão de toneladas e dez com capacidade de três milhões de toneladas). O investimento médio para montagem da parte industrial de uma usina foi estimado em US\$ 85/t de cana-de-açúcar (capacidade de moagem) e, de uma destilaria US\$ 75/t. O valor total estimado dos investimentos foi de US\$ 4,5 bilhões.

A Tabela 9 apresenta a proporção do montante entre os investimentos necessários e a Tabela 10 detalha o investimento em equipamentos.

Tabela 9 – Proporção do investimento entre os itens

ITEM	% DO INVESTIMENTO TOTAL
Equipamentos	60
Montagem eletromecânica	7
Construção civil	13
Instalações elétricas	8
Instrumentação/automação	2
Serviços de engenharia, isolamento térmico e pintura	10
TOTAL	100

Fonte: Neves, Trombin e Consoli (2010, p. 26).

Tabela 10 – Proporção do investimento por tipo de equipamento

TIPO DE EQUIPAMENTO	% DO INVESTIMENTO EM EQUIPAMENTOS	
	Usina	Destilaria
Geradores de vapor	25	20
Sistema recepção/extração	20	25
Destilaria	15	30
Indústria de açúcar	15	---
Turbinas/geradores de energia	10	10
Outros	15	15
TOTAL	100	100

Fonte: Neves, Trombin e Consoli (2010, p. 26).

Além dos investimentos relacionados à montagem das novas unidades, foram também consideradas as vendas dos equipamentos e serviços destinados à manutenção das unidades industriais, que é realizada na entressafra. Nesse item, considerou-se o custo estimado de manutenção na região Centro-Sul de US\$ 1,68/t de cana-de-açúcar moída, sendo 62,50% gastos com equipamentos e 37,50% com serviços. Na região NNE, esse custo foi de US\$ 2,08, sendo 86,70% gastos com equipamentos e 13,30% com serviços. Foram também considerados os projetos de automação e instrumentação vendidos em 2008 para o setor sucroenergético (cerca de 40 projetos além dos que foram vendidos para as 29 novas unidades). Estima-se que o faturamento dos fornecedores de equipamentos industriais foi de aproximadamente US\$ 3,4 bilhões. As vendas de automação e instrumentação foram de US\$

270 bilhões. Os fornecedores de serviços de montagem e manutenção faturaram cerca de US\$ 1,1 mil milhão. O setor de construção civil faturou aproximadamente US\$ 595 bilhões e o de instalações elétricas US\$ 366 bilhões em novas unidades industriais.

O setor sucroenergético gerou um faturamento de US\$ 464 bilhões com produtos e especialidades químicas na produção de etanol e açúcar, incluindo cal virgem e hidratada, *commodities* químicas, polímeros, auxiliares na produção de açúcar e etanol, levedura/fermento, tratamento de águas e resinas de troca iônica, entre outros.

O consumo de combustível e óleo lubrificante para a operação industrial foi de 70 milhões de litros, gerando um faturamento de US\$ 94 milhões. Com materiais de laboratório, o setor movimentou US\$ 15 milhões. Com sacarias de 50 kg, foram gastos US\$ 45 milhões e com *big bags* de 1.200 kg, US\$ 15 milhões em 2008. Com EPIs industriais foram movimentados US\$ 39 milhões.

Faturamento do elo usinas: na Tabela 11 são demonstrados todos os produtos comercializados pelas usinas, que faturaram cerca de US\$ 23 bilhões, sendo US\$ 12 bilhões com etanol, US\$ 10 bilhões com açúcar, US\$ 3 milhões com bioeletricidade, US\$ 6 milhões com leveduras, aditivos e crédito de carbono.

Tabela 11 – Faturamento do elo usinas (em bilhões de dólares)

PRODUTO	MERCADO INTERNO (MI)	MERCADO EXTERNO (ME)	TOTAL (MI + ME)
Hidratado	6.615,58	1.179,91	7.795,49
Etanol Anidro	2.972,89	1.210,20	4.183,09
Não energético	438,78	---	438,78
Açúcar	4.282,12	5.532,96	9765,08
Bioeletricidade	389,63	---	389,63
Levedura e aditivo	21,41	42,21	63,62
Crédito de carbono	3,48	---	3,48
TOTAL	14.723,89	7.965,28	22.619,17

Fonte: Neves, Trombin e Consoli (2010, p. 23).

As exportações geraram um faturamento de US\$ 2,4 bilhões em função dos 5,07 bilhões de litros embarcados de etanol anidro e US\$ 23,78 milhões a partir dos 50,35 milhões de litros de etanol hidratado. O volume total exportado ainda é pequeno se comparado à produção total, no entanto, já sinaliza grande potencial de crescimento, tendo se

multiplicado em volume 14 vezes desde 2001 e, em faturamento, 24 vezes. O aumento mais significativo em volume aconteceu em 2004 (220%), ano em que foram exportados cerca de 2,4 bilhões de litros. Nessa cifra inclui-se etanol destinado a indústria química e bebidas. Os principais compradores foram os EUA (34%), Holanda (26%), Jamaica (8%) e El Salvador (7%). O mercado interno consumiu, em 2008, 14,08 bilhões de litros de etanol hidratado (mercado formal e informal), gerando um faturamento de US\$ 6,8 bilhões nas usinas. O volume de vendas desse produto vem crescendo consideravelmente nos últimos anos. Uma comparação com o ano de 2006 revela um aumento de 87%. O principal motivo desse crescimento foi a introdução dos carros com motores bicom bustíveis que, em 2008, responderam por 90% da produção dos automóveis comerciais leves no Brasil. O mercado interno de etanol anidro nas usinas movimentou cerca de US\$ 3 bilhões com a venda de 6,48 bilhões de litros no período (mercado formal e informal). O maior consumo no Brasil desse produto é misturado à gasolina, atualmente, na proporção de 25%. Face ao aumento do consumo do etanol frente à gasolina, em função do aumento dos carros bicom bustíveis, o consumo de etanol anidro tem diminuído nos últimos anos. O etanol para uso não energético é utilizado no Brasil basicamente na produção de bebidas, cosméticos, produtos farmacêuticos e químicos. De acordo com dados do Balanço Energético Nacional (2008), esse consumo foi de 720 milhões de litros em 2008, representando um faturamento para as usinas de US\$ 439 milhões.

Açúcar: as usinas faturaram com açúcar cerca de US\$ 10 bilhões em 2008, contabilizando as vendas para o mercado externo e interno. A seguir, esse valor é apresentado detalhadamente. As exportações geraram um faturamento de US\$ 5,5 bilhões. Das 19,47 milhões de toneladas embarcadas, 83% foram produzidas no C/S e 17% no N/NE. Cerca de 50% das exportações foram destinadas a cinco países e o restante para mais de 100 países diferentes. Entre 2000 e 2008, em média, 25% do açúcar exportado pelo Brasil foi destinado ao mercado russo, configurando-se como o principal mercado comprador internacional, seguido por Nigéria, Egito, Arábia Saudita, entre outros. A maior parcela da produção de açúcar é destinada ao mercado externo, que cresceu a taxas muito superiores ao crescimento do consumo brasileiro, mantendo-se estável nos últimos seis anos, em média 3% ao ano. No mercado interno, o faturamento das usinas com açúcar movimentou US\$ 4,3 bilhões. Desse total, as vendas das usinas destinadas à indústria de alimentos geraram um faturamento da

ordem de mais US\$ 2 bilhões; o faturamento destinado para o varejo foi de US\$ 1,7 mil milhão e para o atacado de US\$ 580 milhões. Parte do volume de açúcar destinado à indústria é comercializada por meio de algum atacadista, ou seja, não é uma venda direta da usina para a indústria. Geralmente, essa transação ocorre com atacadistas especializados no segmento industrial, que vendem para pequenas fábricas. Esses atacadistas, além de venderem para essas fábricas, por vezes empacotam o açúcar em embalagens menores e vendem para o varejo. Tal especificidade não foi considerada no mapeamento pela dificuldade de inferir uma estimativa do volume comercializado e preço praticado por esse tipo de atacadista. Essa dificuldade decorre de não ter sido encontrado qualquer dado secundário a esse respeito. As principais indústrias consumidoras de açúcar são as de refrigerantes (20%), balas e chocolates (10%), química (10%), lácteos (7%), outras indústrias representam 53%. No consumo do açúcar *in natura*, o principal tipo vendido é o cristal (61%), seguido do refinado (35%), refinado granulado e outros tipos (4%).

Em termos de volume, o C/S comercializou 10,5 milhões de toneladas e o N/NE 1,02 milhão de toneladas. A produção do C/S destina-se 60% à indústria, 28% às vendas diretas ao varejo e 12% ao atacado. Já a produção do N/NE, 53% são vendas diretas ao varejo, 25% à indústria e 22% ao atacado. No total, as vendas destinadas à indústria somaram 6,59 milhões de toneladas de açúcar; as vendas diretas para o varejo cerca de 3,5 milhões de toneladas e para o atacado foram 1,49 milhão de toneladas. Os atacados faturaram US\$ 744 milhões com açúcar em 2008 e o varejo US\$ 3,3 bilhões.

Bioeletricidade: gerada a partir do bagaço da cana-de-açúcar, cada vez mais vem se destacando como um importante produto das usinas. Em 2008, cerca de 30 usinas negociaram 544 mW médios para a venda anual durante 15 anos. Esse volume gerará um faturamento anual de US\$ 390 milhões.

Leveduras: cerca de 10% das leveduras utilizadas na produção de etanol, especificamente na fermentação do caldo de cana, são posteriormente recuperadas e secas para ser destinadas à composição de ração para alimentação animal. Em 2008, o volume exportado de leveduras de cana-de-açúcar foi de 32 mil toneladas, gerando um faturamento de US\$ 17 milhões. No mercado interno, o faturamento foi de US\$ 11 milhões com a venda de 24 mil toneladas de leveduras secas. O preço maior por tonelada do produto no mercado interno deve-se ao custo logístico e impostos. Juntamente com as leveduras para essa

finalidade, são comercializados aditivos baseados em leveduras de cana-de-açúcar (como por exemplo, a parede celular). Em 2008, foram exportadas 13.400 toneladas desse subproduto, gerando um faturamento de US\$ 25 milhões. No mercado interno, foram vendidas cinco mil toneladas desses aditivos, representando um faturamento de US\$ 10 milhões. Portanto, o faturamento das leveduras somado aos seus aditivos alcançou em 2008 no mercado interno cerca de US\$ 21 milhões e no mercado externo US\$ 42 aproximadamente, totalizando US\$ 63 milhões.

Crédito de Carbono: em termos de volume negociado, o Brasil ocupa o terceiro lugar na lista de países vendedores, com 3% do mercado, em 2008 (ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial; Estatísticas – Créditos de Carbono). A China e a Índia estão nos primeiros lugares com 84% e 4%, respectivamente. Já nas cifras acumuladas de RCEs primárias (Reduções Certificadas de Emissões), entre 2002 e 2008, o Brasil tem quase 8%. O montante mundial negociado em 2008 foi de 389 milhões de tCO₂e (tonelada de carbono equivalente), avaliado em US\$ 6,5 bilhões, 14% menos que em 2007. No caso do Brasil, a participação no mercado de Créditos de Carbono ocorre por meio do MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo), por ser o único mecanismo do Protocolo de Kyoto que permite a participação voluntária de países em desenvolvimento. Os 68 projetos brasileiros registrados pela *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) no mercado de créditos de carbono geraram uma redução estimada de 3,45 milhões de tCO₂e e um faturamento de cerca de US\$ 25,35 milhões em 2008, utilizando o preço médio de 2008 registrado pelo mercado voluntário de US\$ 7,34 por tCO₂e. Dos 68 projetos, 24 são do setor sucroenergético os quais geraram uma redução estimada de 473,94 mil tCO₂e, avaliadas em US\$ 3,48 milhões em 2008;

Elo distribuidor e postos de serviços: as distribuidoras faturaram US\$ 8,6 bilhões e os postos US\$ 11 bilhões. Para efeitos de estimativa de faturamento, considerou-se que o mercado informal do etanol acontece da usina para o posto, ou seja, não passa pela distribuidora.

Bioplásticos: uma das inovações para o aproveitamento do bagaço da cana e, se realizados os investimentos previstos, em pouco tempo representarão um faturamento significativo para as usinas. Diz-se “bio” por ser biodegradável, com estudos indicando que em até 180 dias não há mais vestígios no ambiente, além de advir de fontes

naturais. Por essa característica, são um produto valorizado pelo mercado orgânico. Estima-se que a demanda pelo novo produto já alcance 600 mil toneladas anuais no mundo, e um preço de 15% a 30% superior ao preço do produto convencional. Segundo o Instituto de Bioplásticos da Europa (2008), são produzidas quase 331 mil toneladas de bioplásticos, correspondendo a menos de 1% de plásticos sintetizados produzidos anualmente. A produção brasileira do bioplástico ainda é feita em escalas mínimas e insuficientes para que se coloque comercialmente o produto no mercado. A empresa PHB Industrial, controlada pela empresa Pedra Agroindustrial e Grupo Balbo, tem em seu parque industrial um dos primeiros projetos-piloto do país. Em proporções laboratoriais, a empresa pode produzir cerca de 60 toneladas/ano, que atualmente são exportadas para Japão, Estados Unidos e Europa a um preço médio de US\$ 5/kg para resina pura. Pouquíssimo desse material foi vendido, a maioria exportada foi destinada ao desenvolvimento de aplicações com empresas internacionais. A PHB Industrial está projetando uma planta comercial para entrar em operação entre 2009 e 2012. A partir desse investimento a empresa poderá vender em escala comercial o bioplástico, tanto no mercado externo quanto no interno. A gaúcha Braskem tem atualmente capacidade de produção de cerca de 10 toneladas/ano em uma planta-piloto, e anunciou investimentos para a produção de aproximadamente 200 mil toneladas/ano. A Dow Chemical noticiou a criação do primeiro pólo alcoolquímico com previsão para produzir 350 mil toneladas/ano a partir de 2011/2012. A Coopersucar, em parceria com o grupo belga Solvay, deve produzir 120 mil toneladas em 2010 (ABDI, 2008). Um grande mercado potencial sinaliza oportunidades inigualáveis para o setor.

Agentes facilitadores: BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) disponibilizou em 2008 um volume de crédito às empresas do setor sucroenergético um montante de US\$ 3,5 bilhões, estimulando assim o desenvolvimento e a manutenção do setor; CCT terceirizado (Corte, Carregamento e Transporte) – atualmente, com a maior consolidação do setor, novos grupos empresariais vêm assumindo o negócio de cana-de-açúcar, aplicando uma gestão profissionalizada, com foco na eficácia operacional e melhor alocação financeira do capital, criando a demanda por serviços terceirizados de CCT favorecendo a entrada de empresas especializadas em serviços de operações de logística no setor canavieiro. Em 2008, o CCT terceirizado movimentou US\$ 916 milhões (NEVES; TROMBIN; CONSOLI, com dados gerados por MARKESTRAT, 2009).

P&D (Pesquisa e Desenvolvimento): em 2008, foram alocados US\$ 79 milhões de recursos em pesquisas no setor sucroenergético provenientes de Finep, Fapesp, Canavialis e Allelyx, CTC, IAC e distribuídos entre organizações públicas e privadas, USP, Unicamp, Unesp, Embrapa, Ridesa, entre outras.

Prestadores de serviços: frete rodoviário para exportação do açúcar e etanol – os recursos mobilizados com frete rodoviário para exportação do açúcar e etanol somaram US\$ 539 milhões. Desse total, o gasto com fretes rodoviários para a exportação de açúcar na região C/S foi de US\$ 383,6 milhões sendo os portos de Santos e Paranaguá as principais vias de exportação do país em 2008. Daquele montante, o frete de exportação do etanol, também considerando os mesmos portos, movimentou US\$ 155 milhões. O custo de fretes para a exportação do açúcar no modal rodoviário brasileiro teve um custo de aproximadamente US\$ 34,16/t, e do etanol US\$ 34,76/m³.

Pedágios para exportação do açúcar e etanol (Porto de Santos): o faturamento dos pedágios em função da logística do etanol e do açúcar para exportação, nas rodovias paulistas, somou um montante de US\$ 80 milhões em 2008.

Custo portuário (porto de Santos): estima-se que, em 2008, a receita do porto de Santos relativa a desembarços, elevação e supervisão de embarque do açúcar e etanol foi de US\$ 213,5 milhões. Vale destacar que quase 70% de todo o volume de etanol e açúcar brasileiro exportado foi realizado por meio do porto de Santos.

Eventos: foram mapeados cinco importantes eventos no setor sucroenergético que juntos movimentaram US\$ 5 milhões em 2008.

Revistas especializadas: as principais revistas setoriais movimentaram US\$ 4 milhões, distribuídos entre *Jornal Cana*, *IDEA News*, *Energia Mundo*, *Cana Mix*, *Canavieiros*, *Stab*. Em tiragem, foram 61 mil exemplares.

Impostos agregados: os impostos foram calculados por meio de uma “alíquota média ponderada”, estimando-se a alíquota da mercadoria nos principais Estados, considerando os incentivos fiscais e volumes produzidos. Somente os impostos sobre o faturamento foram considerados neste levantamento, sendo IPI, ICMS, PIS e Cofins. No caso do ICMS, não foi utilizada “alíquota média ponderada”, mas a alíquota interestadual dos Estados do C/S. No caso do PIS/Cofins, foram utilizadas as alíquotas padrão de 1,65% e 7,60% respectivamente, com exceção do etanol, tributado por um valor fixo em reais/litro.

Além disso, no caso do IPI, foram priorizadas as alíquotas dos produtos de maior relevância de cada elo. Como premissas para estimativa dos impostos agregados no sistema agroindustrial consideraram-se as empresas como optantes pelo sistema de tributação pelo lucro real. Para o cálculo do imposto total utilizou-se a somatória dos impostos gerados em cada elo do Sistema Agroindustrial (SAG), desde a venda dos insumos agrícolas e industriais até a venda dos produtos finais. Para eliminar a dupla contagem e considerar os impostos agregados no SAG, subtraíram-se desse total os impostos gerados nos primeiros elos (insumos agrícolas e industriais). O resultado dessa estimativa demonstrou que os impostos sobre faturamento totais do SAG somaram em 2008 cerca de US\$ 9,9 bilhões, sendo que US\$ 3 bilhões foram gerados pela venda de insumos agrícolas e industriais. Dessa forma, os impostos agregados no SAG foram estimados em US\$ 6,9 bilhões.

5.6.2 Os dados mais recentes do setor

Segundo as previsões da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a diminuição da oferta do etanol entre 2011/2012 tem como origem o *mix* entre o açúcar e o etanol, com aumento da produção de açúcar em decorrência de melhores preços no mercado externo entre 2010/2011, além da diminuição da produtividade explicada pela diminuição de investimentos em reformas dos canaviais e tratos da cultura, combinadas com problemas climáticos e preços praticados na compra da cana. A área em reforma prevista na safra de 2010/2011 deveria ser de 700 mil ha, mas foram reformadas 450 mil ha. Somada à diminuição da expansão, o reflexo foi o envelhecimento dos canaviais, com a grande quantidade de cana no sexto corte para a safra de 2011/2012. A situação da lavoura comprometerá o comportamento da produção nos próximos anos.

Os dados das Tabelas 12 e 13 mostram os mais recentes dados estatísticos da produção do setor sucroenergético brasileiro.

Tabela 12 – Produção do setor sucroenergético

ITEM/SAFRA	SAFRA 2008/2009	SAFRA 2009/2010	SAFRA 2010/2011	ESTIMATIVA SAFRA 2011/2012
MOAGEM – Cana-de-açúcar (mil toneladas)				
Centro-Sul	504.963	542.825	561.037	488.500
Norte-Nordeste	64.100	61.091	63.464	62.000
Brasil	569.063	603.916	624.501	550.500
PRODUÇÃO – Açúcar (mil toneladas)				
Centro-Sul	26.750	30.000	33.565	30.800
Norte-Nordeste	4.299	4.042	4.505	1.485*
Brasil	31.049	34.042	38.070	31.285
PRODUÇÃO – Etanol anidro (milhões de litros)				
Centro-Sul	8.247	5.888	7.413	7.830
Norte-Nordeste	1.089	1.050	902	402*
Brasil	9.336	6.938	8.315	8.232
PRODUÇÃO – Etanol hidratado (milhões de litros)				
Centro-Sul	16.854	17.659	17.972	12.559
Norte-Nordeste	1.322	1.142	1.090	410*
Brasil	18.176	18.801	19.062	12.969
PRODUÇÃO – Etanol total (milhões de litros)				
Centro-Sul	25.101	23.547	25.385	20.389
Norte-Nordeste	2.411	2.192	1.992	812*
Brasil	27.512	25.739	27.377	21.201
Exportação de açúcar (mil toneladas)				
Quantidade	18.000	21.000	24.640	21.200
Exportação de etanol (milhões de litros)				
Quantidade	3.800	2.500	1.767	1.650
PRODUÇÃO – Bioeletricidade (MW médio)				
Brasil	1.850	2.000	3.300	2.900

Fontes: DCAA/SPA/E/MAPA – ÚNICA

(*) Posição em 1/11/2011

Tabela 13 – Evolução da produtividade e da produção de cana-de-açúcar no Brasil

Safr	ÁREA (MIL HECTARES)			PRODUTIVIDADE (t/ha)			PRODUÇÃO (MIL t)		
	Centro-Sul	Norte-Nordeste	BRASIL	Centro-Sul	Norte-Nordeste	BRASIL	Centro-Sul	Norte-Nordeste	BRASIL
2005/2006	4.744,3	1.096,0	5.840,3	69,2	44,1	65,5	334,1	48,4	382,5
2006/2007	5.020,0	1.143,3	6.163,3	74,5	48,0	69,6	373,9	54,9	428,8
2007/2008	5.718,4	1.227,9	6.946,3	75,4	52,6	71,3	431,2	64,6	495,8
2008/2009	5.989,2	1.068,7	7.057,9	84,9	60,0	81,1	508,6	64,1	572,7
2009/2010	6.309,8	1.099,8	7.409,6	69,1	52,2	60,6	542,8	61,1	603,9
2010/2011	6.912,9	1.120,1	8.033,0	81,2	56,7	77,7	561,0	63,5	624,5

Fontes: CONAB – Boletim de Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar; MAPA / SAPCANA; Secretaria de Produção e Agroenergia – Departamento da Cana-de-Açúcar e Agroenergia.

5.7 Referências da Metodologia

A pesquisa descritiva tem por objetivo retratar completa e precisamente as características de uma situação e assegurar a quantidade de informações que possibilitem desvios mínimos na coleta de dados, reduzindo erros, aos quais o investigador está sujeito ao interpretar e analisar os fatos.

Segundo Selltiz et al. (1967, p. 23),

[...] os estudos descritivos destinam-se a descrever as características de uma determinada situação. Não devemos concluir que, dando-se ênfase à descrição, os estudos descritivos sejam simples coleta de fatos. Um estudo descritivo, para ser valioso, precisa coletar dados com um objetivo definido e deve incluir uma interpretação do investigador.

Utiliza-se a pesquisa descritiva quando se procura analisar a existência de relação entre variáveis (MATTAR, 1996, p. 137), o que ocorre nesse estudo, visando à demonstração dos processos de decisão e de adoção de inovação de tecnologia nas empresas sucroenergéticas do Centro-Oeste do estado de São Paulo.

A exploração é útil quando o pesquisador necessita desenvolver conceitos e formas claras, estabelecer prioridades, desenvolver definições operacionais e melhorar o planejamento da pesquisa. Utilizam entrevistas, observações e análise de documentos (COOPER; SCHINDLER, 2003, p. 103). Essas técnicas são qualitativas, pois não enumeram ou medem os eventos estudados (GODOY, 1995 p. 59a e p. 23b).

O modelo de Freeman (1975), expressado na Tabela 1, estabelece parâmetros para o processo de classificação das empresas, sendo definido pelas taxonomias escalonadas e pontuadas (1 a 5, considerada a importância observada nas respostas) o comportamento estratégico inovador de tecnologias implementadas. Apesar de seus estudos terem sido publicados em 1975, sugere-se que a sua contribuição é bem contemporânea e, possivelmente, utópica para sua época.

Nesse sentido, Freeman foi um visionário quando estabeleceu, no seu modelo, a preocupação para as empresas se organizarem e se estruturarem no desenvolvimento em atividades técnicas e científicas como pesquisas básicas e aplicadas, experimental, projetos de engenharia, controle de qualidade amplo, serviços técnico, patentes, educação e treinamento do corpo de pessoas da empresa, relações externas para informações científicas e técnicas e quanto ao planejamento de longo prazo para desenvolvimento de produtos. Esses fatores estão muito presentes e discutidos na literatura acadêmica e nas empresas da atualidade, embora requeira a atualização para as questões de ordem ambiental e de responsabilidade social.

Outros modelos de autores mais recentes encontrados desenvolveram estudos em formas teóricas esquemáticas, avaliações de tendências abstratas e de conceitos subjetivos.

Apesar das dificuldades que um modelo teórico tem pela abstração das informações embutidas, além da inexistência de formas puras de inovação tecnológica, tão claramente definidas na taxonomia proposta por Freeman (1975), e entendendo uma mesma ou diferentes empresas em distintos momentos de tempos, linhas de produtos com processos distintos, compreensões e posturas gerenciais também diferentes, a opção por medir o conjunto de variáveis e as características da atuação tecnológica de cada empresa num setor e a operacionalização da pesquisa exploratória podem ser feitas por meio de entrevistas e respostas que serão anotadas nos questionários.

Antes de proceder à coleta de dados, Yin (1989, p. 33) recomenda que seja feita uma pesquisa exploratória com a finalidade de comprovar e fundamentar a estrutura técnica utilizada em questionários e roteiros das entrevistas.

A análise de dados por meio de seus procedimentos assegura a confiabilidade do estudo. De acordo com Yin (1989, p. 47) os fatos científicos são normalmente baseados em vários experimentos que se replicam diante do mesmo fenômeno e sob diferentes condições. A réplica teórica e literal são fatos semelhantes aos experimentos e, portanto, generalizáveis para proposições teóricas. Nessa ótica, o objetivo na análise dos dados será o de demonstrar e expandir essas generalizações analíticas e não enumerar frequências e dados pelas generalizações estatísticas.

Para analisar os dados originais apontados por uma pesquisa aplicada num conjunto amostral representativo nas empresas existentes na área geográfica definida e determinada pelas variáveis dos objetivos propostos, Sneath e Sokal (1973, p. 41) propõem os métodos multivariados de componentes principais e de agrupamentos. A análise de agrupamentos tem por finalidade a formação de grupos pelo cálculo de coeficientes de semelhanças, similaridade de objetivos ou indivíduos, para os quais se tenham determinadas variáveis ou componentes principais (CURI, 1991, p. 27).

A análise de agrupamentos estuda um conjunto de relações interdependentes. Não faz distinção entre variáveis dependentes e independentes. Everitt (1974 *apud* BUSSAB; MIAZAKI; ANDRADE, 1990, p. 3), informa que a análise de agrupamentos pretende resolver: “dada uma amostra de n objetos (ou indivíduos), cada um deles medindo p variáveis, procura um esquema de classificação que agrupe os objetos em g grupos. Também, deve ser determinado, o número de variáveis desses grupos”. Essa técnica tem como proposta reunir os objetos (indivíduos, elementos) verificados nos grupos em que haja homogeneidade e heterogeneidade entre os grupos, estabelecendo classificações. Constitui uma metodologia numérica multivariada, com o objetivo de propor uma estrutura classificatória, ou de reconhecimento da existência de grupos, objetivando, mais especificamente, dividir o conjunto de observações em um número de grupos homogêneos, segundo algum critério de homogeneidade (REGAZZI, 2001, p. 15).

A análise de agrupamentos baseia-se nos cálculos de distância e os seguintes conceitos matemáticos e estatísticos são utilizados segundo Malhotra (2001, p. 528): esquema de aglomeração – informa sobre objetos, ou casos, a serem combinados em cada estágio de um processo hierárquico de aglomeração; centroide do agrupamento – representam os valores médios das variáveis para todos os casos, ou objetos em um agrupamento particular; centros de agrupamentos – são os pontos iniciais em um agrupamento não hierárquico (os agrupamentos são construídos em torno desses centros); composição de um agrupamento – indica o agrupamento ao qual pertence cada objeto, ou caso.

No processamento são gerados o dendograma ou fenograma, representando uma síntese gráfica do trabalho desenvolvido, resumindo a informação, classificando, comparando e discutindo os agrupamentos. No dendograma vertical, a leitura é

feita da direita para esquerda, no qual as linhas verticais, ou o eixo y, indicam as distâncias entre os grupos foram formados, e a posição da reta na escala, ou o eixo x, representa os grupos unidos por ordem decrescente de semelhança. A distância entre centros de conglomerados indica e separa os pares individuais de conglomerados. Os conglomerados que se apresentam bem separados são distintos e são eles os desejáveis para a análise. A matriz de coeficientes de semelhança ou distância é o triângulo inferior ou superior de uma matriz que contém distâncias emparelhadas entre objetos ou casos (MALHOTRA, 2001, p. 529).

O conjunto de variáveis escolhido deve descrever a semelhança entre objetos, em termos relevantes para o problema em pesquisa, pois é onde se estabelece o critério de homogeneidade. Bussab, Miazaki e Andrade (1990, p. 7) apontam que critérios distintos levam a grupos homogêneos distintos, e o tipo de homogeneidade depende dos objetivos a serem alcançados. Para padronizar as variáveis, é necessário construir a matriz de dados com p variáveis ($j = 1, 2, \dots, p$) e n objetos ($i = 1, 2, \dots, n$). Na matriz de dados, o valor do i-ésimo objeto e j-ésima variável será denotado por X_{ij} , no qual o valor padronizado será representado por Z_{ij} . As variáveis padronizadas terão média 0 e variância constante 1. Na prática, a função mais utilizada é representada pela Fórmula 1.

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S_j} \quad (1)$$

onde: Z_{ij} = valor padronizado; $X_{ij} = X_{(n \times p)}$; $\bar{X}_j$ = média 0; S_j = variância 1.

sendo cada i fixo, no qual $i = 1, 2, \dots, n$ e $j = 1, 2, \dots, p$.

Na medida de similaridade, quanto maior for o valor observado, mais parecidos serão os objetos. Já na medida de dissimilaridade, quanto maior for o valor observado, menos parecidos serão os objetos.

Para a escolha do melhor coeficiente de semelhança, é necessário ter-se uma matriz $X_{(n \times p)} = X_{ij}$. Assim, cada vetor-linha representa uma unidade amostral (indivíduos, tratamentos, espécies) e, cada vetor-coluna, uma variável. Regazzi (2001, p. 31) apresenta a matriz de dados conforme Tabela 14.

Tabela 14 – Matriz de dados n indivíduos e p variáveis

INDIVÍDUOS		VARIÁVEIS					
	X1	X2	X3	X4	...	Xj ..	Xp
1	X11	X12	X13	X14	...	X1j ...	X1p
2	X21	X22	X23	X24	...	X2j ...	X2p
3	X31	X32	X33	X34	...	X3j ...	X3p
...							
i	Xi1	Xi2	Xi3	Xi4	...	Xij ...	Xip
n		Xn3	Xn4				
		...	Xnj				
		...	Xnp				
		Xn2					

Fonte: Regazzi (2001, p. 31).

O primeiro estágio, em muitos métodos da análise de agrupamentos, é a conversão da matriz $n \times p$ de dados em uma matriz quadrada, onde n é o número de indivíduos, de similaridade ou dissimilaridade, que são medidas da relação entre pares de indivíduos, ou populações. Dado o valor de um conjunto de p variáveis, em cada intersecção da i -ésima fila, e da k -ésima coluna dessa matriz, coloca-se a medida de similaridade, ou dissimilaridade, entre o i -ésimo e k -ésimo indivíduo. A alta similaridade indica que dois indivíduos são comuns em relação ao conjunto de variáveis, enquanto a alta dissimilaridade indica o contrário (MAXWEL, 1977 *apud* REGAZZI, 2001, p. 32).

Como o objetivo da análise de agrupamento é reunir objetos semelhantes, torna-se necessária alguma medida para avaliar o quão semelhantes ou diferentes são os objetos. Geralmente, costuma-se avaliar a semelhança em termos de distância entre pares de objetos. Os objetos que possuem a menor distância entre si são mais semelhantes um do outro do que os objetos com a maior distância. Essa medida de semelhança é fornecida pela distância euclidiana, medida de distância mais utilizada para a análise de agrupamentos.

Considerando o caso, no qual há n indivíduos, e cada um deles possui valores para p variáveis, a distância euclidiana entre eles é obtida mediante o teorema de Pitágoras, para um espaço multidimensional.

Segundo Manly (1986, p. 76), a distância euclidiana, quando for estimada a partir das variáveis originais, apresenta a inconveniência de ser influenciada pela

escala de medida pelo número de variáveis e pela correlação existente entre as mesmas. Nesse caso, padronizam-se as variáveis em estudo, para que possuam a variância igual à unidade. Considerando dois indivíduos i e i' , a distância entre eles é dada por

$$d_{ii'} = \left[\sum_{j=1}^p (X_{ij} - X_{i'j})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

onde: d_{ii} = distância entre indivíduos; X = matriz; p = indivíduos; i = i ésimo objeto;
 j = j ésima variável

A distância entre dois agrupamentos é obtida pela média aritmética das distâncias. A distância entre cada conglomerado tem o mesmo peso. A distância euclidiana média é dada por:

$$d = \sum_{j=1}^p \left\{ \frac{(X_{ij} - X_{i'j})^2}{X_{ij}} \right\} \quad (3)$$

onde: d = distância entre agrupamentos; X = matriz; p = indivíduos; i = i ésimo objeto;
 j = j ésima variável

Na análise de componentes principais, o objetivo é descrever os dados contidos numa tabela indivíduos-variáveis numéricas: p variáveis serão mediadas com n indivíduos. Considera-se um método fatorial, pois reduz o número de variáveis pela construção de novas variáveis sintéticas, obtidas pela combinação linear das variáveis iniciais (BOUROCHE; SAPORTA, 1982, p. 36).

A análise dos componentes principais é uma técnica matemática da análise multivariada, e permite investigações com grande número de dados disponíveis. Identifica as medidas das maiores variações entre os resultados, sem significativas perdas de

informações. Transforma um conjunto original de variáveis em outro de componentes principais de equivalentes dimensões. Essa transformação ocorre com menor perda de informação e elimina algumas variáveis originais insignificantes. A redução de variáveis é possível se p variáveis iniciais não forem independentes e possuírem coeficientes de correlação não nulos. Os objetivos da análise de componentes principais é relatar aspectos pela geração, seleção e interpretação das componentes investigadas e determinar as variáveis de maior influência na formação de cada componente. Conforme Regazzi (2001, p. 78), “procura-se redistribuir a variação nas variáveis (eixos originais) de forma a obter o conjunto ortogonal de eixos não correlacionados”. A técnica permite o agrupamento de indivíduos similares mediante exames visuais, em dispersões gráficas no espaço bi ou tridimensional. O algoritmo baseia-se na matriz de variância-covariância ou na matriz de correlação, onde são extraídos os autovalores e os autovetores. As novas variáveis geradas são os componentes principais e possuem independência estatística, não correlacionada.

Para a determinação das componentes principais, faz-se necessário calcular a matriz de variância-covariância (Σ), ou a matriz de correlação (R), encontrar os autovalores e os autovetores e escrever as combinações lineares que serão as novas variáveis, denominadas de componentes principais, onde cada componente principal é uma combinação linear das variáveis originais, independentes entre si e estimadas, para reter, em ordem de estimação e variação total, contida nos dados iniciais. As componentes principais são geradas por uma matriz de dimensão $n \times p$, na qual observa-se que $X_1, X_2, \dots, X_p$ representam as variáveis, e cada uma das n unidades experimentais representam os indivíduos, tratamentos, etc. O conjunto de $n \times p$ medida origina uma matriz X , conforme mostrado na Tabela 14 (p.90). O primeiro estágio da análise de componentes principais é a conversão da matriz $n \times p$ de dados em uma matriz quadrada, onde n é o número de indivíduos e p representa um conjunto de variáveis. Intuitivamente, percebe-se que, quanto maior for o número de variáveis, e quanto mais essas forem interdependentes entre si (algumas têm variância grande, algumas têm variância média, e outras têm variância pequena, e as correlações entre elas assumem valores muito diferentes entre si), será mais fácil comparar indivíduos baseando-se nos valores dessas variáveis, originais (REGAZZI, 2001, p. 101).

Seja Σ a matriz de variância-covariância associada ao vetor aleatório

$\bar{X} = [X_1, X_2, \dots, X_p]$. Se Σ possuir o par de autovalores e autovetores estimados da amostra analisada, serão representados por:

$$(\hat{\Lambda}_1, X_1), (\hat{\Lambda}_2, X_2), \dots, (\hat{\Lambda}_p, X_p), \text{ onde } \hat{\Lambda}_1 \geq \hat{\Lambda}_2 \geq \dots \geq \hat{\Lambda}_p \geq 0,$$

e fornecerão o i-ésimo componente principal dado por:

$$Y_i = \bar{x}_i' X = \bar{x}_{1i} X_1 + \bar{x}_{2i} X_2 + \dots + \bar{x}_{pi} X_p, \text{ onde } i = 1, 2, \dots, p.$$

Com as escolhas de que:

$$Var(Y_i) = x_i' \sum x_i = \hat{\Lambda}_i \quad i = 1, 2, \dots, p$$

$$Cov(Y_i, Y_k) = x_i' \sum x_k = 0 \quad i, k = 1, 2, \dots, p$$

Se algum $\hat{\Lambda}_i$ é igual, a escolha do coeficiente do vetor correspondente, $\bar{x}_i$ também será, e, então, Y não é único.

Essa definição mostra que os componentes principais, são não correlacionados e possuem variâncias iguais ao autovalor de Σ (JOHNSON; WICHERN, 1992, p. 117-121).

Quando se tratar de um conjunto de dados amostrais, a matriz será estimada através da matriz de variância-covariância amostral S, e o vetor-média $\bar{X} = [\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_p]$ (SOUZA, 2000, p. 40-45).

Entre as técnicas multivariadas mais utilizadas estão a análise de agrupamentos, análise de componentes principais, análise de discriminante, análise de correspondência.

A importância relativa de cada uma das variáveis é classificada por ordem decrescente do valor λ_i , dado pela equação proposta por Curi (1991, p. 57):

$$I_i = \frac{E}{y_1} \cdot r_{y_1.V_i} + \frac{E}{y_2} \cdot r_{y_2.V_i} \quad (4)$$

Onde:

- I_i é a importância da variável i ;
- E_{y_1} é a explicação devida ao primeiro componente principal;
- $r_{y_1.V_i}$ é a correlação entre o primeiro componente principal e a variável i ;
- E_{y_2} é a explicação devida ao segundo componente principal;
- $r_{y_2.V_i}$ é a correlação entre o segundo componente principal e a variável i .

Reis (1997, p. 43) indica na aplicação da análise de componentes principais e análise fatorial a inclusão das variáveis da análise; das percentagens da variância explicadas por cada uma das componentes principais; do número de componentes retidas e a proporção de variância total por elas explicada; uma tabela com a contribuição de cada variável para cada componente (*factor loadings*), antes e depois de ser aplicado um método de rotação de fatores; fazer a interpretação de cada componente principal retido.

Na medida de adequação dos dados, foi utilizada a equação *Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Adequacy* (KMO), que serve para avaliar o valor de entrada das variáveis para o modelo. Seu valor possibilita ver resultados no alcance de 0,5 a 0,9. Valores nesse intervalo indicam que as variáveis podem ser utilizadas para realizar a análise fatorial. O valor é encontrado conforme a equação KMO, sendo a razão da soma dos quadrados das correlações de todas as variáveis dividida por essa mesma soma, acrescida da soma dos quadrados das correlações parciais de todas as variáveis.

$$KMO = \frac{\sum_i \sum_j r_{ij}^2}{\sum_i \sum_j r_{ij}^2 + \sum_i \sum_j a_{ij}^2} \quad (5)$$

Onde:

r_{ij} = coeficiente de correlação observado entre as variáveis i e j ;

a_{ij} = coeficiente de correlação parcial entre as mesmas variáveis, e, simultaneamente, é uma estimativa das correlações entre os fatores. Os a_{ij} deverão estar próximos de zero, pela razão de os fatores serem ortogonais entre si.

Quando as correlações parciais forem muito baixas, o KMO terá valor mínimo próximo a 1 e indicará adequação perfeita dos dados para análise fatorial. O teste do KMO possui valores considerados críticos conforme: na casa dos 0,90 – adequação é considerada ótima; na casa dos 0,80 – adequação é considerada boa; na casa dos 0,70 – adequação razoável; na casa dos 0,60 – adequação medíocre; na casa dos 0,50 ou inferiores – a adequação é considerada imprópria. Outro teste utilizado foi o de *Bartlett Test of Sphericity*, para verificar a hipótese de a matriz de correlação ser uma matriz identidade: a diagonal principal igual a 1 e todos os demais valores serem zero, isto é, seu determinante é igual a 1, significa que não há correlação entre as variáveis. Pereira (2001) indica que a hipótese nula poderá ser rejeitada caso o α adotado for igual a 5% e o valor encontrado for inferior ao valor de α . O teste de Bartlett na aplicação da análise dos componentes principais pressupõe que se rejeite a hipótese nula:

$$H_0 = P = I \text{ ou } H_0 = \hat{\Lambda}_1 = \hat{\Lambda}_2 = \dots = \hat{\Lambda}_p$$

A base fundamental para a análise de fator comum da análise de componentes principais e análise fatorial é que as variáveis escolhidas podem ser transformadas em combinações lineares de um conjunto de componentes (fatores) hipotéticos, ou despercebidos. Os fatores podem ser associados com uma variável individual (fatores únicos), ou, ainda, associados com duas ou mais das variáveis originais (fatores comuns). As cargas são responsáveis por relacionar a associação específica entre os fatores e as variáveis originais. Logo, conclui-se que o primeiro passo é encontrar as cargas e a solução para os fatores, que aproximarão a relação entre as variáveis originais e fatores encontrados, sendo que as cargas são derivadas dos autovalores, que estão associados às variáveis individuais. Para se ter melhor visualização das variáveis, que melhor representem cada fator, realiza-se uma rotação nos eixos, pois a análise fatorial busca colocar os fatores em uma posição mais simples, com respeito às variáveis originais, que ajudam na interpretação de fatores. Essa rotação coloca os fatores em posições em que serão associadas só às variáveis relacionadas

distintamente a um fator. Há várias rotações que podem ser realizadas para a matriz fatorial, *varimax*, *quartimax* e *equimax*. São todas as rotações ortogonais, enquanto as rotações oblíquas são não ortogonais. A rotação *varimax* busca minimizar o número de variáveis com altas cargas num fator, ou seja, maximiza a variância da carga e é, também, o mais utilizado (VICINI, 2005, p. 37-38).

6 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido pelo levantamento do referencial bibliográfico e de metodologia descritiva quali-quantitativa, por meio de pesquisa empírica, aplicada usando questionários semi-estruturados e observação dos fenômenos abrangentes, na busca de novas variantes dentro do contexto decisório das empresas agroindustriais do setor sucroenergético, no processo de adoção de novas tecnologias no processo de produção, entre os anos de 2005 a 2011.

Pela abordagem qualitativa entendem-se todas as singularidades implícitas nesse processo: empresas diferenciadas pelos seus segmentos; dimensões; posturas gerenciais diferentes; evoluções de tecnologias presentes em cada empresa; tempo de existência, etc.

O levantamento bibliográfico visou relacionar os conceitos concernentes ao processo de decisão por adoção de inovações e de tecnologias; contextualizar alguns tipos de modelos e os procedimentos das diferentes formas empresariais de decisões observadas pelos estudos dos autores: levantamentos, sistematização, determinantes da decisão, de ajustes e eficácia da implementação.

Na escolha das empresas, foram consideradas características como o histórico de adoção das novas tecnologias e o impacto causado nos ambientes operacional e concorrencial. Nesse sentido, as inovações tecnológicas escolhidas deverão oferecer potencial

de mudanças estruturais dos processos de produção e de sua correspondência na visão e missão dos negócios.

Foram também consideradas as seguintes definições:

- A adoção de inovações e de tecnologias nos últimos cinco anos, pressupondo o gerenciamento integrado, contemporâneo, direcionado para a obtenção de melhorias: produtividade, qualidade dos produtos, processos, sustentabilidade, responsabilidade social e do meio ambiente;
- Desenvolvimento e inovação nos produtos oferecidos nos últimos dois anos;
- Regularidade, estabilidade e presença econômica das empresas no mercado.

O contato com as empresas foi feito com base na representatividade dentro do contexto socioeconômico da região Centro-Oeste do estado de São Paulo, dentre 110 usinas existentes, com projeção de no mínimo 15 % desse universo, mediante exposição da intenção do objeto de estudo e a solicitação de entrevistas com os principais dirigentes, como diretores e gerentes executivos. Para a anuência dessas, pediu-se interveniência através de associações de classe tal como Unica e outras entidades correlatas, além de contatos diretos com as empresas. A pesquisa foi aplicada no período de fevereiro a julho de 2011.

6.1 Procedimentos da coleta de dados

Considerando as dificuldades inerentes à realização da pesquisa, pois a interlocução poderia ser precedida de desconhecimento dos conceitos investigados ou as pessoas entrevistadas poderiam sentir-se com receio em externar posições, por bloqueios, medo de punições ou serem incapazes, foram explicados antes das entrevistas os procedimentos, exposição preliminar dos conceitos utilizados nos questionários e suas finalidades. Nas repostas, houve a possibilidade do diálogo com o entrevistado, procurando acerrar-se da acuracidade das informações obtidas, bem como possíveis distorções e ruídos de comunicação. Foram produzidas 18 entrevistas em 18 unidades industriais, com a aceitação espontânea para respostas com entrevistas presenciais.

Antes de proceder à coleta de dados, os questionários e roteiros das entrevistas (Apêndice), foram aplicados em três empresas com a finalidade de comprovar e fundamentar a estrutura técnica utilizada.

A respeito da consistência das informações obtidas nas entrevistas, ressaltam-se:

- O cuidado do entrevistador em assegurar que as respostas sejam feitas pelos próprios dirigentes com a presença daquele;
- A realização das entrevistas estritamente no âmbito interno das empresas, sem a participação de informações cruzadas de outras fontes, como, por exemplo, fornecedores ou clientes;
- A observação, nas visitas às instalações, de fatos e dados relatados nas entrevistas, relacionando-os;
- A construção de questionários procurando comparações nos padrões de respostas.

Apesar de todo o cuidado e do caráter pontual determinado no modelo Freeman (1975, p. 74-88), e utilizado com adaptações nesse estudo, algumas informações dependeram da postura e memorização do entrevistado em alguma ocasião. Essa limitação de caráter prático pode representar certas restrições e carência de maior precisão nas informações, o que se procurou eliminar pela anotação do entrevistador no momento da entrevista.

A construção dos questionários e roteiros de entrevistas foi pautada pelas variáveis e quesitos a seguir descritos.

A identificação da empresa foi determinada pelas suas características: tempo de fundação; se familiar ou não; número de funcionários e classificação funcional entre direção, administração e produção; capital como valor e origem; direção profissional ou familiar; segmento em que atua; linhas de produtos diversificados ou não; abrangência de atuação entre local, regional, nacional ou exportadora e valor de faturamento.

Em relação ao perfil do dirigente, identificou-se nacionalidade, idade, influência estrangeira na formação, tempo na empresa e no cargo, participação ou não no capital, nível educacional e gênero.

Quanto ao conjunto de atividades ligadas ao processo de adoção de inovação de tecnologias, consideraram-se:

- Atividades técnicas e científicas: entendendo a atuação em pesquisa básica, aplicada; desenvolvimento experimental; informações científicas e técnicas; planejamento de longo prazo, com os objetivos de desenvolvimento de novos processos de produção; sistemas operacionais administrativos; desenvolvimento de novos produtos, plantas e produção piloto; conhecimento e estudos de outros segmentos de negócios, quer do setor sucroenergético ou não; número de inovação obtida e número de funcionários comprometidos, e sua proporção sobre o total de funcionários da empresa na estrutura para cumprir essas atividades;
- Projetos de engenharia: compreendendo a estrutura que dá suporte à gestão quanto a contato com fornecedores na transferência de tecnologias em novos ou nos equipamentos e máquinas existentes; prática na reengenharia de processos; estudos e implementação de arranjos e distribuição física; participação pela engenharia simultânea em desenvolvimento de novos produtos e processos; número de pessoas e sua proporção sobre o quadro total de funcionários, comprometidos com essa estrutura;
- Serviços técnicos: atividades de suporte às operações de fábrica e do patrimônio da empresa através da manutenção preditiva, preventiva e corretiva, para máquinas, equipamentos e instalações; compreendendo serviços e estruturas próprias ou terceirizadas para elétrica, eletrônica, mecânica e civil;
- Controle de qualidade: atividades desenvolvidas com a existência de estrutura organizada onde se aplicam princípios e ferramentas, sistematicamente, no gerenciamento da qualidade para a satisfação do cliente; envolvimento com a cadeia de suprimentos, pessoas e melhorias contínuas, abordando projetos de produtos com padrões referenciais, existência de laboratórios e equipamentos para testes e ensaios para produtos e na inspeção da produção; normatização de procedimentos operacionais; estrutura organizada e gestão do controle de qualidade, utilização de ferramentas como o controle estatístico de processos, PDCA (*Plan-Do-Check-Act* / Planejar-Fazer-Verificar-Agir); existência de programas motivacionais e comprometimento das pessoas, número de pessoas e sua proporção sobre o total de funcionários comprometidos nessa estrutura;
- Educação, treinamento e retreinamento: formação educacional dos componentes da empresa e sua preocupação quanto ao seu desenvolvimento, principalmente naquelas que visam

preparar e adequar o homem para as mudanças e incorporar novas tecnologias e processos, pela existência de programas de desenvolvimento e formação humana, programas de integração institucional e funcional, preparação do pessoal para as tecnologias existentes ou novas na própria ou fora da empresa, envolvimento das pessoas nos resultados das mudanças e preocupação com o retreinamento;

- Racionalização e custos – proporção de ganhos aferidos: sistemas de aferição e controle correlacionados à inovação e tecnologias, indicados pela proporção e ganhos de produtividade, custos, velocidade/rapidez nos processos e entregas, flexibilidade de operações e atendimento, aumento da confiança entre os funcionários, para fornecedores e clientes;
- Gerenciamento ambiental e ecoeficiência: existência de sistemas estruturados que administrem e meçam maximização de reservas naturais; redução das quantidades de materiais e serviços; classificação, tratamento e descarte, redução de resíduos; redução e melhorias na utilização de energias; eliminação e redução de materiais tóxicos; aumentar o reaproveitamento dos resíduos; maximizar o uso de fontes renováveis; aumentar a quantidade e durabilidade dos produtos e serviços; incentivo e programas educacionais ambientais quanto aos impactos causados pelas atividades da empresa; melhorias da imagem e lucros da empresa;
- Responsabilidade social: sistemas estruturados voltados para melhorias do bem-estar e qualidade de vida dos funcionários e familiares (autoconhecimento, lazer, saúde, cultura, valores, crenças, etc.); voluntariado social comunitário; incentivo à formação de educadores e extensões de ensino; incentivo à pesquisa e à produção científica.

Os dados originais apontados pela pesquisa foram analisados de acordo com os métodos multivariados de componentes principais e de agrupamentos propostos por Bouroche e Saporta (1982); Bussab, Miazaki e Andrade (1990); Curi (1991); Malhotra (2001); Regazzi (2001); Sneath e Sokal (1973), que têm por finalidade a formação de grupos pelo cálculo de coeficientes de semelhanças, similaridade de objetivos ou indivíduos, para os quais se tenham determinadas variáveis ou componentes principais.

Neste trabalho, foram usados dois tipos de algoritmos de agrupamento: método do encadeamento único (*single linkage*), determinado na distância mínima, pelo do vizinho mais próximo. Os dois primeiros objetos agrupados apresentam menor distância entre si. Identifica-se a menor distância agrupando-se o terceiro objeto com os

dois primeiros, ou formando um novo grupo de dois objetos. Em cada sequência, a distância entre dois grupos é definida como a distância entre seus dois pontos mais próximos. Dois grupos podem incorporar-se em cada estágio por meio do encadeamento mais curto entre eles. O processo é continuado quando todos os objetos estiverem em um único grupo; método do encadeamento completo (*complete linkage*), semelhante ao encadeamento único, fundamenta-se na distância máxima entre os objetos, pelo vizinho mais afastado. A distância entre dois grupos é calculada entre os dois pontos mais distantes.

A análise fatorial e a análise de componentes principais apresentam conceitos que, compreendidos, orientam a interpretação dos dados. Neste trabalho utilizou-se o *software Statistica Trial 10* e os resultados são apresentados com conceitos: *eigenvalue*, corresponde aos autovalores e a variância total, explicada pelo fator (avalia a contribuição do fator ao modelo construído pela análise fatorial – se a explicação da variância pelo fator for alta ou baixa no modelo); *factor loading*, proporção de variação da variável, explicada pelo fator, ou, o quanto cada variável contribui na formação de cada componente; *factor score*, autovetores que definem as direções dos eixos da máxima variabilidade (representam a medida assumida pelos objetos estudados na função derivada da análise); *communality*, medida de quanto da variância, de uma variável, é explicada pelos fatores derivados pela análise fatorial (avalia a contribuição da variável ao modelo construído pela análise fatorial, o quanto cada variável participa na formação da outra – nas *communality*, os valores mais altos são os mais importantes para análise); *factor matrix*, matriz de correlação entre as variáveis originais e os fatores encontrados.

As empresas agroindustriais sucroenergéticas foram assim agrupadas e classificadas entre aquelas em que as variáveis estudadas favorecem e participam ou não no processo de decisão para a adoção de inovação e de tecnologias.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Características das empresas e perfil do principal dirigente

A Tabela 15 (p. 105) mostra as informações das características das empresas sucroenergéticas:

- Idade das empresas sucroenergéticas: as empresas possuem idade média de 58 anos, com amplitude intervalar entre 5 e 128 anos. Dez dessas empresas enquadram-se na faixa dos 60 anos e apenas uma com 5 anos. Portanto, são empresas tradicionais. Quanto à forma de compor a gestão, 10 são familiares e 8 profissionais;
- Quadro de funcionários: as empresas possuem o número médio de funcionários de 2.339 pessoas, sendo 4 com ocupações ao nível de diretoria; 199 com funções administrativas; 2.136 na produção. A amplitude é de 2 a 6 na direção; 50 a 324 na administração; 800 a 4.576 na produção. Observa-se que a participação humana na produção é intensa, representando 91% da média;
- Valor do capital: o valor médio do capital é de R\$ 248,1 milhões, com amplitude entre R\$ 38,4 e R\$ 609 milhões. O capital das empresas é formado por recursos próprios e de origem nacional. Os investimentos geralmente são de origem do sistema financeiro nacional, seja privado ou público;

- Cargos de direção: em média, são 4 dirigentes por empresa. A função diretiva se reparte entre executivos profissionais contratados e os da própria família, correspondendo a 3 profissionais e 3 familiares. O número mínimo de gestores foi de 2 ao máximo de 10, e, entre profissionais contratados, flutuou entre 1 e 3, contra 3 a 10 familiares. Nota-se que prepondera na condução das empresas a forte influência familiar em suas decisões;
- Linhas de produtos e segmentação de mercado: as linhas de produtos são diversificadas, preponderantes para o etanol e açúcar, estendendo para a cogeração de energia, fermentos, bioquímicos e outros. Essa evolução, diversificada e inovadora, ocorreu ao longo do último decênio, pela representatividade do setor no contexto nacional e internacional quanto aos fatores econômicos, sociais, ambientais e de sustentabilidade. Na segmentação do mercado, além de atender ao mercado interno, as empresas sucroenergéticas também atuam fortemente no mercado externo.

Tabela 25 – Características das 18 empresas sucroenergéticas do Centro-Oeste do estado de São Paulo

EMPRESA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	soma	média
1 Idade	75	60	128	29	66	66	64	35	60	66	64	62	66	28	63	5	58	49	1044	58,0
2 Familiar (Se sim ou não, colocar quantas)																				
sim									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
não	1	1	1	1	1	1	1	1											8	
3 N.º de funcionários																				
Adm/serviços	324	145	176	156	509	165	115	185	50	78	242	180	208	543	120	220	50	108	3574	199
Produção	2912	1303	1585	1401	4576	1483	1034	1672	2623	1607	1550	2820	4200	3094	2000	800	1700	2092	38452	2136
Direção	2	3	3	2	3	2	3	3	4	4	4	4	5	4	6	8	4	4	68	4
Total	3238	1451	1764	1559	5088	1650	1152	1860	2677	1689	1796	3004	4413	3641	2126	1028	1754	2204	42094	2339
4 Capital																				
Milhões R\$	387	173	211	186	609	197	138	222	60	120	120	58	1350	75	300	120	38,4	102	4466,4	248,1
Nacional	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	
Estrangeiro																			0	
5 Fatur.																				
(Milhões R\$)	1.143	511	622	550	1796	582	406	656	240	480	480	340	820	644,2	220	150	196	370	10.206	567,0
6 Cargo direção (Se sim, quantos? Se não=0)																				
Profissional	2	3	3	2	3	2	2	3					3	1	3			3	30	2,5
Familiar	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	2	4	3	8	10	4	47	2,6
Total	2	3	3	2	3	2	2	3	4	4	4	4	5	5	6	8	10	7	77	4,3
7 Segmento (Se sim, quantos? Se não=0)																				
Etanol	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	1,0
Açúcar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	17	1,0
Coge. energia	1		1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	1,0
Bioplástico																			0	
Fervimento					1				1	1	1	1	1		1		1	1	8	1,0
Bioquímicos					1				1	1	1	1	1	1	1				7	1,0
Outros	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	1,0
TOTAL	4	3	4	4	6	3	3	4	6	6	6	5	6	5	6	3	4	5	83	4,6

Continuação.....Tabela 15 - Características das 18 empresas sucroenergéticas do Centro-Oeste do estado de São Paulo

8 Linha de produtos																	
Nº de linhas	Diversificada																
- Sim (1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
- Não (0)																	0
9 Área atuação (sim=1não=0)																	
Local	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
Regional	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
Nacional	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
Internacional	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
10 Atividades exportação (altern. escolhida=1)																	
Nunca exportou																	0
Algumas vezes																	1
Regulamente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18

7.2 Valores originais

Nas Tabelas de 17 a 28 são apresentados os valores para cada variável obtidos na aplicação das entrevistas em cada usina.

Tabela 17 – Atividades técnicas e científicas – pesquisa básica (PB): grau de existência de investigação e estudo, com compromissos com resultados, objetivos e metas.

USINA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
V1 PB	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	7	1	9	1	1	1
V2 PB	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	7	1	9	1	1	1
V3 PB	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	9	1	1	1
V4 PB	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	5	1	6	1	1	1
V5 PB	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	6	1	6	1	1	1
V6 PB	0	0	0	0	1	1	1	1	3	0	0	1	24	0	15	0	0	0
V7 PB	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	4	60	0	15	0	0	0
V8 PB	0	0	0	0	0	0	0	0	0,93	0	0	0,13	1,36	0	0,71	0	0	0

Onde:

- V1 PB Desenvolvidos e inovações nos processos de produção;
- V2 PB Desenvolvidos e inovações nos sistemas operacionais;
- V3 PB Desenvolvimento de novos produtos;
- V4 PB Projeto e implantação de planta-piloto para novos produtos;
- V5 PB Desenvolvimento, conhecimentos e estudos de outros segmentos de negócios quer no setor ou não;
- V6 PB Inovação: n.º de novos desenvolvimentos, produtos ou estudos implementados;
- V7 PB N.º de funcionários existentes na estrutura comprometidos com pesquisa básica;
- V8 PB Proporção do n.º de funcionários, sobre o total de empregados.

Tabela 18– Atividades técnicas e científicas – pesquisa aplicada (PA); grau de existência de investigação e estudo, com compromissos de resultados, objetivos e metas.

USINA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
V1 PA	10	9	10	10	10	1	1	10	8	8	8	6	8	1	7	1	5	5
V2 PA	10	9	10	10	10	1	1	10	8	8	8	6	8	1	7	1	5	5
V3 PA	10	9	10	10	10	1	1	10	6	6	6	1	8	1	7	1	3	3
V4 PA	10	9	1	1	10	1	1	10	7	7	7	1	1	1	2	1	5	5
V5 PA	1	9	1	1	10	1	1	10	7	7	7	1	7	1	1	1	1	1
V6 PA	2	1	4	1	2	0	0	2	6	6	6	0	27	0	8	0	2	5
V7 PA	4	2	4	4	4	0	0	7	25	25	25	8	75	0	15	0	3	15
V8 PA	0,13	0,14	0,23	0,26	0,08	0	0	0,38	0,93	1,48	1,39	0,27	1,70	0	0,71	0	0,17	0,68

Onde:

- V1 PA Desenvolvidos e inovações nos processos de produção;
 V2 PA Desenvolvidos e inovações nos sistemas operacionais;
 V3 PA Desenvolvimento de novos produtos;
 V4 PA Projeto e implantação de planta-piloto para novos produtos;
 V5 PA Desenvolvimento, conhecimentos e estudos de outros segmentos de negócios quer no setor ou não;
 V6 PA Inovação: n.º de novos desenvolvimentos, produtos ou estudos implementados;
 V7 PA N.º de funcionários existentes na estrutura comprometidos com pesquisa aplicada;
 V8 PA Proporção do n.º de funcionários, sobre o total de empregados.

Tabela 19 – Atividades técnicas e científicas – pesquisa experimental (PE): grau de existência de projetos experimentais, com objetivos de finalização e implementação.

USINA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
V1 PE	1	10	1	1	1	1	1	3	5	5	5	1	8	1	5	1	10	5
V2 PE	1	10	1	1	1	1	1	3	5	5	5	1	8	1	5	1	10	5
V3 PE	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	1	8	1	5	1	10	3
V4 PE	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	3
V5 PE	1	1	1	1	1	1	1	3	7	7	7	1	7	1	1	1	1	7
V6 PE	1	1	1	1	1	1	1	3	4	4	4	0	27	1	5	0	2	4
V7 PE	0	0	0	0	0	0	0	7	25	25	25	0	75	0	15	0	3	15
V8 PE	0	0	0	0	0	0	0	0,38	0,93	1,48	1,39	0	1,70	0	0,71	0	0,2	0,68

Onde:

- V1 PE Desenvolvidos e inovações nos processos de produção;
 V2 PE Desenvolvidos e inovações nos sistemas operacionais;
 V3 PE Desenvolvimento de novos produtos;
 V4 PE Projeto e implantação de planta-piloto para novos produtos;
 V5 PE Desenvolvimento, conhecimentos e estudos de outros segmentos de negócios quer no setor ou não;
 V6 PE Inovação: n.º de novos desenvolvimentos, produtos ou estudos implementados;
 V7 PE N.º de funcionários existentes na estrutura comprometidos com pesquisa experimental;
 V8 PE Proporção do n.º de funcionários, sobre o total de empregados.

Tabela 20 – Atividades técnicas e científicas – informações técnicas e científicas (ICT): grau de existência de contatos com fornecedores, pesquisas externas, universidades, clientes, entidades de classe, congressos e feiras.

USINA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
V1ICT	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	10	10	7	8	9
V2ICT	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	10	10	7	8	9
V3ICT	8	8	8	8	8	8	8	8	6	6	6	6	1	1	10	1	8	9
V4ICT	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	8	1	10	1	5	4
V5ICT	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	1	8	1	10	1	5	5
V6ICT	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	5	1	100	3	0	5
V7ICT	6	6	6	6	6	6	6	7	25	25	25	30	30	35	40	3	3	15
V8ICT	0,2	0,41	0,34	0,38	0,12	0,36	0,52	0,38	0,15	1,48	1,39	1,00	0,68	0,08	1,88	0,3	0,2	0,7

Onde:

- V1 ICT Desenvolvidos e inovações nos processos de produção;
V2 ICT Desenvolvidos e inovações nos sistemas operacionais;
V3 ICT Desenvolvimento de novos produtos;
V4 ICT Projeto e implantação de planta-piloto para novos produtos;
V5 ICT Desenvolvimento, conhecimentos e estudos de outros segmentos de negócios quer no setor ou não;
V6 ICT Inovação: n.º de novos desenvolvimentos, produtos ou estudos implementados;
V7 ICT N.º de funcionários existentes na estrutura comprometidos com informações científicas e técnicas;
V8 ICT Proporção do n.º de funcionários, sobre o total de empregados.

Tabela 21 – Atividades técnicas e científicas – planejamento de longo prazo (PLP): existência de diretrizes, calendários e programação.

USINA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
V1PLP	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	9	10	10	1	8	9
V2PLP	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	9	10	10	1	8	9
V3PLP	8	8	8	8	8	8	8	8	6	6	6	1	9	1	10	1	8	9
V4PLP	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	1	1	1	10	1	1	4
V5PLP	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	1	8	1	10	1	1	1
V6PLP	8	8	8	8	8	8	8	8	2	2	2	1	5	1	15	0	0	5
V7PLP	6	6	6	6	6	6	6	7	25	25	25	25	16	25	15	0	13	15
V8PLP	0,20	0,41	0,34	0,38	0,12	0,36	0,52	0,38	0,93	1,48	1,39	0,83	0,36	0,69	0,71	0	0,74	0,68

Onde:

- V1 PLP Desenvolvidos e inovações nos processos de produção;

- V2 PLP Desenvolvidos e inovações nos sistemas operacionais;
 V3 PLP Desenvolvimento de novos produtos;
 V4 PLP Projeto e implantação de planta-piloto para novos produtos;
 V5 PLP Desenvolvimento, conhecimentos e estudos de outros segmentos de negócios quer no setor ou não;
 V6 PLP Inovação: n.º de novos desenvolvimentos, produtos ou estudos implementados;
 V7 PLP N.º de funcionários existentes na estrutura comprometidos com o planejamento de longo prazo;
 V8 PLP Proporção do n.º de funcionários, sobre o total de empregados.

Tabela 22 – Projetos de engenharia (PEN): existência de estrutura organizada para suporte da gestão.

USINA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
V1PEN	6	6	1	1	8	1	1	9	9	9	9	9	9	10	10	5	10	10
V2PEN	5	5	1	1	8	1	1	9	8	8	8	9	9	10	10	1	2	5
V3PEN	6	6	1	1	9	2	2	10	8	8	8	9	8	10	9	8	2	5
V4PEN	10	10	10	10	9	10	10	10	8	8	8	9	8	10	10	8	2	5
V5PEN	8	6	6	6	2	6	6	7	25	25	25	4	4	10	15	3	10	15
V6PEN	0,25	0,4	0,34	0,38	0,04	0,36	0,52	0,38	0,93	1,48	1,39	0,13	0,09	0,27	0,71	0,29	0,57	0,68

Onde:

- V1 PEN Contato com fornecedores na transferência de tecnologias;
 V2 PEN Práticas de reengenharia de processos;
 V3 PEN Desenvolvimento de estudos e implementação da distribuição física (leiaute);
 V4 PEN Participação da engenharia simultânea no desenvolvimento de produtos e processos;
 V5 PEN N.º de funcionários existentes nessa estrutura;
 V6 PEN Proporção do n.º de funcionários, sobre o total de empregados.

Tabela 23 – Serviços técnicos (ST): estrutura organizada de manutenção para suporte de operações.

USINA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
V1 ST	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7,0	8	10	9	4	7	10
V2 ST	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8,0	7	10	10	6	10	10
V3 ST	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7,0	8	7	9	7	10	7
V4 ST	15	7	8	7	24	8	5	9	15	15	15	28	25	25	95	15	14	15
V5 ST	15	7	8	7	24	8	5	9	20	20	20	50	50	52	90	10	50	62
V6 ST	2	1	1	1	3	1	1	1	3	3	3	10	10	11	15	5	4	5

Onde:

- V1 ST Prática de manutenção preditiva e preventiva;
 V2 ST Prática da manutenção corretiva;
 V3 ST Frequência e prestação no atendimento da manutenção terceirizada;
 V4 ST Manutenção elétrica e eletrônica, n.º de pessoas existentes;
 V5 ST Manutenção mecânica, n.º de pessoas existentes;

V6 ST Manutenção civil, n.º de pessoas existentes.

Tabela 24 – Controle de qualidade (CQ): estrutura organizada envolvendo ferramentas na gestão da qualidade.

USINA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
V1 CQ	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	10	10	9	10	10
V2 CQ	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	10	10	9	10	10
V3 CQ	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	8	9	9	10	9	8	7	9
V4 CQ	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	8	9	9	10	10	4	10	10
V5 CQ	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	8	9	9	10	9	5	5	8
V6 CQ	10	10	10	10	10	10	10	10	7	7	7	9	8	10	5	5	10	8
V7 CQ	40	40	40	40	40	40	40	40	30	30	30	35	72	83	5	35	53	60
V8 CQ	1,24	2,76	2,27	2,57	0,79	2,42	3,47	2,15	1,12	1,78	1,67	1,17	1,63	2,28	0,24	3,40	3,02	2,72

Onde:

- V1 CQ Desenvolvimento de produtos com padrões referenciais;
- V2 CQ Existência de laboratórios para testes e ensaios;
- V3 CQ Normatização de procedimentos operacionais;
- V4 CQ Estrutura organizada para o gerenciamento da qualidade;
- V5 CQ Uso de ferramentas: CEP, PDCA, *pareto*, causa e efeito, etc.;
- V6 CQ Existência de programas motivacionais e de comprometimento;
- V7 CQ N.º de funcionários comprometidos com a gestão da qualidade;
- V8 CQ Proporção do n.º de funcionários, sobre o total de empregados.

Tabela 25 – Educação, treinamento e retreinamento (ETR): preparação das pessoas para competências necessárias, principalmente para inovações e tecnologias

USINA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V1 ETR	7	7	7	7	7	7	7	7	8
V2 ETR	10	10	10	10	10	10	10	10	9
V3 ETR	10	10	10	10	10	10	10	10	7
V4 ETR	10	10	10	10	10	10	10	10	8
V5 ETR	10	10	10	10	10	10	10	10	9
V6 ETR	18	8	10	9	28	9	6	10	25
V7 ETR	0,56	0,55	0,57	0,58	0,55	0,55	0,52	0,54	0,93
V8 ETR	166	74	93	82	264	87	61	98	132
V9 ETR	5,13	5,11	5,27	5,26	5,19	5,27	5,30	5,27	4,93
V10 ETR	798	357	434	384	1254	406	283	456	565
V11 ETR	24,64	24,65	24,60	24,63	24,65	24,61	24,48	24,52	21,11
V12 ETR	2236	1009	1227	1084	3542	1148	801	1296	1955
V13 ETR	69,05	69,68	69,56	69,53	69,61	69,58	69,53	69,68	73,03

Continuação..... Tabela 11

USINA	10	11	12	13	14	15	16	17	18
V1 ETR	8	8	8	8	10	9	6	8	8
V2 ETR	9	9	7	7	10	10	6	10	10
V3 ETR	7	7	7	7	10	10	8	10	10
V4 ETR	8	8	6	7	10	10	7	10	10
V5 ETR	9	9	7	7	10	9	8	10	10
V6 ETR	16	12	47	76	11	4	5	15	12
V7 ETR	0,95	0,67	1,56	1,72	0,30	0,19	0,49	0,86	0,54
V8 ETR	91	87	30	282	141	20	15	25	23
V9 ETR	5,39	4,84	1,00	6,39	3,87	0,94	1,46	0,86	1,04
V10 ETR	364	391	764	305	1226	30	30	150	195
V11 ETR	21,55	21,77	25,43	6,91	33,67	1,41	2,92	8,55	8,85
V12 ETR	1218	1306	2163	3450	2263	2072	978	1564	1974
V13 ETR	72,11	72,72	72,00	78,18	62,15	97,5	95,14	89,17	89,56

Onde:

- V1 ETR Existência de programas de desenvolvimento de pessoas e formação humana;
V2 ETR Existência de programas de desenvolvimento de integração institucional e funcional;
V3 ETR Existência de programas para preparação do pessoal em tecnologias e novas tecnologias na própria empresa;
V4 ETR Existência de programas para preparação de pessoas em tecnologias no fornecedor e instituições fora da empresa;
V5 ETR Programas de preparação e envolvimento das pessoas nos resultados das mudanças tecnológicas com treinamento e retreinamento;
V6 ETR Número de funcionários com pós-graduação;
V7 ETR Proporção de funcionários com pós sobre o total de empregados;
V8 ETR Número de funcionários com nível superior;
V9 ETR Proporção de funcionários com nível superior sobre o total;
V10 ETR Número de funcionários com nível técnico;
V11 ETR Proporção de funcionários com nível técnico sobre o total;
V12 ETR Número de funcionários com nível fundamental ou abaixo;
V13 ETR Proporção de funcionários com nível fundamental sobre o total.

Tabela 26 – Gerenciamento ambiental e ecoeficiência (GAE): existência de sistemas estruturados para o gerenciamento ambiental.

USINA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
V1 GAE	7	7	7	7	7	7	7	7	9	9	9	8	9	10	10	8	10	9
V2 GAE	4	4	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8	9	5	10	7	10	9
V3 GAE	7	7	7	7	7	7	7	7	10	10	10	8	9	7	10	9	10	9
V4 GAE	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	6	7	9	10	9	10	9
V5 GAE	5	5	5	5	5	5	5	5	7	7	7	8	8	10	10	9	10	9
V6 GAE	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	8	8	10	10	10	10	9
V7 GAE	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	8	7	7	10	10	10	10	9
V8 GAE	1	1	1	1	1	1	1	1	7	7	7	9	7	7	10	7	10	9
V9 GAE	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	10	10	7	10	9
V10 GAE	8	7	8	8	8	8	8	8	5	5	5	9	7	10	10	7	10	9

Onde:

- V1 GAE Existência de programas e organização para maximizar reservas naturais;
- V2 GAE Existência de programas e organização para redução das quantidades de materiais e serviços;
- V3 GAE Existência de programas e organização para classificação, tratamento e descarte, redução de resíduos;
- V4 GAE Existência de programas e organização para redução e melhorias na utilização de energias;
- V5 GAE Existência de programas e organização para eliminação e redução de materiais tóxicos;
- V6 GAE Existência de programas e organização para aumentar o reaproveitamento de resíduos;
- V7 GAE Existência de programas e organização para maximizar o uso de fontes renováveis;
- V8 GAE Existência de programas e organização para aumentar a quantidade e durabilidade dos produtos e serviços;
- V9 GAE Existência de programas e organização para incentivo e programas educacionais ambientais quanto aos impactos causados pelas atividades da empresa;
- V10 GAE Existência de programas e organização para melhorias da imagem e lucro da empresa.

Tabela 27 – Responsabilidade social (RS): sistemas estruturados direcionados para a melhoria do ser humano e da qualidade de vida.

USINA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
V1 RS	2	2	2	2	2	2	2	2	10	10	10	7	9	10	10	5	10	7
V2 RS	3	3	3	3	3	3	3	3	8	8	8	6	9	10	2	5	10	8
V3 RS	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	6	9	7	9	1	10	9
V4 RS	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	8	1	8	5	1	1	1	4

Onde:

- V1 RS Existência de programas e organização para melhorias do bem-estar e qualidade de vida dos funcionários e familiares (lazer, cultura, saúde, autoconhecimento, valores, crenças, etc.);
- V2 RS Existência de programas e organização para o voluntariado social comunitário;
- V3 RS Existência de programas e organização para o incentivo à formação de educadores e extensão de ensino;
- V4 RS Existência de programas e organização para incentivo a pesquisa e a produção científica.

Tabela 28 – Racionalização e custos (RC): sistemas de aferição correlacionados para inovações e tecnologias.

USINA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
V1 RC	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20	20	35	80	30	6	15	30	30
V2 RC	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	18	80	30	18	12	25	30
V3 RC	25	25	25	25	25	25	25	25	15	15	15	90	60	30	8	10	25	30
V4 RC	25	25	25	25	25	25	25	25	15	15	15	90	60	30	8	10	25	30
V5 RC	20	20	20	20	20	20	20	20	15	15	15	70	60	30	50	35	25	30

Onde:

- V1 RC Ganhos de produtividade;
- V2 RC Ganhos de custos;
- V3 RC Ganhos de flexibilidade;
- V4 RC Ganhos de confiança.

7.3 Valores processados

As Tabelas de 29 a 36 apresentam os coeficientes de correlação entre as variáveis originais e os dois primeiros componentes principais calculados, testados ao nível

de significância de 5%. Apresenta-se a importância de cada variável na classificação das empresas sucroenergéticas pesquisadas.

7.3.1 Desenvolvimento em atividades técnicas e científicas

A Tabela 29 sintetiza os dois componentes principais que explicaram a variabilidade dos dados para o comportamento que as empresas pesquisadas possuem para o desenvolvimento em atividades técnicas e científicas.

Tabela 29 – Variáveis para pesquisa básica (PB), aplicada (PA), experimental (PE), informações científicas e técnicas (ICT) e planejamento de longo prazo (PL). Valores de coeficientes de correlação das variáveis originais com os dois primeiros componentes principais (y_1 e y_2) calculados. Importância relativa de cada uma das variáveis na classificação das empresas pesquisadas e percentagens de explicação pelos componentes principais

VARIÁVEL	PESQ. BÁSICA (PB)			PESQ. APLICADA (PA)			PESQ. EXPERIM. (PE)			INF. CIEN. TEC. (ICF)			PLAN. LONGO PRAZO (PL)		
	Y_1^*	Y_2^*	IMP.	Y_1^*	Y_2^*	IMP.	Y_1^*	Y_2^*	IMP.	Y_1^*	Y_2^*	IMP.	Y_1^*	Y_2^*	IMP.
V1	-0,79	-0,52	5	-0,89	0,31	1	-0,76	-0,50	5	-0,89	0,35	1	-0,52	-0,81	7
V2	-0,79	-0,52	5	-0,89	0,31	1	-0,76	-0,50	5	-0,89	0,35	1	-0,52	-0,81	7
V3	-0,70	0,51	6	-0,84	0,33	2	-0,75	-0,48	6	0,01	-0,80	7	0,60	-0,61	6
V4	-0,90	0,43	3	-0,60	0,55	6	-0,48	0,68	7	-0,67	-0,54	5	0,80	-0,48	3
V5	-0,93	0,37	2	-0,79	0,25	3	-0,82	0,54	3	-0,06	-0,91	6	0,67	-0,52	5
V6	-0,90	-0,30	3	-0,60	-0,76	6	-0,80	-0,08	4	-0,83	-0,36	3	0,81	-0,52	2
V7	-0,88	-0,09	4	-0,62	-0,77	5	-0,90	0,12	2	-0,86	0,32	2	-0,87	-0,43	1
V8	-0,96	0,08	1	-0,68	-0,62	4	-0,91	0,34	1	-0,73	-0,24	4	-0,69	-0,47	4
Explic. Comp. Principal (%)	77,88	13,59		56,18	27,58		61,04	20,39		49,90	28,71		48,25	35,90	
Explic. Acum. (%)	91,47			83,76			81,43			78,61			84,15		

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

7.3.1.1 Pesquisa básica

Para a pesquisa básica, procurou-se explicação para a demonstração da existência dessa atividade com as finalidades de estabelecer fatos fundamentais ao setor. Os resultados demonstraram que os dois componentes principais esclareceram a variabilidade dos dados em 91,47 %, onde o primeiro componente (Y_1) respondeu a 77,88 %, com as variáveis compostas explicativas mais importantes V8PB (proporção do n.º de funcionários envolvidos com pesquisa básica, sobre o total de empregados); V5PB (desenvolvimento, conhecimentos e estudos de outros segmentos de negócios quer no setor ou não); V4PB (projeto e implantação de planta piloto para novos produtos); V6PB (inovação: n.º de novos desenvolvimentos, produtos ou estudos implementados); além das demais variáveis, V7PB (n.º de funcionários existentes na estrutura comprometidos com pesquisa básica); V1PB (desenvolvimentos e inovações nos processos de produção); V2PB (desenvolvimentos e inovações nos sistemas operacionais); V3PB (desenvolvimento de novos produtos); que também foram significativas, (acima de -0,70) nas correlações entre as variáveis originais e os dois primeiros componentes principais. O segundo componente (Y_2) explicou 13,59%, sem destaque algum para qualquer das variáveis.

Todas as variáveis correlacionaram-se de forma negativa e, observando-se as intensidades das correlações e os dados originais, confirma-se que a maioria das empresas do setor não exerce as atividades de pesquisa básica para a adoção de inovações e tecnologias. Portanto, são dependentes e usam os resultados obtidos por entidades externas para a adoção de inovações e de tecnologias.

A análise de agrupamentos por empresas, mostrada na Figura 6, indica os *clusters* formados entre elas e confirmam a baixa participação no exercício para pesquisa básica em 15 usinas (grupo I) entre as 18 pesquisadas.

Os grupos II – formado pelas usinas 9 e 15 - e III – pela usina 13 - , são dissimilares e apontam desenvolver algumas atividades para pesquisa básica.

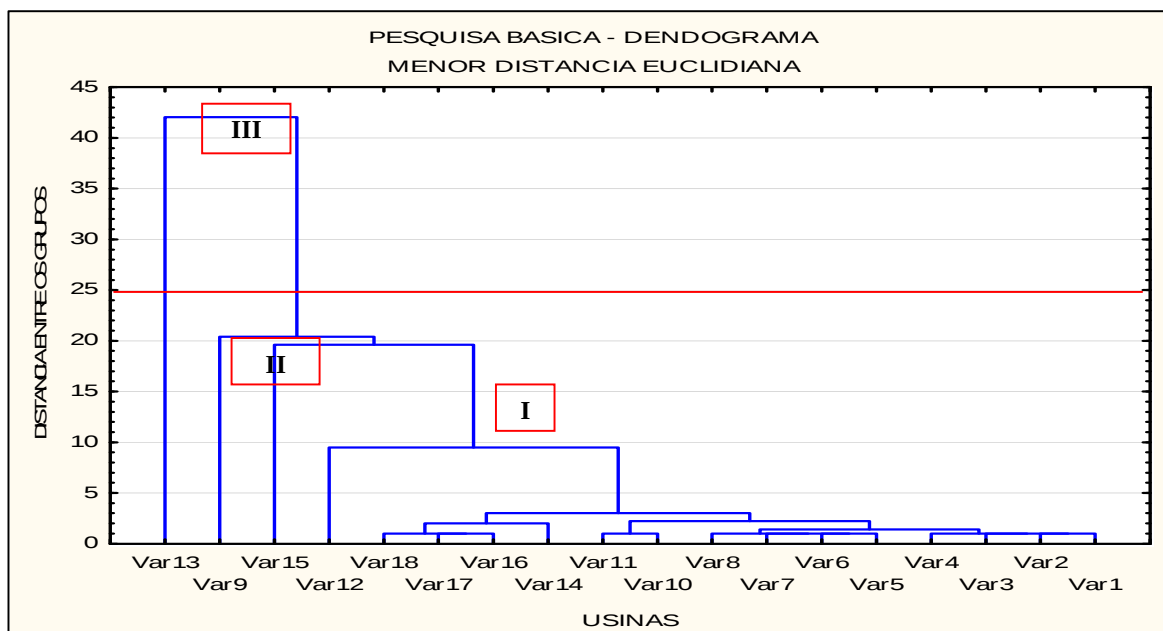


Figura 7 – Atividades técnicas e científicas: pesquisa básica. Dendograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade

7.3.1.2 Pesquisa aplicada

Para a pesquisa aplicada, com o propósito de verificar a existência de investigação e estudos para estabelecer projetos experimentais com compromissos de resultados, foram demonstrados pelos dois componentes principais a variabilidade dos dados em 83,76%, onde o primeiro componente (Y_1) correspondeu a 56,18 %, e as variáveis explicativas com maior contribuição foram: V1PA (desenvolvimentos e inovações nos processos de produção); V2PA (desenvolvimentos e inovações nos sistemas operacionais); V3PA (desenvolvimento de novos produtos); V5PA (desenvolvimento, conhecimentos e estudos de outros segmentos de negócios quer no setor ou não); V8PA (proporção do n.º de funcionários, sobre o total de empregados). Com média explicação ficaram as variáveis: V7PA (n.º de funcionários existentes na estrutura comprometidos com pesquisa aplicada); V4PA (projeto e implantação de planta piloto para novos produtos); V6PA (Inovação: n.º de novos

desenvolvimentos, produtos ou estudos implementados). O segundo componente (Y_2) explicou 27,58%, com destaques para as variáveis V7PA, V6PA e V8PA.

As variáveis explicativas correlacionaram-se de forma negativa e, observando-se as intensidades das correlações e os dados originais, indicam que a maioria das empresas demonstrou preocupação e interesse no desenvolvimento para as atividades de pesquisa aplicada quanto à adoção de inovações e tecnologias. Portanto, aparentam ser tomadoras e incorporadoras de inovações e novas tecnologias, porém, não de forma regular e consistente, geralmente em programas e projetos comuns desenvolvidos internamente e também com o suporte de entidades externas.

A análise de agrupamentos por empresas, conforme Figura 7, indica os *clusters* formados e confirma a participação do desenvolvimento para a pesquisa aplicada de forma mediana, em 14 usinas (grupo I).

Os grupos II – formado pelas usinas 9, 10, 11 – e III – pela usina 13 – são dissimilares e desenvolvem pesquisa aplicada de forma mais intensa, comparada à do grupo I.

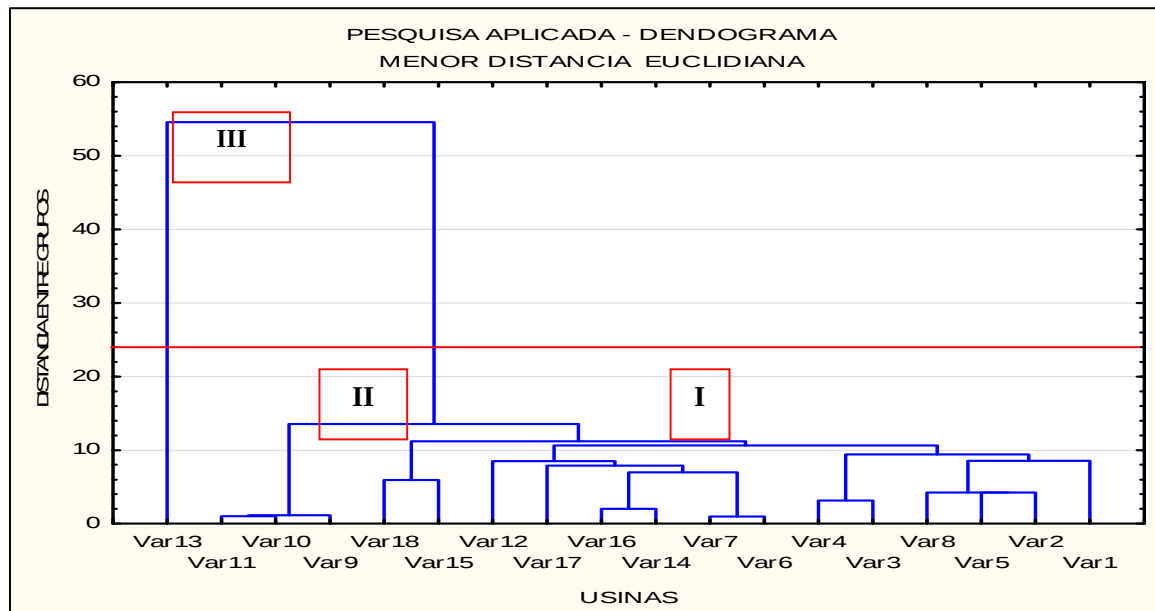


Figura 8 – Atividades técnicas e científicas: pesquisa aplicada. Dendrograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade

7.3.1.3 Pesquisa experimental

Para a pesquisa experimental ou desenvolvimentos experimentais, com o propósito de verificar a existência de projetos com os objetivos de finalizar experimentos e implementá-los, foram demonstrados pelos dois componentes principais a variabilidade dos dados em 81,43%, onde o primeiro componente (Y_1) correspondeu a 61,04 %, onde as variáveis explicativas com maior contribuição foram: V8PE (proporção do n.º de funcionários, sobre o total de empregados); V7 PE (n.º de funcionários existentes na estrutura comprometidos com pesquisa experimental); V5 PE (desenvolvimento, conhecimentos e estudos de outros segmentos de negócios quer no setor ou não); V6 PE (inovação: n.º de novos desenvolvimentos, produtos ou estudos implementados); V1 PE (desenvolvimentos e inovações nos processos de produção); V2 PE (desenvolvimentos e inovações nos sistemas operacionais); V3 PE (desenvolvimento de novos produtos). O segundo componente (Y_2) explicou 20,39%, com melhor participação da variável V4 PE (projeto e implantação de planta-piloto para novos produtos).

As variáveis explicativas correlacionaram-se de forma negativa e, observando-se as intensidades das correlações e os dados originais, demonstram que as empresas possuem preocupação e interesse no desenvolvimento para as atividades de pesquisa experimental quanto à adoção de inovações e tecnologias, porém, não de forma regular, consistente e determinada. Portanto, aparentam ser tomadoras e incorporadoras de inovações e novas tecnologias. Nas entrevistas relatou-se que os projetos e os programas para o desenvolvimento experimental são decididos e adotados internamente e, também, com o suporte de entidades externas.

A análise de agrupamentos por empresas, conforme Figura 8, indica os *clusters* formados. O grupo I – formado por nove usinas (1, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 14, 16) – não confirma participação do desenvolvimento para pesquisa experimental. O grupo II – formado por oito usinas (2, 8, 9, 10, 11, 15, 17, 18) – apresenta desenvolvimento mediano, enquanto o grupo III (empresa 13) é dissimilar e apresenta-se com melhor propensão para o desenvolvimento experimental.

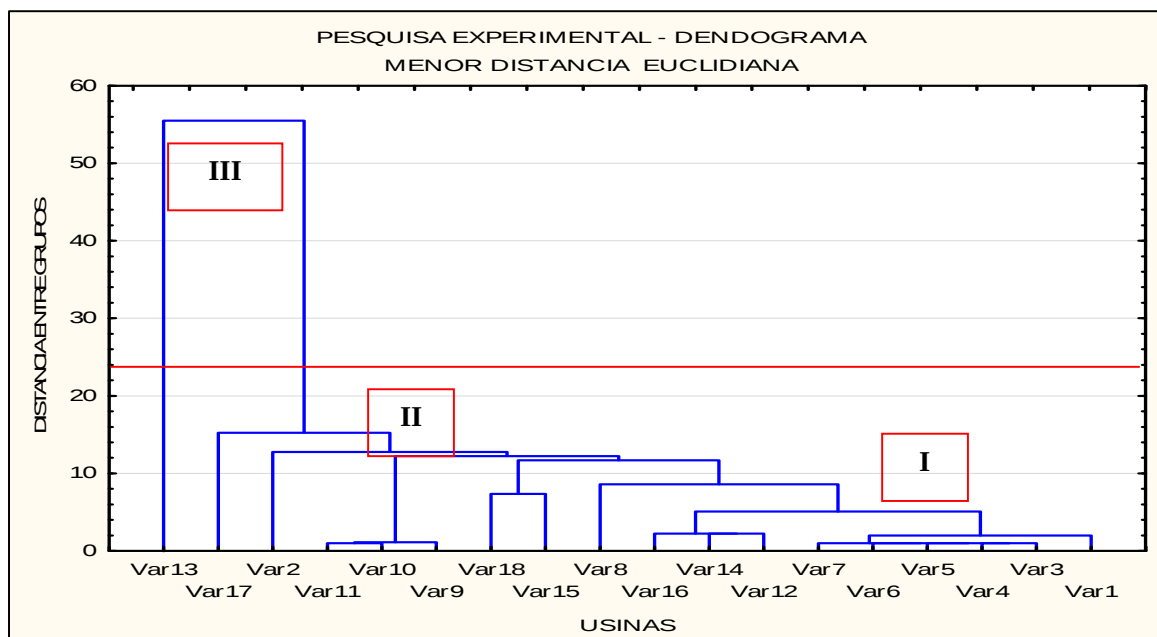


Figura 9 – Atividades técnicas e científicas: pesquisa experimental. Dendograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade

7.3.1.4 Informações científicas e técnicas

Para informações científicas e técnicas, o objetivo foi investigar a existência de relacionamentos constantes e regulares com fornecedores, participação em congressos e feiras, convênios com entidades externas como entidades da classe, universidades, centros de pesquisas e outros correlatos. Os dois componentes principais demonstraram a variabilidade dos dados em 78,61%, sendo que o primeiro componente (Y_1) respondeu por 49,90 %, com a maior contribuição das variáveis: V1 ICT (desenvolvimentos e inovações nos processos de produção); V2 ICT (desenvolvimentos e inovações nos sistemas operacionais); V7 ICT (n.º de funcionários existentes na estrutura comprometidos com informações científicas e técnicas); V6 ICT (inovação: n.º de novos desenvolvimentos, produtos ou estudos implementados); V8 ICT (proporção do n.º de funcionários, sobre o total de empregados). O segundo componente (Y_2) explicou 28,71%, com melhor participação das variáveis: V5 ICT (desenvolvimento, conhecimentos e estudos de outros segmentos de negócios quer no setor ou não) e V3 ICT (desenvolvimento de novos produtos).

As variáveis explicativas correlacionaram-se de forma negativa e, observando-se as intensidades das correlações e os dados originais, demonstram que as empresas possuem a preocupação e interesse no desenvolvimento para as atividades que forneçam informações científicas e técnicas no processo de adoção de inovações e tecnologias.

A análise de agrupamentos, Figura 9, indica os *clusters* formados pelas empresas que têm preocupação e interesse na prática das informações científicas e técnicas.

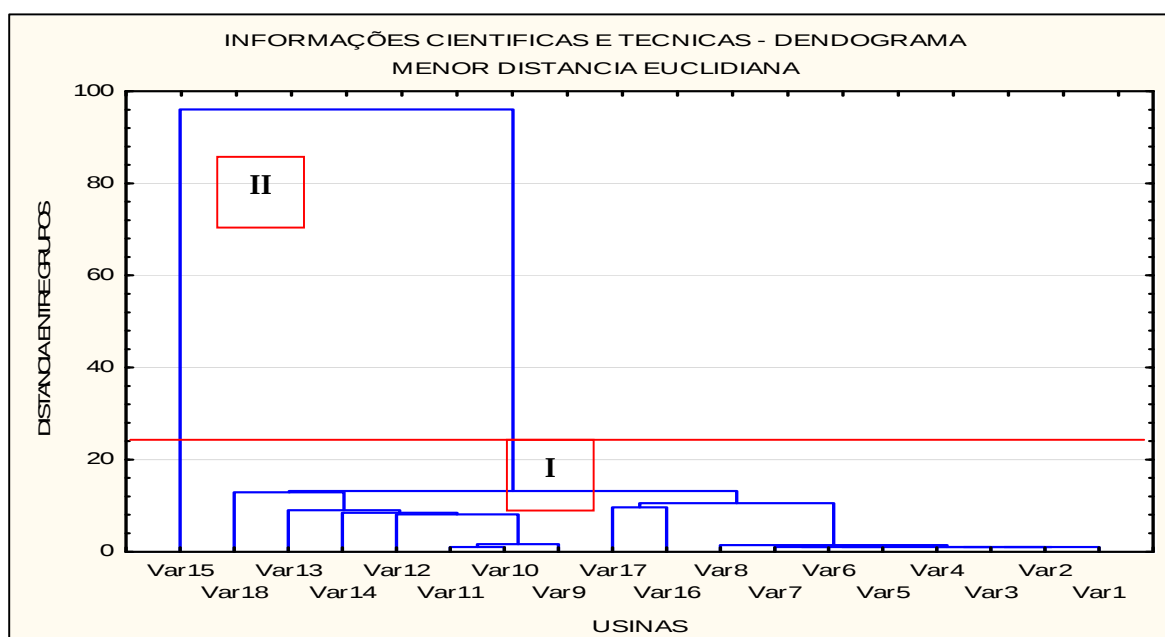


Figura 10 – Atividades técnicas e científicas: informações científicas e técnicas. Dendrograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade

O grupo I foi formado por 17 usinas e confirma a tendência que essas empresas possuem: a preocupação e o interesse no desenvolvimento para as atividades que resultem em informações científicas e técnicas no processo de adoção de inovações e tecnologias. O grupo II é composto pela empresa 15. É dissimilar, apontando que nessa empresa tal prática é mais intensa.

7.3.1.5 Planejamento de longo prazo

Em relação ao planejamento de longo prazo para o desenvolvimento em atividades científicas e técnicas, compreendendo se as empresas possuem diretrizes, calendários, programações que denotem estrutura organizada e de gestão, os dados obtidos demonstraram pelos dois componentes principais a variabilidade de 84,15%. O primeiro componente (Y_1) respondeu por 48,25 %, com significância para as variáveis: V7 PLP (n.º de funcionários existentes na estrutura comprometidos com o planejamento de longo prazo); V6 PLP (inovação: n.º de novos desenvolvimentos, produtos ou estudos implementados); V4 PLP (projeto e implantação de planta-piloto para novos produtos); V8 PLP (proporção do n.º de funcionários, sobre o total de empregados). O segundo componente (Y_2) explicou 35,90%, e as variáveis que mais justificaram foram: V1 PLP (desenvolvimentos e inovações nos processos de produção); V2 PLP (desenvolvimentos e inovações nos sistemas operacionais).

As variáveis V7 PLP e V8 PLP do primeiro componente correlacionaram-se de forma negativa e as demais de forma positiva, enquanto para o segundo componente as correlações também foram negativas. Observando-se as intensidades das correlações e os dados originais, confirma-se que a maioria das empresas do setor preocupa-se em realizar atividades de planejamento com a finalidade de produzir atividades científicas e técnicas. Contudo, não ficou evidente que mantenham estrutura própria para essas finalidades.

A análise de agrupamentos, Figura 10, indica os *clusters* formados pelas empresas que se preocupam com o planejamento de longo prazo para as atividades científicas e técnicas.

O único grupo foi formado pelas 18 usinas e confirma a tendência que essas empresas possuem a preocupação e o interesse no desenvolvimento de atividades científicas e técnicas quanto a produzir planejamento de longo prazo. As empresas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, e 11 apresentam-se com menor intensidade e são mais carentes na prática do planejamento de longo prazo, enquanto as empresas 12, 13, 14, 17 e 18, situam-se em níveis intermediários. As empresas 15 e 16 sobrepõem-se às demais, indicando melhor desempenho para elas na prática do planejamento.

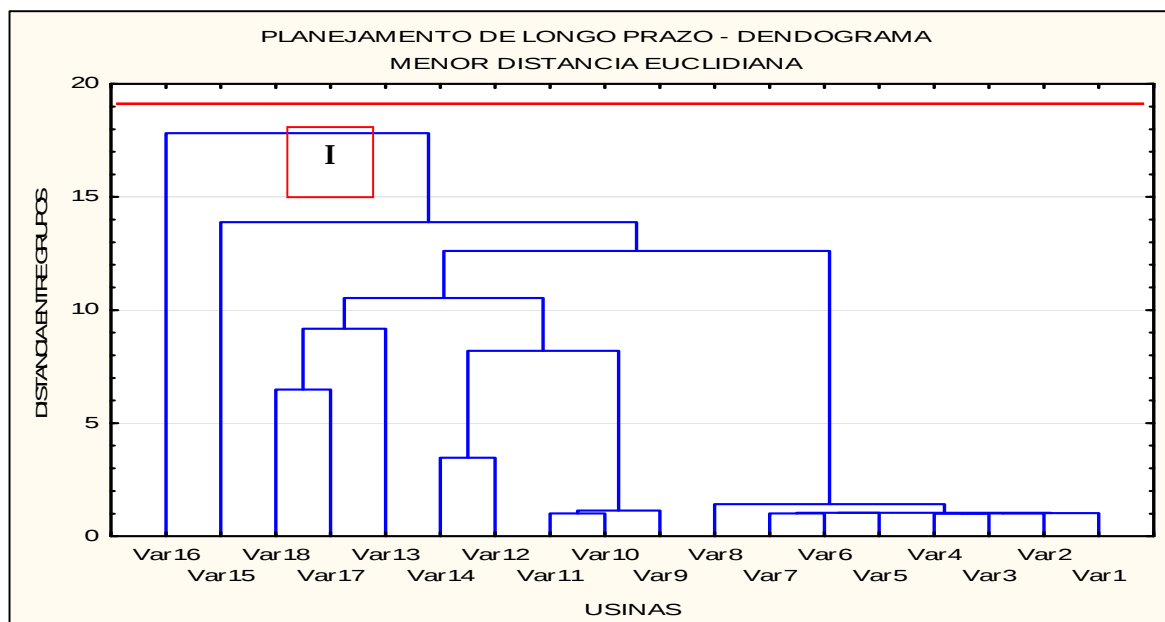


Figura 11 – Atividades técnicas e científicas: planejamento de longo prazo. Dendograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade

7.3.2 Projetos de engenharia

A Tabela 30 mostra os resultados para projetos de engenharia. O objetivo foi investigar a existência de estrutura organizada que possibilita suporte para a gestão industrial.

Tabela 30 – Variáveis p/ projetos de engenharia (PE). Valores de coeficientes de correlação das variáveis originais com os dois primeiros componentes principais (y_1 e y_2) calculados. Importância relativa de cada uma das variáveis na classificação das empresas pesquisadas e % de explicação pelos componentes principais

VARIÁVEL	PROJETO ENGENHARIA (PEN)		
	Y_1^*	Y_2^*	IMP.
V1 PEN	-0,90	0,15	1
V2 PEN	-0,85	0,47	2
V3 PEN	-0,77	0,57	3
V4 PEN	0,26	0,53	6
V5 PEN	-0,72	-0,60	4
V6 PEN	-0,57	-0,73	5
Explic. p/ comp. principal (%)	50,51	29,18	
Explicação acumulada (%)	79,69		

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Os dois componentes principais demonstraram a variabilidade dos dados em 79,69%. O primeiro componente (Y_1) respondeu por 50,51%, com as seguintes variáveis explicativas de maior importância: V1 PEN (contato com fornecedores na transferência de tecnologias); V2 PEN (práticas de reengenharia de processos); V3 PEN (desenvolvimento de estudos e implementação da distribuição física (leiaute)); V5 PEN (n.º de funcionários existentes nessa estrutura). O segundo componente (Y_2) explicou 29,18%, e as variáveis explicativas com maior peso foram: V6 PEN (proporção do n.º de funcionários sobre o total de empregados); V5 PEN (n.º de funcionários existentes nessa estrutura); V3 PE (desenvolvimento de estudos e implantação da distribuição física – leiaute).

As variáveis explicativas correlacionaram-se de forma negativa e, observando-se as intensidades das correlações e os dados originais, demonstram que as empresas possuem preocupação e interesse no desenvolvimento para as atividades de projetos de engenharia que deem a elas suporte na gestão industrial.

A análise de agrupamentos, Figura 11, indica os *clusters* formados pelas empresas que se preocupam com atividades em projetos de engenharia.

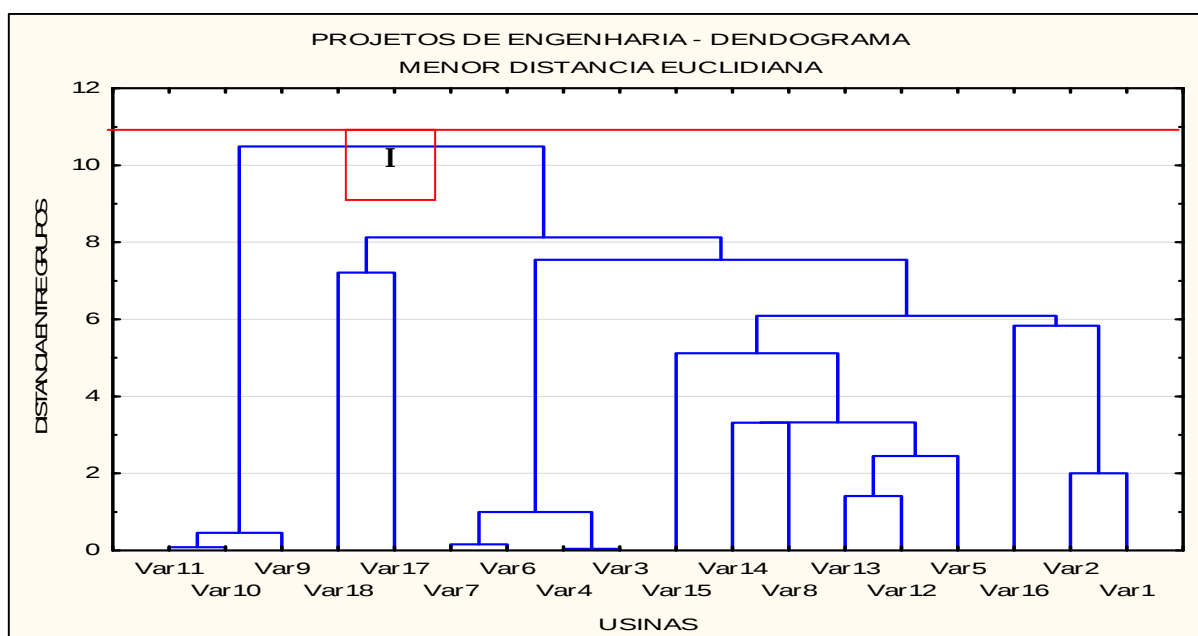


Figura 12 – Projetos de engenharia. Dendrograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância Euclidiana média como coeficiente de

similaridade

O único grupo foi formado pelas 18 usinas e confirma a tendência de que essas empresas têm interesse no desenvolvimento para as atividades em projetos de engenharia e se preocupam com ele. As empresas 9, 10 e 11, apresentam-se com maior intensidade na prática em projetos de engenharia, e sobrepõem-se às demais.

7.3.3 Serviços técnicos

A Tabela 31 mostra os resultados obtidos para serviços técnicos, onde se procurou demonstrar a existência de estrutura para o suporte industrial quanto à manutenção (elétrica, eletrônica, mecânica, patrimonial).

Tabela 31 – Variáveis para serviços técnicos (ST). Valores de coeficientes de correlação das variáveis originais com os dois primeiros componentes principais (y_1 e y_2) calculados. Importância relativa de cada uma das variáveis na classificação das empresas pesquisadas e % de explicação pelos componentes principais

VARIÁVEL	SERVIÇOS TÉCNICOS (ST)		
	Y_1^*	Y_2^*	IMP.
V1 ST	0,46	-0,83	6
V2 ST	-0,89	0,04	2
V3 ST	-0,79	-0,44	4
V4 ST	-0,88	-0,40	3
V5 ST	-0,93	-0,19	1
V6 ST	0,57	-0,78	5
Explic. p/ comp. principal (%)	60,04	27,98	
Explicação acumulada (%)	88,02		

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados obtidos demonstraram pelos dois componentes principais a variabilidade de 88,02%. O primeiro componente (Y_1) respondeu por 60,04% e a expressão de maior importância é representada pelas variáveis: V5 ST (manutenção mecânica, n.º de pessoas existentes); V2 ST (prática da manutenção corretiva); V4 ST (manutenção elétrica e eletrônica, n.º de pessoas existentes); V3 ST (frequência e presteza no atendimento da

manutenção terceirizada). O segundo componente (Y_2) explicou 27,98%, e as variáveis explicativas com maior peso: V1 ST (prática de manutenção preditiva e preventiva); V6 ST (manutenção civil, nº de pessoas existentes).

As variáveis explicativas correlacionaram-se de forma negativa e, observando-se as intensidades das correlações e os dados originais, confirmam que as empresas possuem a preocupação e interesse na prática para os serviços técnicos de manutenção.

A análise de agrupamentos, Figura 12, indica os *clusters* formados pelas empresas que se preocupam com atividades em serviços técnicos de manutenção.

O agrupamento I é formado por 17 empresas. Embora os dados demonstrem a preocupação e adoção da manutenção, as usinas 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, são de menor expressão nessa prática, enquanto as demais são medianas. No grupo II encontra-se a usina 15, dissimilar em relação ao conjunto, e confirma praticar os serviços técnicos de manutenção para o suporte das operações.

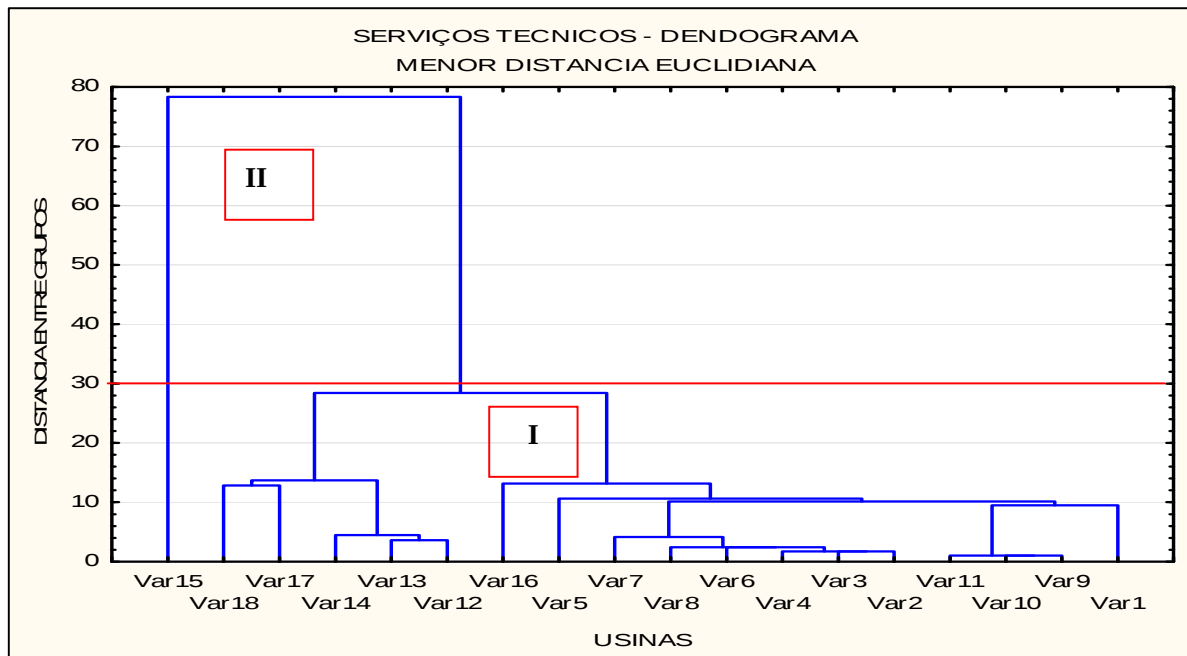


Figura 13 – Serviços técnicos. Dendrograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância Euclidiana média como coeficiente de similaridade

7.3.4 Controle de qualidade

A Tabela 32 mostra os resultados para o controle de qualidade. Procurou-se demonstrar a existência de estrutura organizada que, por meio de filosofia, princípios e ferramentas próprias e aplicadas sistematicamente, permitem às empresas o processo de gerenciamento da qualidade quanto a satisfação de clientes, envolvimento da cadeia de suprimentos, pessoas e em melhorias contínuas.

Tabela 32 – Controle de qualidade (CQ). Valores de coeficientes de correlação das variáveis originais com os dois primeiros componentes principais (y_1 e y_2) calculados. Importância relativa de cada uma das variáveis na classificação das empresas sucroenergéticas pesquisadas e % de explicação pelos componentes principais

VARIÁVEL	CONTROLE DE QUALIDADE (CQ)		
	Y_1^*	Y_2^*	IMP.
V1 CQ	-0,54	-0,69	6
V2 CQ	-0,69	-0,64	5
V3 CQ	-0,80	0,28	3
V4 CQ	-0,87	0,02	1
V5 CQ	-0,83	0,14	2
V6 CQ	-0,79	0,40	4
V7 CQ	-0,20	0,75	7
V8 CQ	0,02	0,34	7
Explic. p/ comp. principal (%)	43,84	22,61	
Explicação acumulada (%)	66,45		

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade

Os dados obtidos demonstraram pelos dois componentes principais a variabilidade de 66,45%. O primeiro componente (Y_1) respondeu por 43,84%, externado pelas seguintes variáveis com maior expressão: V4 CQ (estrutura organizada para o gerenciamento da qualidade); V5 CQ (uso de ferramentas: CEP, PDCA, *pareto*, causa e efeito, etc.); V3 CQ (normatização de procedimentos operacionais); V6 CQ (existência de programas motivacionais e de comprometimento); V2 CQ (existência de laboratórios para testes e

ensaios). O segundo componente (Y_2) apresentou 22,61%, e as variáveis explicativas com maior peso foram V7 CQ (n.º de funcionários comprometidos com a gestão da qualidade) e V1 CQ (desenvolvimento de produtos com padrões referenciais).

As variáveis explicativas correlacionaram-se de forma negativa, exceto a V7 CQ do segundo componente, e, observando-se as intensidades das correlações e os dados originais, confirmam que as empresas possuem a organização e gestão para a qualidade.

A análise de agrupamentos, Figura 13, indica os *clusters* formados pelas empresas que se preocupam com atividades em gestão da qualidade.

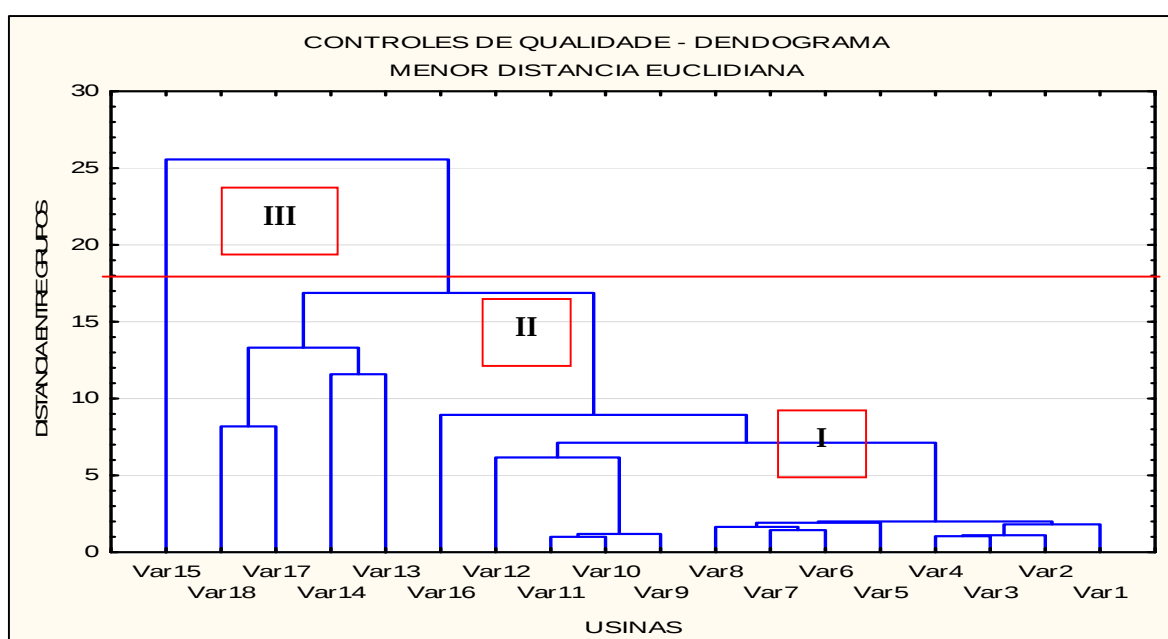


Figura 14 – Controle de qualidade. Dendrograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade

O grupo I, formado por 11 usinas (1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12) indicam menor expressão quanto à estrutura de organização e gestão para a qualidade. O grupo II, 5 usinas (16, 13, 14, 17 e 18), melhora o comportamento na gestão e organização, enquanto o grupo III, formado pela usina 15, é dissimilar e externa ser a melhor entre todas.

7.3.5 Educação, treinamento e retreinamento

A Tabela 33 mostra os resultados para educação, treinamento e retreinamento. Procurou-se demonstrar a existência de estrutura de organização para a prática da formação educacional, formação profissional e humana, principalmente naquelas relativas à incorporação de novas tecnologias, sistemas e processos.

Tabela 33 – Educação, treinamento e retreinamento (ETR). Valores de coeficientes de correlação das variáveis originais com os dois primeiros componentes principais (y_1 e y_2) calculados. Importância relativa de cada uma das variáveis na classificação das empresas sucroenergéticas pesquisadas e % de explicação pelos componentes principais

VARIÁVEL	EDUCAÇÃO, TREINAMENTO E RETREINAMENTO (ETR)		
	Y_1^*	Y_2^*	IMP.
V1 ETR	-0,10	-0,11	6
V2 ETR	0,88	-0,19	3
V3 ETR	0,85	0,05	4
V4 ETR	0,93	-0,06	2
V5 ETR	0,96	-0,10	1
V6 ETR	-0,82	-0,43	5
V7 ETR	-0,85	-0,25	4
V8 ETR	-0,23	-0,82	6
V9 ETR	0,14	-0,73	6
V10 ETR	0,10	-0,83	6
V11 ETR	0,39	-0,74	6
V12 ETR	-0,44	-0,49	6
V13 ETR	-0,25	0,86	6
Explic. p/ comp. principal (%)	39,80	28,70	
Explicação acumulada (%)	68,50		

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade

Os dados obtidos demonstraram pelos dois componentes principais a variabilidade de 68,50%. O primeiro componente (Y_1) respondeu por 39,80% e a expressão de maior importância são representadas pelas variáveis: V5 ETR (programas de preparação e envolvimento das pessoas nos resultados das mudanças tecnológicas com treinamento e retreinamento); V4 ETR (existência de programas para preparação de pessoas em tecnologias

no fornecedor e instituições fora da empresa); V2 ETR (existência de programas de desenvolvimento de integração institucional e funcional); V3 ETR (existência de programas para preparação do pessoal em tecnologias e novas tecnologias na própria empresa); V7 ETR (proporção de funcionários com pós sobre o total de empregados); V6 ETR (número de funcionários com pós-graduação). O segundo componente (Y_2) explicou 28,70%, e as variáveis explicativas com maior peso foram V13 ETR (proporção de funcionários com nível fundamental sobre o total); V10 ETR (número de funcionários com nível técnico); V8 ETR (número de funcionários com nível superior); V11 ETR (proporção de funcionários com nível técnico sobre o total).

As variáveis explicativas correlacionaram-se de forma positiva, exceto a V6 ETR e V7 ETR do primeiro componente e as V8 ETR, V9 ETR e V10 ETR do segundo componente. Observando-se as intensidades das correlações e os dados originais, confirmam que as empresas possuem a estrutura de organização e gestão para a prática da formação educacional, formação profissional e humana, inclusive, direcionadas para a incorporação de novas tecnologias, sistemas e processos.

A análise de agrupamentos, Figura 14, indica os *clusters* formados pelas empresas que se preocupam com atividades de educação, treinamento e retreinamento.

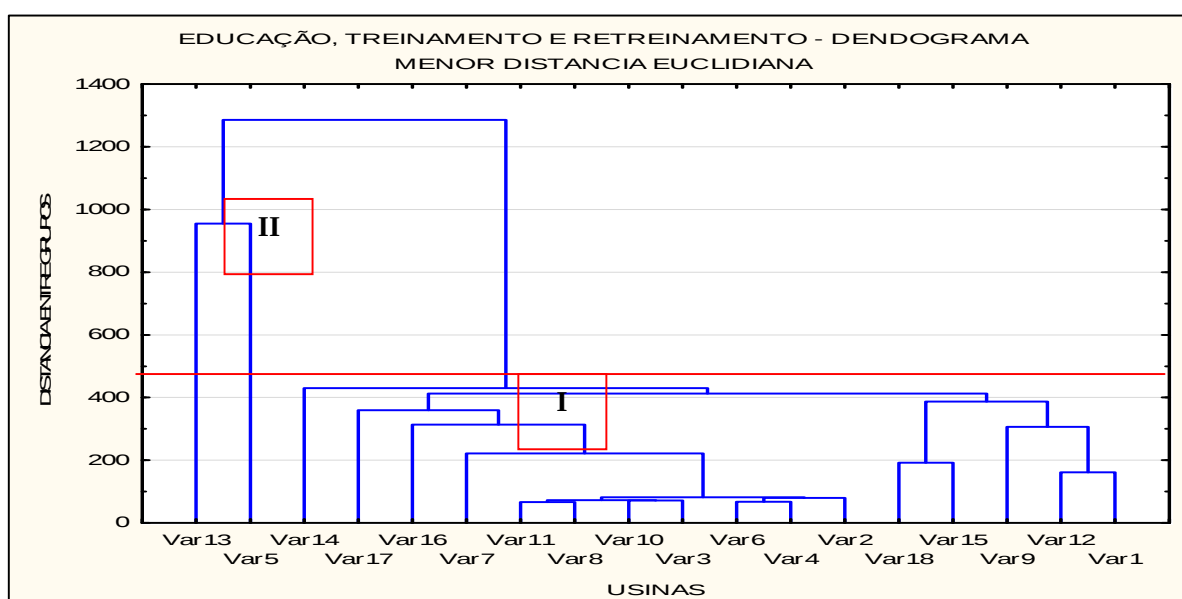


Figura 15 – Educação, treinamento e retreinamento. Dendograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade

O grupo I foi formado por 16 usinas (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18) com indicadores expressivos e confirmam a existência de estrutura de organização e gestão para a formação educacional, profissional e humana, na adoção e incorporação de novas tecnologias, sistemas e processos. O grupo II é dissimilar e foi formado pelas usinas 13 e 5 e denotam maior comprometimento com as atividades de educação, treinamento e retreinamento.

7.3.6 Gerenciamento ambiental e ecoeficiência

A Tabela 34 mostra os resultados obtidos para gerenciamento ambiental e ecoeficiência. Procurou-se demonstrar a existência de sistemas estruturados de gestão e controle voltados para projetos em maximizar reservas naturais, redução de materiais, serviços, resíduos e descartes, materiais tóxicos, melhor utilização de energias, reaproveitamento de materiais, maximizar uso de fontes renováveis, aumentar a durabilidades dos recursos, programas educacionais ambientais e melhorias de imagem da empresa.

Tabela 34 – Variáveis para gerenciamento ambiental (GAE). Valores de coeficientes de correlação das variáveis originais com os dois primeiros componentes principais (y_1 e y_2) calculados. Importância relativa de cada uma das variáveis na classificação das empresas sucroenergéticas pesquisadas e % de explicação pelos componentes principais

VARIÁVEL	GERENCIAMENTO AMBIENTAL E ECOSISTEMA (GAE)		
	Y_{1*}	Y_{2*}	IMP.
V1 GAE	-0,96	0,06	2
V2 GAE	-0,92	-0,26	3
V3 GAE	-0,82	-0,34	4
V4 GAE	0,32	0,47	6
V5 GAE	-0,96	0,17	2
V6 GAE	-0,82	0,37	4
V7 GAE	0,38	0,88	6
V8 GAE	-0,98	-0,13	1
V9 GAE	-0,70	0,67	5
V10 GAE	-0,19	0,75	6

Explic. p/ comp. principal (%)	57,76	26,60
Explicação acumulada (%)	81,36	

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade

Os dados obtidos demonstraram pelos dois componentes principais a variabilidade de 81,36%. O primeiro componente (Y_1) respondeu por 57,76% e as variáveis explicativas de maior importância são representadas pelas variáveis: V8 GAE (existência de programas e organização para aumentar a quantidade e durabilidade dos produtos e serviços; V1 GAE (existência de programas e organização para maximizar reservas naturais); V5 GAE (existência de programas e organização para eliminação e redução de materiais tóxicos); V2 GAE (existência de programas e organização para redução das quantidades de materiais e serviços); V3 GAE (existência de programas e organização para classificação, tratamento e descarte, redução de resíduos); V6 GAE (existência de programas e organização para aumentar o reaproveitamento de resíduos); V9 GAE (existência de programas e organização para incentivo e programas educacionais ambientais quanto aos impactos causados pelas atividades da empresa). O segundo componente (Y_2) explicou 26,60% e as variáveis de maior influência foram V7 GAE (existência de programas e organização para maximizar o uso de fontes renováveis), V10 GAE (existência de programas e organização para melhorias da imagem e lucro da empresa) e V9 GAE (.Exist. Prog. e org. p/ incentivo em programas educacionais ambientais quanto aos impactos causados pelas atividades da empresa).

As variáveis explicativas correlacionaram-se de forma negativa para o primeiro componente e de forma positiva no segundo componente. Observando-se as intensidades das correlações e os dados originais, confirma-se que as empresas possuem a existência de sistemas estruturados de gestão e controle voltados para projetos em maximizar reservas naturais, redução de materiais, serviços, resíduos e descartes, materiais tóxicos, melhor utilização de energias, reaproveitamento de materiais, maximizar uso de fontes renováveis, aumentar a durabilidades dos recursos, programas educacionais ambientais e melhorias de imagem da empresa.

A análise de agrupamentos, Figura 15, indica os *clusters* formados pelas empresas que se preocupam com atividades de gestão ambiental e ecoeficiência.

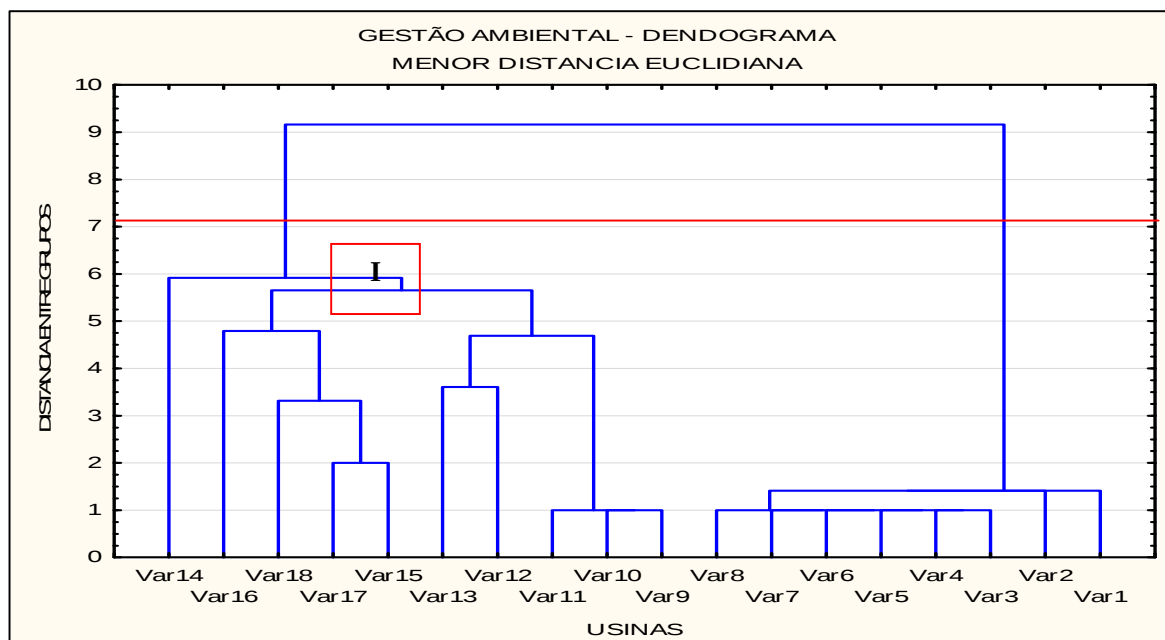


Figura 16 – Gestão ambiental e ecoeficiência. Dendograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade

O único grupo foi formado pelas 18 usinas e confirma a tendência que essas empresas possuem a preocupação e interesse no desenvolvimento para as atividades de gerenciamento ambiental e ecoeficiência. Todavia, as empresas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, e 11, apresentam-se com menor intensidade nessa prática.

7.3.7 Responsabilidade social

A Tabela 35 mostra os resultados obtidos para a existência da prática para responsabilidade social. Procurou-se demonstrar a existência de sistemas e programas para melhorias do bem-estar e qualidade de vida dos funcionários e familiares, voluntariado social comunitário, incentivo à formação de educadores e à pesquisa e à produção científica.

Tabela 35 – Variáveis para responsabilidade social (RS). Valores de coeficientes de correlação das variáveis originais com os dois primeiros componentes principais (y_1 e y_2) calculados. Importância relativa de cada uma das variáveis na classificação das empresas sucroenergéticas pesquisadas e % de explicação pelos componentes principais

VARIÁVEL	RESPONSABILIDADE SOCIAL (RS)		
	Y_1^*	Y_2^*	IMP.
V1 RS	-0,93	-0,16	1
V2 RS	-0,84	-0,47	3
V3 RS	-0,92	0,08	2
V4 RS	0,76	-0,62	4
Explic. p/ comp. principal (%)	74,95	15,85	
Explicação acumulada (%)	90,80		

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade

Os dados obtidos demonstraram pelos dois componentes principais a variabilidade de 90,80%. O primeiro componente (Y_1) respondeu por 74,95% e as variáveis explicativas de maior importância são representadas pelas variáveis: V1 RS (existência de programas e organização para melhorias do bem estar e qualidade de vida dos funcionários e familiares – lazer, cultura, saúde, autoconhecimento, valores, crenças, etc.); V3 RS (existência de programas e organização para o incentivo a formação de educadores e extensão de ensino); V2 RS (existência de programas e organização para o voluntariado social comunitário); V4 RS (existência de programas e organização para incentivo à pesquisa e à produção científica). O segundo componente (Y_2) explicou 15,85% e a variável de maior destaque foi a V4 RS.

As variáveis explicativas V1 RS, V2 RS e V3 RS do primeiro componente e V4 RS do segundo correlacionaram-se de forma negativa e na variável V4 RS do segundo componente foi positiva. Observando-se as intensidades das correlações e os dados originais, confirma-se que as empresas possuem a existência de sistemas e programas para melhorias do bem-estar e qualidade de vida dos funcionários e familiares, voluntariado social comunitário, incentivo em formação de educadores e fomentam o incentivo à pesquisa e produção científica.

A análise de agrupamentos, Figura 16, indica os *clusters* formados pelas empresas que se preocupam com atividades voltadas para as práticas em responsabilidade social.

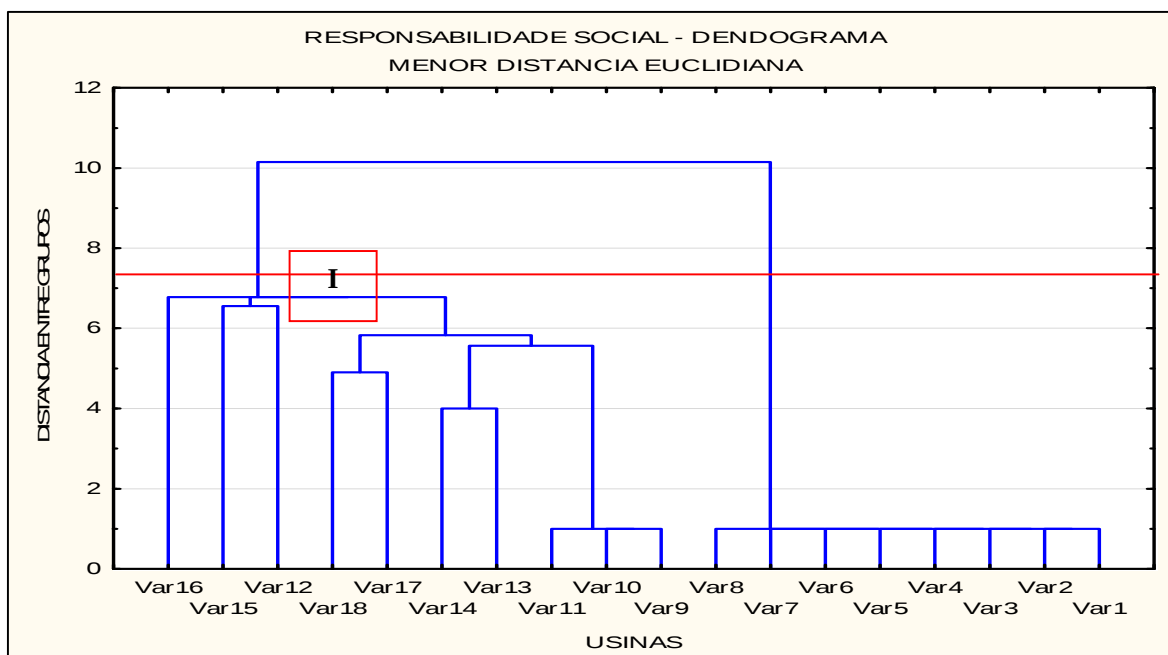


Figura 17 – Responsabilidade social. Dendograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade

O único grupo foi formado pelas 18 usinas e confirma a tendência que essas empresas têm preocupação e interesse no desenvolvimento de atividades e sistemas para a prática da responsabilidade social. Todavia, as empresas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, e 11 apresentam-se com menor intensidade na prática desses sistemas.

7.3.8 Racionalização e custos

A Tabela 36 mostra os resultados obtidos para racionalização e custos. Procurou-se verificar a existência de sistemas de aferição e controles que estariam correlacionados a inovação e tecnologias, ajudando a empresa na gestão dos negócios quanto aos ganhos de produtividade, de custos, rapidez dos processos, flexibilidade nas ações e de confiança.

Tabela 36 – Variáveis para racionalização e custos (RC). Valores de coeficientes de correlação das variáveis originais com os dois primeiros componentes principais (y_1 e y_2) calculados. Importância relativa de cada uma das variáveis na classificação das empresas sucroenergéticas pesquisadas e % de explicação pelos componentes principais

VARIÁVEL	RACIONALIZAÇÃO E CUSTOS (RC)		
	Y_1^*	Y_2^*	IMP.
V1 RC	-0,87	0,43	2
V2 RC	-0,80	0,58	3
V3 RC	-0,90	-0,41	1
V4 RC	-0,90	-0,41	1
Explic. p/ comp. principal (%)	74,79	14,48	
Explicação acumulada (%)	92,27		

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade

Os dados obtidos demonstraram pelos dois componentes principais a variabilidade de 92,27%. O primeiro componente (Y_1) respondeu por 74,79% e as variáveis explicativas de maior importância são representadas por: V3 RC (ganhos de flexibilidade); V4 RC (ganhos de confiança); V1 RC (ganhos de produtividade); V2 RC (ganhos de custos). O segundo componente (Y_2) explicou 14,48% e as variáveis de maior destaque foram V1 RC e V2 RC, embora com menor intensidade.

As variáveis explicativas do primeiro componente correlacionaram-se de forma negativa, enquanto as duas principais do segundo componente foram positivas. Observando-se as intensidades das correlações e os dados originais, confirma-se que as atividades voltadas à adoção de inovações e tecnologias influenciaram no desempenho positivo para melhorias em ganhos de produtividade, de custos, rapidez dos processos, flexibilidade nas ações e de confiança, nos negócios das empresas sucroenergéticas.

A análise de agrupamentos, Figura 17, indica os *clusters* formados pelas empresas que, com atividades desenvolvidas na adoção de inovações e de tecnologias, tiveram repercussão em racionalização e custos.

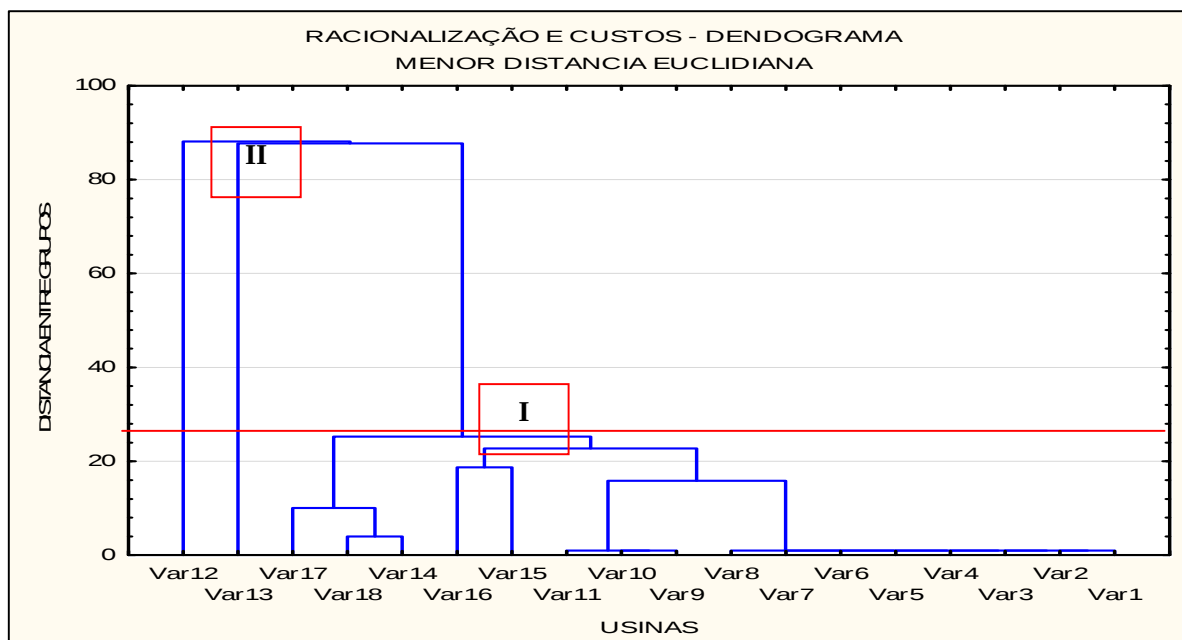


Figura 18 – Racionalização e custos. Dendograma resultante na análise de agrupamento das empresas sucroenergéticas pesquisadas, utilizando a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade

O grupo I foi formado por 16 usinas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18) com indicadores expressivos e confirmam que as atividades voltadas para a adoção de inovações e tecnologias influenciaram no desempenho positivo para melhorias em ganhos em racionalização e custos. O grupo II é dissimilar e formado pelas usinas 12 e 13 e denotam melhor desempenho dessas usinas, sobrepondo-se às demais.

7.4 Paradoxo da gestão para inovação e tecnologias nas empresas sucroenergéticas

Os resultados da pesquisa pelos questionamentos apresentados nas entrevistas nas 18 empresas sucroenergéticas do centro-oeste de São Paulo apontam para a existência de uma gestão e estrutura de organização que possibilitam o processo de decisão e implementação de inovações tecnológicas. As demonstrações das Tabelas de 29 a 36 e respectivas Figuras de 6 a 17 corroboram essa tendência. Sugerem que, ao construírem e estabelecerem esses paradigmas, deflagram nessa sistemática a formalização natural para a

existência das decisões quanto à adoção de inovações de tecnologias. Podem, pois, ser observadas todas as fases sequenciais dos modelos de decisão: conhecimento, persuasão, decisão, implementação e confirmação (ROGERS, 1995); identificação (reconhecimento e diagnóstico), desenvolvimento (procura, *design*), seleção (visualização, avaliação-escolha, autorização) (MINTZBERG et al., 1976); formulação, conceituação, detalhamento, avaliação e implementação (NUTT, 1984). As propostas de Christensen (1995, 1996) de analisar ativos (recursos e capacidades) e ligações entre esses ativos com a finalidade de produzir e explorar comercialmente inovações tecnológicas quanto à pesquisa científica, processos, produtos, *design*; também foram evidenciadas nos resultados dos estudos. As três categorias de indicadores de ativos para inovação sugeridas pelo autor: investimento em P&D; contratos externos, objetivando o desenvolvimento de inovações; investimentos em tecnologias desenvolvidas externamente à empresa, implicitamente, sempre ficaram externadas nos resultados.

Pôde-se verificar, no comportamento da gestão dessas empresas quanto às inovações e tecnologias, que há identificação com a propositura de Raupp (2003), na qual defende que toda a lógica da mudança parte da dinâmica do mercado, principalmente no lado fornecedor e no desenvolvimento interno das empresas sucroenergéticas, dentro de uma visão definida pela organização, tornando-se necessárias respostas rápidas à dinâmica acelerada dos mercados. A inovação e a adoção de tecnologias são imperativas e as empresas precisam estruturar-se para a rápida decisão e adequação dos seus ambientes de negócios. Esses argumentos são adotados, demonstrados e exercitados em parte pelas empresas pesquisadas.

Batalha et al. (2009) aponta que, no *Manual de Oslo-2* (OCDE, 1996, p. 22-23), e adotado pela Pintec, a inovação tecnológica encontra-se dividida em duas categorias. Inovação tecnológica de produto (novo é aquele cujas características tecnológicas ou usos pretendidos diferem significativamente dos produtos previamente produzidos – produto tecnologicamente melhorado é aquele cujo desempenho foi significativamente aperfeiçoado ou atualizado) e inovação tecnológica de processos. De acordo com Possas, Salles Filho e Silveira (1996), a agricultura não apresenta uma única dinâmica inovadora. Possui diversas fontes de inovações que apresentam importantes diferenças quanto à sua

origem disciplinar e estratégica, tais como: fontes privadas de organizações industriais de mercado; fontes públicas institucionais; fontes privadas vinculadas à agroindústria; fontes privadas, organizadas coletivamente e sem fins lucrativos; fontes privadas relacionadas a serviços de suporte para a atividade agrícola; unidades de produção agrícola. Nas empresas pesquisadas foram encontradas características dessas categorias e tipologias de classificação.

Entretanto, para atividades técnicas e científicas, Tabela 29, em nível de pesquisa básica, Figura 6, demonstraram que a maioria das empresas pesquisadas não exercem internamente atividades de pesquisa básica, são dependentes e usam os resultados obtidos por entidades externas para a adoção de inovações e de tecnologias. Para pesquisa aplicada e experimental, Figuras 7 e 8, indicaram que a maioria das empresas demonstraram preocupação e interesse no seu desenvolvimento, porém, não de forma regular e consistente; geralmente em programas e projetos comuns dentro de um grupo corporativo, desenvolvidos internamente e também com o suporte de entidades externas. As variáveis pesquisadas para informações técnicas e científicas; planejamento de longo prazo; projetos de engenharia, Figuras 9 a 11, apresentaram resultados indicando que as empresas perpassam por essas práticas.

Na Tabela 31 e Figura 12 demonstrou-se que as empresas possuem a prática, a preocupação e o interesse nos serviços técnicos de manutenção.

De outro lado, percebe-se a influência do estudo de Albagli e Maciel (2004) e Nonaka e Takeuchi (1997) quanto à passagem de conhecimento, em atuação pública ou privada, que define ou redefine o sentido da inovação para a capacidade de gerar, de adaptar e recontextualizar, de aplicar conhecimentos, de acordo com as necessidades de cada organização, país e localidade. Tão importante quanto a capacidade de produzir novo conhecimento é a capacidade de processar e recriar conhecimento pelos processos de aprendizado e de converter esse conhecimento em ação. Essa interação do conhecimento tácito e explícito, passagem do conhecimento pessoal para o grupal e a sedimentação da nova aprendizagem às tecnologias existentes, são demonstradas na Tabela 33 e Figura 14, em educação, treinamento e retreinamento. As intensidades das correlações e os dados originais mostraram que as empresas tendem a possuir a estrutura de organização e gestão para a prática da formação educacional, formação profissional e humana, inclusive, direcionadas à incorporação de novas tecnologias, sistemas e processos. Da mesma forma, a Tabela 32,

Figura 13, – controle de qualidade; Tabela 34, Figura 15 – gerenciamento ambiental; Tabela 35, Figura 16 – responsabilidade social, confirmaram que as empresas possuem a existência de sistemas estruturados de gestão e controle voltados para essas práticas. Mostraram que, como informa Corazza (2001), a perspectiva da inovação procura investir na articulação dos diferentes sistemas técnicos diminuindo desperdícios, ampliando a funcionalidade de produtos e componentes e aumentando a reversibilidade de processos econômicos.

Todas essas variáveis exploradas e demonstradas refletiram nos resultados encontrados em racionalização e custos – Tabela 36, Figura 17 – e influenciaram no desempenho positivo das melhorias em ganhos de produtividade, de custos, rapidez dos processos, flexibilidade nas ações e de confiança, nos negócios das empresas sucroenergéticas. Corroboram a proposição de Andrews et al. (2001), afirmando que uma tecnologia apropriada é aquela que se adapta às estratégias corporativas e operacionais. Proporciona às organizações uma vantagem sustentável. As novas tecnologias permitem e conduzem a resultados significativos no seu posicionamento de mercado e deve criar algum tipo de vantagem competitiva sustentável, agregando valor ao produto e serviços aos clientes e reduzindo custos. Também, sedimentam as informações propostas por Krajewski, Malhotra, Ritzman (2008), concluindo que a comunicação em tempo real diminui riscos, interage com as pessoas, proporcionando-lhes maior grau de confiança e participação. A qualidade dos produtos e serviços melhoram. A distância entre o planejado, a execução e os controles são encurtados e permitem uma análise e gestão mais eficaz.

Essas empresas compuseram em suas estruturas um padrão de gestão clássica moderada, desenhando-se em formatos em tendências para o matricial e de projetos, criando, assim, condições para processos criativos e inovadores. Contudo, nenhuma delas apresenta a proposta de Jonash e Sommerlatte (2001), que defendem as melhores práticas para a inovação, sendo encontradas nas empresas incorporadoras de pesquisa e desenvolvimento em suas estruturas organizacionais. Da mesma forma, pode-se mencionar sobre as indicações do modelo de Hamel (2000), muito embora as empresas tendem a investir em desenvolvimento de habilidades das pessoas e em tecnologias para a prática da inovação.

Dentro da proposta de Iansiti e West (1997), observa-se que o setor sucroenergético, e, portanto, também as empresas pesquisadas, requerem altos investimentos

decorrentes dos seus processos, expressão econômica, implicações concorrenciais e oportunidades de mercado, sociais, ambientais e legais. Sentem a necessidade do acompanhamento tecnológico que se expande e pressiona por inovações e tecnologias.

Na formulação proposta por Freemann (1975), as empresas se enquadram na estrutura defensiva para ofensiva. Posicionam-se pela liderança técnica e de mercado, procurando sempre novos produtos e serviços. As empresas dos grupos corporativos evidenciaram estar à frente de suas concorrentes. São ágeis em novas oportunidades pelo alto grau de informações e dados que conseguem por meio de seus canais de comunicação estabelecidos dentro dos ambientes interno e externo. Investem, embora terceirizadas, em pesquisas básicas, aplicadas e experimentais e estão, frequentemente, em contato com a comunidade externa científica e na importação de tecnologias oferecidas pelos fornecedores, expandindo, pois, suas fronteiras. Existe a preocupação em executar a produção com excelência em qualidade e, por isso, pensam em desenvolvimento dentro de projetos e estruturas de engenharia e serviços técnicos de manutenção para o apoio e solução aos problemas industriais. Desenvolvem sistemas operacionais em seus procedimentos com avaliação e monitoramento, que lhes permitem exercer as funções de controle e redimensionar seus objetivos e metas. Esse composto, complexo, é exercido por um quadro de pessoas procuradas, selecionadas nas competências requeridas e, com programas de treinamento e desenvolvimento humano, que permitem a integração do homem com a plena satisfação e motivação dos negócios, responsabilidade social, ambiental e crescimento da organização. Esse clima é estendido aos fornecedores e clientes, procurando-se absorver e difundir pelas associações de classe e conveniadas novas tecnologias e produtos.

Nas empresas sucroenergéticas pesquisadas, observou-se a instalação de modernas tecnologias em seus processos integrados ou em sistema flexíveis com automação computadorizada e gestão integrada em sistemas operacionais. Utilizam a comunicação eletrônica e a tecnologia da informática. Comprova-se a afirmação de Mañas (2001), pois a adoção de tecnologias leva essas empresas a novas oportunidades de negócios e abertura de novos mercados; desenvolve a capacitação tecnológica; melhora o padrão de qualidade dos produtos e serviços; aperfeiçoa a capacidade gerencial e das pessoas elevando à motivação, satisfação e autoestima; aprimora as perdas, refugos e resíduos, contribuindo com

economias de materiais, tempos e melhorando custos e preços; essa modernização eleva a produtividade respondendo aos interesses da sociedade com produtos e serviços de qualidade, rapidez, disponíveis e com preços adequados.

Percebeu-se, nesse agrupamento de empresas, o comprometimento da alta administração e de toda a corporação organizativa, abrangendo toda a cadeia de valores do negócio, possuindo a preocupação e ciência para a administração com técnicas disciplinadas nas quais sabem da necessidade para a determinação da gestão quanto à visão consciente, roteiros, detalhamentos, competências humanas, etc. A cultura das organizações está instalada para a transformação e comprometida com o fomento da prática pela inovação, com recursos autossuficientes, internos ou externos, mediante parcerias com fornecedores, clientes e outras instituições para cultivar e efetivar um bom desempenho para a inovação.

Por fim, fundamentado no conceito proposto por Tachizawa (1997), percebeu-se que as empresas pesquisadas são um conjunto interativo de pessoas ou de organismos. É uma sociedade, seus objetivos prioritários são econômicos (e também com responsabilidade social e ambiental) tais como rentabilidade, endividamento, participação no mercado, qualidade de produtos e serviços, inovação, qualidade gerencial, produtividade, eficiência operacional, etc. A competência dessas empresas gera rentabilidade, permite administrar a estrutura de capital, endividamentos, políticas de distribuição de lucros e dividendos aos acionistas e colaboradores. Elas têm domínio de participação nos mercados e seus produtos procuram a inovação, com excelência em qualidade, imagem de empresa séria e responsável. Adotam novas e atualizadas tecnologias em toda a estrutura da sua organização, apoiadas na produção e atração de novos talentos para o incremento da eficácia gerencial e operacional, elevando o clima do ambiente organizacional.

Comparando as pesquisas, Rissardi e Shikida (2007) apontaram, em suas investigações na agroindústria canavieira do Estado do Paraná, alguns avanços tecnológicos ocorridos tais como: área agrícola – pesquisa em variedades mais produtivas (ciclo menor, tipos de solo, melhoramento genético), máquinas e equipamentos (colheita mecanizada e caminhões), novas tecnologias (maturadores químicos, cultivo e controle); área administrativa *softwares* (gestão e controle) – informatização; área industrial: automação industrial – novas tecnologias de produção (fermentação e aproveitamento de subprodutos),

investimento em assessorias técnicas, modernização de equipamentos industriais (caldeiras e acionamentos). Sobre as fontes desses avanços, o setor agroindustrial canavieiro do Paraná apresentou como os mais utilizados frequentemente: fabricantes de equipamentos; experiência dos técnicos contratados; publicações técnicas e científicas e conferências ou reuniões profissionais. Para 84,62% das empresas pesquisadas, a informação sobre novas tecnologias de produção, através de processos produtivos, é ativamente procurada e analisada, como forma de apoio à decisão de alterar o processo produtivo. Analogamente, algumas posturas semelhantes também foram diagnosticadas e apresentadas pelos resultados nas empresas sucroenergéticas do centro-oeste do Estado de São Paulo.

Em situação menos favorável quanto ao processo de decisão e adoção de novas tecnologias, encontram-se as empresas não integradas em corporações. Os resultados da pesquisa indicam que a adoção de inovações e de tecnologias apresenta-se de forma adaptativa e, em alguns momentos, sequenciam mudanças e transformações na organização e arranjos industriais, necessitando da preparação humana para recentes práticas das novas implementações. Nesse sentido, embora com interrupções, o processo é mais longo, com maior demora na sua decisão e implementação. Há correspondência com o modelo proposto por Langley e Truax (1994), caracterizando os subprocessos de compromisso estratégico (informal, fronteiras pouco claras, vivenciado pela alta administração com um compromisso psicológico com a inovação); justificação financeira (formal e político, conduzindo ao financiamento do investimento em tecnologia); escolha da tecnologia (determinado e explícito, participação mista e que conduz a seleção do equipamento). Esses subprocessos são interativos e interdependentes, partindo sempre do compromisso estratégico. Nessas empresas, o modelo Freeman (1975) figura como utilizador da conduta estratégica imitativa e defensiva no qual pretende as ações das empresas líderes e as segue, aproveitando os conhecimentos de mercado, ocupando espaços e captando resultados dos erros e experiências daquelas empresas. Não tem domínio de patentes, mas preocupa-se com as informações e tecnologias como forma de avaliar e selecioná-las para resposta a processos de produção e oferecer produtos que os seus mercados pedem. Quanto à gestão, a identificação com o modelo de Raupp (2003), técnicas mais específicas e pontuadas, como as propostas por Nonaka e Takeuchi (1997), são percebidas e utilizadas por essas empresas de forma muito tênue, sem sedimentação estruturada. São ações espontâneas e pontuadas em ocorrências esparsas e aleatórias. Muitas

vezes, pelo esforço do dirigente, externadas em sua vontade, porém sem encontrar as condições ambientais e recursos, preparadas para a incorporação da nova tecnologia. Diante desse quadro, entende a empresa como um organismo, mais pelo prisma econômico, explorando os conceitos sobre a qualidade em produtos e serviços. Todavia, as dificuldades de recursos e competências humanas essenciais são restrições para efetivar-se de forma plena o contexto do atual comportamento desejado para uma empresa essencialmente inovadora pela adoção de novas tecnologias. Nessas empresas, a sequência dos eventos e os elementos que influenciam o processo casual, indefinido e sem datas previsíveis, conforme são apresentados no modelo de Mhor (1982), exprimem que os processos de adoção tecnológica compreendem a sequência de eventos que, de forma espontânea e desestruturada, conduzem a um resultado ao longo do tempo. O comportamento assemelha-se aos estudos sugeridos por Noori (1988) e Meredith (1987), nos quais afirmam que as barreiras para a adoção de inovações tecnológicas estão com maior intensidade apoiadas e associadas ao desconhecimento, falta de habilidades e competências para a nova tecnologia e, principalmente, por limitações financeiras. Por outro lado, quando se evidencia a necessidade de investimentos, é visível a sequência no levantamento de informações internas e externas à empresa, a justificativa financeira e os procedimentos de implementação, embora ocorram interrupções e ciclos recursivos nesse trajeto. Nesse prisma, há semelhanças dos modelos sequenciais propostos por Mintzberg, Raisinighani e Theoret (1976), Nutt (1984) e Rogers (1995).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As empresas sucroenergéticas têm o conceito de que a incorporação de inovações e tecnologias são fundamentais para melhorar seus negócios, criando condições competitivas e crescimento sustentável, compartilhando e compatibilizando os interesses da cadeia em que estão inseridas: sócios, fornecedores, clientes, sociedade e valores culturais, ambiente e sustentabilidade, agentes de fomento, pesquisas, etc. Os resultados demonstraram essa preocupação e postura.

Durante o procedimento das entrevistas e aplicação dos questionários, observou-se que há uma transformação em curso, com a concentração em maior ou menor grau, pela concentração das usinas em grupos corporativos tais como Raizen/Cosan, Renuka, ETH/Odebrech, Maubisa, São Martinho, União São João, Zilor, etc..

Neste contexto, classificam-se as empresas sucroenergéticas em:

- a) empresas isoladas, copiadoras e dependentes de conhecimentos e informações, que incorporaram inovações e tecnologias pela maturação destas no mercado;
- b) grupos menores com poucas usinas, fechadas e familiares, estão num processo de estruturação ou reestruturação para a gestão profissional e formalizada; são mais ativas no processo para gerar e incorporar inovações e tecnologias; encontram-se no dilema cultural entre as formas antigas e os novos modelos de gestão e organização;

c) grandes grupos, dominantes no processo, mais fortes e intensos nas comunicações com os agentes da cadeia sucroenergética; possuem convênios, contratos e projetos desenvolvidos com as entidades externas e maior ascendência sobre fornecedores e clientes; são os primeiros na adoção de inovações e tecnologias.

Os grandes grupos cresceram pela incorporação das unidades por aquisição, associação ou comodato. Nas entrevistas, notou-se que existem resistências no processo de implementar a profissionalização e organização, decorrentes da cultura própria de cada unidade incorporada. Percebeu-se nas usinas pertencentes a esses grupos, a administração de forma centralizada, com padronização de condutas nos procedimentos. Esse clima inibe e retarda os processos e projetos direcionados para inovação e tecnologias.

Também foram observadas, que no setor, as decisões para a adoção de inovações e de tecnologias são influenciadas pelos agentes externos do processo. As empresas são passivas e aguardam as inovações e tecnologias provocadas ou oferecidas pelos agentes: fornecedores; associações de classe (Unica); centros de pesquisa (CTC, Syngenta, IAC, Embrapa, Esalq); universidades (USP, Unicamp, UFSCar, Unesp, etc.).

Relataram-se que as principais tecnologias e inovações ocorridas nos últimos anos no setor sucroenergético foram:

- a) área agrícola: variedades da cana, genética da planta, preparo e aproveitamento do solo, mecanização do plantio, controles de pragas, acompanhamento do crescimento, mecanização e automação da colheita e da logística de transporte e entrega; aproveitamento da palhica; introdução de outras culturas na entressafra para aproveitamento do solo adubado, etc.;
- b) área industrial: monitoramento do processo pela tecnologia da informação; processo químico e de fermentação; cogeração de energia, hidrogênio, bioplástico; hidrólise, gaseificação, biogás, fertilizantes, etc. Em processo de implementação, encontra-se a logística de distribuição através de dutos.

9 CONCLUSÕES

As empresas sucroenergéticas do centro oeste do Estado de São Paulo possuem a idade média de 58 anos. São tradicionais, 10 geridas pelas famílias proprietárias e 8 por profissionais contratados. As decisões são fortemente influenciadas pelos interesses familiares.

O principal gestor têm em média 52 anos de idade, com permanência de 20 anos na mesma empresa.

Constatou-se a forma de gestão clássica, centralizadora e determinística, decorrente da formação cultural própria da agricultura familiar, patriarcal e patrimonialista.

As variáveis e fatores pesquisados demonstraram que:

- a) Atividades técnicas e científicas – pesquisa básica – não é exercida diretamente pelas empresas; são adquiridas e assimiladas na cadeia produtiva;
- b) Atividades técnicas e científicas – pesquisas aplicada e experimental – produzidas de forma pontuada, não regular, com projetos específicos, geralmente oriundas de entidades externas;
- c) Atividades técnicas e científicas – informações científicas e técnicas – as empresas procuram por informações; contatos com fornecedores, entidades de pesquisas externas privadas ou públicas, congressos, feiras, entidades de classe, são as principais formas de interação;

- d) Atividades técnicas e científicas – planejamento de longo prazo – a maioria das empresas denotaram moderada e pontualmente, constituírem diretrizes e calendários para as atividades técnicas e científicas;
- e) A maioria das empresas indicaram desenvolver projetos para a gestão e melhoria da planta industrial;
- f) Os serviços de manutenção (mecânica, elétrica, eletrônica e civil) são realizados seja pela equipe interna como por terceirizados ou empresas contratadas;
- g) As empresas mostraram possuir estrutura organizada para a gestão da qualidade;
- h) As organizações demonstraram ser conscientes no fomento do desenvolvimento humano pela prática do treinamento e retreinamento e melhoria das suas competências;
- i) Moderadamente investem e se preocupam com as questões de responsabilidade social e da qualidade de vida dos colaboradores e comunidade local;
- j) Os indicadores pontuados demonstraram que nos últimos 5 anos foram aferidos ganhos de produtividade, custos, flexibilidade e confiança, pelos esforços aplicados em inovação e tecnologias.

Concluí-se que, as empresas em diferentes escalas (mais ou menos intensas), possuem organização e demonstraram preocupação e interesse na adoção de inovações e tecnologias em seus negócios. No entanto, constatou-se a necessidade de investirem mais na preparação e no equilíbrio de suas estruturas de organização, humana e física, e assim, compatibilizar seu desenvolvimento e crescimento em critérios mais racionais e harmônicos nos interesses não somente econômicos, mas socialmente responsável e sustentável.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBAGLI, S.; MACIEL, M. L. Informação e conhecimento na inovação e no desenvolvimento local. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 9-16, set./dez. 2004.

ALBUQUERQUE, L. G. Competitividade e Recursos Humanos. **Revista de Administração de Empresas da USP – RAUSP**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 15-29, 1992.

ANDRADE, T. Inovação tecnológica e meio ambiente: a construção de novos enfoques. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 90-104, jan./jun. 2004.

ANDREWS, K. R.; MINTZBERG, H.; QUINN, J. **O processo da estratégia**. Porto Alegre: Bookman, 2001. p. 404.

ANSOFF, H. I. **La estrategia de la empresa**. Navarra: Ed. Universidade de Navarra/IESE, 1976. p. 412.

ANSOFF, H. I.; STEWART, J. M. **Strategies for a Technology-Based Business**. 2. ed. New York: Free Press, 1981. p. 456.

ARAÚJO, M. J. **Fundamentos de agronegócios**. São Paulo: Atlas, 2007. p. 343.

ARTHUR, W. B. Increasing returns and the new world of business. **Harvard Business Review**, Boston, p. 101-109, jul./ago. 1996.

BATALHA, M. O.; CHAVES, G. L. D.; SOUZA FILHO, H. M. C&T e I para a produção agropecuária brasileira: mensurando e qualificando gastos públicos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 47, n. 1, p. 123-145, 2009. Disponível em: <http://www.usp.br/agen/wp-content/uploads/Socioeconomia_Ciencia_Animal_Edicao_0071.pdf>. Acesso em: 07/02/2011.

BOLTHO, A.; GLYN, A. Hay alguna política macroeconómica capaz de crear empleos? **Revista Internacional del Trabajo**, Ginebra, v. 114, n. 4/5, p. 507-528, 1995.

BOUROCHE, J. M.; SAPORTA, G. **Análise de dados**. Rio de Janeiro: Zahar, 1982. p. 116.

BROCKMAN, J. **As maiores invenções dos últimos 2000 anos**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2000. p. 170.

BRUESEKE, F. A modernidade técnica. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 17, n. 49, p. 135-144, 2002.

BUSSAB, W. O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. F. Introdução à análise de grupamentos: In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 9º., 1990, São Paulo. Anais. São Paulo: IME-USP, p.105.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. Sistemas de Inovação: políticas e perspectivas. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 8, p. 237-255, 2000.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman, 2003. p. 640.

CORAZZA, R. **Políticas públicas para tecnologias mais limpas**: uma análise das contribuições da economia do meio ambiente. 2001. p. 291. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CHRISTENSEN, C.; ROCHA, C. **Marketing de tecnologias, textos e casos**. São Paulo: Atlas, 1989. p. 267.

CHRISTENSEN, J. F. Asset profiles for technological innovation. **Research Policy**, San Francisco, v. 24, p. 727-745, 1995.

CHRISTENSEN, J. F. Innovative assets and inter-asset linkages: a resource-based approach to innovation. **Economics of Innovation and New Technology**, Berks, v. 4, p. 193-209, 1996.

CURI, P. R. **Análise multivariada**. Botucatu: Unesp, FCA, 1991. (Mimeo).

DAVID, P. Understanding the economics of QWERTY: the necessity of history. In: PARKER, W. (Ed.). **Economic history and the modern economist**. New York: Blackwell, 1986. p. 332.

DEAN, J. W. **Deciding to innovate**: how firms justify advanced technology. Cambridge, Mass.: Ballinger, 1987. p.370.

DOSI, G. The nature of the innovative process. In: DOSI, G. et al. (Org.). **Technical change and economic theory**. London: Pinter Publishers, 1998. p. 412.

DUGUET, E. Innovation heighth, spillovers and TFP growth at the firm level: evidence from the french manufacturing. **Cahiers de la Maison des Sciences Economiques**, EUREQua, Série Verte, Paris, n. 73, sept. 2002. 44 p. rev. Disponível em: <ftp://mse.univ-paris1.fr/pub/mse/cahiers2002/V02073.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2011.

FEENBERG, A. **Critical theory of technology**. Oxford: Oxford University Press, 1991. p. 385.

FLICHY, P. **L'innovation technique**. Paris: La Decouverte, 1995. p. 251.

FRAIZER, G.; GAITHER, N. **Administração da produção**. São Paulo: Pioneira, 2001. Págs. 598.

FREEMAN, C. **La teoría económica de la innovación industrial**. Madrid: Alianza Editorial, 1975. p. 353.

FREEMAN, C. **The economics of hope**. London: Pinter, 1992. p. 456.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr. 1995a.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa. Tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 20-29, maio/jun. 1995b.

HAMEL, G. **Liderando a revolução**. Rio de Janeiro: Campus, 2000. p. 335.

HAMILTON, W. F. Corporate strategies for managing emerging technologies. **Technology and Society**, Thousand Oaks, v. 7, p. 197-212, 1985.

HENDERSON, B. D. As origens da estratégia. In: PORTER, M. E.; MONTGOMERY, C. A. (Org.). **Estratégia: a busca da vantagem competitiva**. Rio de Janeiro: Campus, 2002. cap. 1, p. 3-9.

HOLANDA, A. B. F. **Novo dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986. p. 1838.

IANSTITI, M.; WEST, J. Technology integration: turning great research into great products. **Harvard Business Review on Managing High-Tech Technologies**, Boston, p. 69-79, May/June 1999.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 3. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1992. p. 412.

JONASH, R. S.; SOMMERLATTE, T. **O valor da inovação**. Rio de Janeiro: Campus, 2001. P. 156.

JUNK, M. S. **Perspectivas para o setor sucroenergético no Brasil**. São Paulo: Unica, 2007. P. 154.

KEYNES, J. M. **A teoria geral do emprego, do juro e da moeda**. São Paulo: Abril Cultural, 1983. p. 333.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações**. São Paulo: Pearson, 2008. P. 615.

LANGLEY, A.; TRAUX, J. A process study of new technology adoption in smaller manufacturing firms. **Journal of Management Studies**, San Francisco, v. 31, n. 5, p. 619-652, Sept. 1994.

LEMOES, C. Inovação na era do conhecimento. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 8, p. 157-179, 2000.

LUNDVALL, B. A.; JOHNSON, B. The learning economy. In: CONFERENCE ON STRUCTURAL CHANGE AND THE REGULATION OF ECONOMIC SYSTEMS, 1992, Paris, St. Louis, **Journal of Industry Studies**, Vol. 1, Nº 2, p. 23-42. December, 1994.

MACEDO, I. C.; LEAL, M. R. L. V.; SILVA, J. E. A. R. **Assessment of greenhouse gas emissions in the production and use of fuel ethanol in Brazil**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo; UNICAMP, NIP; Copersucar, CTC, 2004. p. 36.

MACIEL, M. L. Inovação e conhecimento. In: SOBRAL, F. et al. (Org.). **A alavanca de Arquimedes: ciência e tecnologia na virada do século**. Brasília, DF: Paralelo 15, 1997. p. 174.

MAIDIQUE, M.; PATCH, P. Corporate strategy and technological policy. In: TUSHMAN, M. L.; MOORE, W. L. (Ed.). **Readings in the management of innovation**. Boston: Pitman, 1982. p. 285.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Porto Alegre: Bookman, 2001. p. 720.

MAÑAS, V. A. **Gestão de tecnologia e inovação**. São Paulo: Érica, 2001. p. 172.

MANLY, B. F. J. **Multivariate statistical methods: a primer**. London: Chapman and Hall, 1986. p. 159.

MANSFIELD, E.; RAPOPORT, J.; ROMEO, A. **The production and application of new industrial technology**. New York: W.W. Norton, 1977. p. 373.

MARKOVITCH, J. Tecnologia e Competitividade. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 26, n. 2, p. 12-21, 1991.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**: metodologia e planejamento. São Paulo: Atlas, 1996. v. 1, p. 335.

MATTOSO, J. Tecnologia e emprego: uma relação conflituosa. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, p. 115-123, mar. 2000

MEREDITH, J. The strategic advantages of new manufacturing technologies for small firms. **Strategic Management Journal**, Chicago, v. 8, p. 249-258, 1987.

MINTZBERG, H.; RAISINGHANI, D.; THEORET, A. The structure of “unstructure” decision processes. **Administrative Science Quarterly**, Ithaca-New York, v. 21, p. 246-274, June 1976.

MOHR, L. B. Innovation theory: an assessment from the vantage point of the new electronic technology in organizations. In: PENNINGS, J. M.; BUITENDAM, A. (Ed.). **New Technology as Organizational Innovation**. Cambridge: Ballinger, 1987. p. 231.

MOTTA, P. R. **Gestão contemporânea**: a ciência e arte de ser dirigente. Rio de Janeiro: Record, 1998. p. 256.

NAISBIH, J. **Paradoxo global**. Rio de Janeiro: Campus, 1999. p. 333.

NELSON, R.; WINTER, S. **An evolutionary theory of economic change**. 6. ed. Cambridge: Harvard University Press, 1996. p. 136.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G. ; CONSOLI, M. A. O Mapa Sucroenergético do Brasil. In: SOUSA, E. L. L.; MACEDO, I. C.. (Org.). **Etanol e bioeletricidade**: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética. São Paulo: Luc Projetos de Comunicação, 2010. p. 15-43.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa**. Rio de Janeiro: Campus, 1997. p. 358.

NOORI, H. Production policy and the acquisition of new technology. **Engineering Management International**, New Delhi, v. 4, p. 187-196, 1987.

NUTT, P. C. Types of organizational decision processes. **Administrative Science Quarterly**. New York, v. 29, p. 414-450, Sept. 1984.

OHMAE, K. I. De volta à estratégia. In: PORTER, M. E.; MONTGOMERY, C. A. (Org.). **Estratégia**: a busca da vantagem competitiva. Rio de Janeiro: Campus, 2002. cap. 5. p. 436.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Statistical compendium** – 1999/1. Paris, 1999 (Base de dados OCDE – CD-ROM).

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Employment outlook**. Paris, jun. 2000. p. 135.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL TRABALHO. **L'Emploi dans le monde 1996-1997**: les politiques nationales a l'heure de la mondialisation. Genebra, 1996. p. 141.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL TRABALHO ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL TRABALHO. **El trabajo en el mundo 1997-1998**: relaciones laborales, democracia y cohesión social. Genebra, 1997. p. 137.

PADALINO, S.; VIVARELLI, M. L'intensité d'emploi de la croissance économique dans les pays du G7. **Revue Internationale du Travail**, Genebra, v. 136, n. 2, p. 205-230, 1997.

PEREIRA, J. C. R. **Análise de dados qualitativos**: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais. São Paulo: Edusp, 2001. p. 157.

PETERS, T. **O círculo da inovação**. São Paulo: Harbra, 1998. p. 347.

PORTER, M. E. What is strategy? **Harvard Business Review**, Boston, p. 61-78, Nov./Dec. 1996.

POSSAS, M. L.; SALLES-FILHO, S.; SILVEIRA, J. M. An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks. **Research Policy**, Amsterdam, v. 25, p. 933-945, 1996.

POSSAS, M. L. Eficiência seletiva: uma perspectiva neo-schumpeteriana evolucionária sobre questões econômicas normativas. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 73-94, jan./mar. 2004.

PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. A competência essencial da corporação. In: PORTER, M. E.; MONTGOMERY, C. A. (Org.). **Estratégia**: a busca da vantagem competitiva. Rio de Janeiro: Campus, 2002. cap. 3, p. 154.

PREMKUMAR, G.; RAMAMURTHY, K.; NILAKANTA, S. Implementation of electronic data interchange: an innovation diffusion perspective. **Journal of Management Information Systems**, Saddle River. v. 11, n. 2, p. 157-186, 1994.

RAUPP, E. H. Estratégias de gestão com inovações tecnológicas e organizacionais. **Revista de Contabilidade**, São Paulo, n. 24, p. 50-58, jun. 2003.

REGAZZI, A. J. **Análise multivariada**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Departamento de Informática, 2001. 166 p. Apostila de disciplina.

REIS, E. **Estatística multivariada aplicada**. Lisboa: Edições Sílabo, 2001. p.345.

RISSARDI JÚNIOR, D. J.; SHIKIDA, P. F. A. A agroindústria canavieira do Paraná pós-desregulamentação: uma abordagem neoschumpeteriana. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília: SOBER, v. 45, n. 2, p. 445-473, abr./jun. 2007.

ROBBINS, S. P. **Administração**: mudanças e perspectivas. São Paulo: Saraiva, 2000. p. 524.

ROGERS, E. M. **Diffusion of innovations**. 4. ed. New York: Free Press, 1995. p. 367.

ROSENBERG, N. **Inside the black box**: technology and economics. Cambridge: Cambridge University Press, 1982. p. 304.

ROSENBERG, N. **Innovation and economic growth**. Paris: OECD, 2004. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/55/49/34267902.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2010.

SELLTIZ, C. et al. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: Herder; Edusp, 1967. p. 687.

SCHUMPETER, J. A.; POSSAS, M. S. (Trad.). **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Abril, 1982. p. 169. (Os economistas).

SINGH, A. Institutions et plein emploi dans les pays industriels. **Revue Internationale du Travail**, Geneva. v. 134, n. 4-5, p. 521-548, 1995.

SILVA, L. C. C. **A administração do processo de inovação tecnológica**. São Paulo: Atlas, 1980. p. 384.

SLACK, N. et al. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Atlas, 2003. p.525.

SNEATH, P. H. A.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy**. The principles and practice of numerical classification. San Francisco: W. H. Freeman, 1973. p. 573.

SOKAL, R. R. Phenetic taxonomy. Theory and methods. **Annual Review of Ecology and Systematics**, New York, v. 17, p. 423-442, 1986.

SOLOW, R. We'd better watch out. **New York Times Book Review**. p. 36. July, 12. 1987.

SOUZA, A. M. **Monitoração e ajuste de realimentação em processos produtivos multivariados**. 2000. p. 166. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

STIEGLER, B. **Techniques and time**. Stanford: Stanford University Press, 1998. v. 1, p. 276.

SZWARC, A. et al. **Produção e uso do etanol combustível no Brasil**. São Paulo: Unica, 2007. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/infosucro/biblioteca/bic_Unica_ProducaoUsoEtanol.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2010.

TACHIZAWA, T. **Organização flexível**: qualidade na gestão por processos. São Paulo: Atlas, 1997. p. 335.

TIRONI, L. F. Política de inovação tecnológica, escolhas e propostas baseadas na Pintec. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 46-53, jan./mar. 2005.

TRIGUEIRO, M. G. **O clone de Prometeu**. Brasília: UnB, 2002. p. 239.

VICINI, L. **Análise multivariada: da teoria à prática**. 2005. 215 p. Monografia (Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

WILLIAMS, R.; EDGE, D. The social shaping of technology: research concepts and findings in Great Britain. In: DIERKES M.; HOFFMAN, U. (Ed.). **New technology at the outset**: social forces in the shaping of technological innovations. Frankfurt: Campus Verlag, 1992. p. 47-61.

YIN, R. K. **Case study research**: design and methods. Newbury Park: Sage, 1989. p. 160.

APÊNDICE

QUESTIONÁRIOS

QUESTIONÁRIO I

I – CARACTERÍSTICAS DA EMPRESA

Nome: _____

Ano fundação: _____

Empresa familiar: () Sim () Não

Número de funcionários: Adm./Serviços: _____ Produção: _____

Capital: Valor: _____ Nacional: _____ Estrangeiro: _____

Número de cargos de direção: _____ Profissional: _____ Familiar: _____

Segmento: _____

Especialização (tipos de produtos): _____

Número de linhas de produtos: _____ Diversificada: () Sim () Não

Área de atuação: Local: ____ Regional: ____ Nacional: ____ Internacional: _____

Atividades de exportação: Nunca exportou () Algumas vezes () Regularmente ()

Faturamento anual: _____

QUESTIONÁRIO II

I – PERFIL DO DIRIGENTE

Nacionalidade: Brasileiro: _____ Estrangeiro: _____ Idade _____ Sexo: _____

Nível de escolaridade _____

Influência cultural estrangeira: () Sim () Não

Tempo de trabalho na empresa: _____ Tempo de trabalho na função: _____

Participa no capital da empresa: () Sim () Não

1.5 Planejamento de longo prazo: existência de diretrizes, calendário e programação que denotem a existência de uma estrutura de organização e de gestão quanto a:

[illegible]

2 **PROJETOS DE ENGENHARIA:** existência de estruturas organizadas que dão suporte à gestão industrial e aos negócios quanto a:

[illegible]

- 3 **SERVIÇOS TÉCNICOS:** existência de estrutura organizada que dá suporte às operações da fábrica e patrimônio da empresa (elétrica, eletrônica, mecânica e predial).

[illegible]

- 4 **CONTROLE DE QUALIDADE:** existência de estrutura organizada que, por meio de uma filosofia, ferramentas e princípios próprios e aplicados sistematicamente, ajudam a empresa no processo de gerenciamento da qualidade quanto à satisfação dos clientes, envolvimento da cadeia de suprimentos, envolvimento das pessoas e nas melhorias contínuas.

[illegible]

6 **RACIONALIZAÇÃO E CUSTOS:** existência de sistemas de aferição e controle correlacionados à inovação e tecnologia que ajudam a gestão dos negócios quanto a:

[illegible]

7 **GERENCIAMENTO AMBIENTAL E ECOEFICIÊNCIA:** Existência de sistemas estruturados que administrem e meçam a:

[illegible]

