

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

**CAPACIDADE TECNOLÓGICA EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS:
PROPOSIÇÃO DE ÍNDICE E APLICAÇÃO A EMPRESAS DOS
SEGMENTOS DE TRIGO E LEITE**

CLÁUDIA DE MORI

SÃO CARLOS

2011

**CAPACIDADE TECNOLÓGICA EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS:
PROPOSIÇÃO DE ÍNDICE E APLICAÇÃO A EMPRESAS DOS
SEGMENTOS DE TRIGO E LEITE**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

**CAPACIDADE TECNOLÓGICA EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS:
PROPOSIÇÃO DE ÍNDICE E APLICAÇÃO A EMPRESAS DOS
SEGMENTOS DE TRIGO E LEITE**

CLÁUDIA DE MORI

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Mario Otávio Batalha

SÃO CARLOS

2011

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

M854ct

Mori, Cláudia de.

Capacidade tecnológica em sistemas agroindustriais :
proposição de índice e aplicação a empresas dos
segmentos de trigo e leite / Cláudia de Mori. -- São Carlos :
UFSCar, 2012.

282 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos,
2011.

1. Engenharia de produção. 2. Capacidade tecnológica. 3.
Índice. 4. Trigo. 5. Leite. 6. Dinâmica tecnológica. I. Título.

CDD: 658.5 (20^a)



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
Rod. Washington Luís, Km. 235 - CEP. 13565-905 - São Carlos - SP - Brasil
Fone/Fax: (016) 3351-8236 / 3351-8237 / 3351-8238 (ramal: 232)
Email : ppgep@dep.ufscar.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno(a): Claudia De Mori

TESE DE DOUTORADO DEFENDIDA E APROVADA EM 13/9/2011 PELA
COMISSÃO JULGADORA:

Prof. Dr. Mário Otávio Batalha
Orientador(a) PPGE/UFSCar

Profª Drª Ana Lúcia Vitale Torkomian
PPGE/UFSCar

Prof. Dr. Marcelo Silva Pinho
PPGE/UFSCar

Profª Drª Maria Beatriz Machado Bonacelli
DPCT/IG/UNICAMP

Prof. Dr. Silvio Crestana
EMBRAPA

Prof. Dr. Hildo Meirelles de Souza Filho
Vice-Coordenador do PPGE

Aos meus pais, Ives e João,
por seu exemplo, por sua determinação
e por nos fazerem acreditar que valores e educação são fundamentais.

Aos meus irmãos, Miriam, Flavio, Marta e Luci, e
aos meus sobrinhos, Manu, Vitor e Elis,
por partilharem suas vidas comigo
e, mesmo longe, sempre estão presentes.

Ao Julio, meu esposo,
por compartilhar comigo o bem mais precioso da humanidade: o amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas, as empresas e as instituições que, de alguma forma, contribuíram para concretizar este trabalho, de modo especial:

Ao meu orientador, Prof. Dr. Mario Otávio Batalha, pela oportunidade, pelo incentivo, pela orientação no desenvolvimento deste trabalho, pela paciência e pelo otimismo. Muito obrigada por confiar!

Aos professores e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos pela oportunidade de percorrer novos conhecimentos e por me acolherem, em especial, a Cristiane e Raquel, sempre dispostas a ajudar.

Aos professores Dr. Marcelo Pinho e Dra. Ana Lúcia Vitale Torkomian que gentilmente me abriram as portas do GEPAl. Muito obrigada!

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e a Embrapa Trigo pela oportunidade de aperfeiçoamento.

Aos professores e funcionários do *Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia/ Universitat Politècnica de Catalunya* pelo acolhimento e ao Prof. Oscar Alfranca pela oportunidade, por sua atenção e por seus questionamentos.

Às pessoas, às empresas e às instituições, as quais gentilmente concederam parte de seu tempo e de seus conhecimentos e ajudaram a construir este trabalho, pois, sem eles, isto não seria possível! Em especial, ao pesquisador Artur Chinelato e aos técnicos da FAEMG, EMATER/RS e EMATER/PR que auxiliaram na coleta de dados; e a Paulo Estevão Cruvinel e Plínio Uchuo pela disponibilidade do banco de dados do RIPA e apoio na execução das entrevistas na primeira fase.

Aos Professores, Dra. Ana Lúcia Vitale Torkomian, Dra. Maria Beatriz Bonacelli e Dr. Marcelo Pinho, e Dr. Silvio Crestana, por dedicarem seu tempo e por todas as observações e recomendações sugeridas para a melhoria deste trabalho.

Aos colegas de pós-graduação e do GEPAl: Aldara, André, Angela, Caio, Daniel, Daniela, Éderson, Ellenise, Eline, Kandice, Jair, Juan, Luciana, Luísa, Maíra, Marcela, Márcia, Márcio, Marcos, Maria Clara, Marilin, Maurício, Priscila, Renato, Selene e Sérgio, pelo convívio e pela troca de conhecimentos.

Aos meus pais, Ives e João, que, como diria minha irmã, sempre nos proporcionaram, a mim e aos meus irmãos, oportunidades que eles nunca tiveram, por meio do incentivo e da valorização de nossa formação acadêmica. Com eles, compartilho este feito.

Aos meus irmãos, Miriam, Flávio, Marta e Luci, pelo constante e irrestrito apoio.

Ao Julio, sempre presente, mesmo a 938 km ou a 9.602km.

Aos meus amigos pelo constante incentivo.

A Deus por me presentear com esta oportunidade.

“Todas as inovações eficazes são surpreendentemente simples.
Na verdade, maior elogio que uma inovação pode receber
é haver quem diga: isto é óbvio.
Por que não pensei nisso antes?”
(Peter Drucker)

RESUMO

A capacidade tecnológica é um importante fator na determinação da eficiência e da eficácia dos processos produtivos e no aumento do grau de inovatividade das empresas. Sua mensuração pode auxiliar as empresas a avaliarem seus pontos fortes e fracos em termos da capacidade de gerar, de usar e de adequar tecnologias e produtos, ou seja, pode colaborar na compreensão do comportamento e do potencial tecnológico da empresa e servir como um sistema de diagnose e de tomada de decisão. Este projeto teve por objetivo desenvolver um modelo de mensuração de capacidade tecnológica (sistema de índices) voltado aos sistemas agroindustriais. O desenvolvimento do modelo de índice foi direcionado a empresas dos elos agropecuários e de processamento industrial de cadeias de produção de origem vegetal (farinha de trigo/pré-mistura e massas) e de origem animal (leite fluído e queijo). A metodologia adotada para tal objetivo tem caráter dedutivo e teórico-instrumental. O presente estudo fez uso de pesquisa bibliográfica, de pesquisa exploratória para a construção da arquitetura do índice e de pesquisa observacional para a coleta de dados para validação das arquiteturas de índice elaboradas. O modelo de índice desenvolvido contempla cinco macroelementos para identificar o estágio de capacidade tecnológica de uma empresa. Os macroelementos, decompostos em mesoelementos e microelemento, são: (i) recursos, (ii) atualização tecnológica, (iii) processos e rotinas; (iv) mecanismos de aprendizagem e (v) articulação e acessibilidade. O índice contempla indicadores de variáveis numéricas, binárias e categóricas. Para a ponderação dos elementos que compõe o Índice, foi utilizado o método de análise multicritério AHP. Para a análise de aplicabilidade do modelo de índice proposto, foram realizadas entrevistas em unidades agrícolas e agroindustriais dos segmentos estudados, totalizando 200 propriedades rurais e 19 empresas. De maneira geral, a arquitetura elaborada captou diferenças interempresariais em termos de desempenho de capacidade tecnológica e pôde servir como ferramenta analítica para gerar informações úteis para identificação de oportunidades de melhoria para as empresas e captar diferenças de comportamentos tecnológicos entre empresas e regiões.

Palavras-chave: Capacidade tecnológica. Sistema agroindustrial. Índice. Trigo. Leite. Dinâmica tecnológica.

ABSTRACT

The technological capabilities play a crucial role in determining the production processes efficiency and effectiveness and increase the degree of enterprises innovativeness. Its measurement can help enterprises evaluate their strengths and weaknesses in terms of their ability to generate, use and adapt technologies and products, that is, it can assist them understanding the enterprise technological behavior and potential and serving as a diagnosis and decision making system. This project aimed to develop a technological capability measurement model (index) directed at agri-food systems. The developing of index model is applied on farms and agro-industrial enterprises of production chains of a plant segment (wheat grain, wheat flour/ premixture and pastry) and of an animal segment (fluid milk and cheese). The methodology adopted for this purpose has a deductive and theoretical-instrumental character. The study made use bibliographical review and exploratory research for building indexes architectures and observational research to collect data to validate the proposed index model. The model proposes the measure of the enterprise technological capability stage based on five macroelements: (i) physical resources, (ii) technological upgrading, (iii) processes and routines, (iv) learning mechanisms and (v) coordination and accessibility. This macroelements are decomposed into meso and microelements. The descriptors include numerical, binary and categorical variables. The AHP method was used to assign indicators weights. To evaluate the proposed index, interviews with farms and agro-industrial were conducted, totaling 200 farms and 19 enterprises. In general, the proposed index capture inter-firm differences in terms of technological capacity performance and serve as an analytical tool to generate useful information for identifying improvement opportunities for the company. It also captures the technological dynamic differences between companies and between regions.

Keywords: Technological capability. Agri-food system. Index. Wheat. Dairy. Technological dynamic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Delimitação dos elos de análise.....	26
Figura 2 - Elos do complexo agroindustrial do trigo	37
Figura 3 - Elos do complexo agroindustrial do leite.....	41
Figura 4 - Participação percentual do número de empresas que implementaram inovações no total, especificada segundo (a) o tipo de inovação implementada e (b) o referencial de inovação (novo para o setor e para o mercado nacional), da Indústria de Alimentos e de Bebidas no Brasil nos períodos 1998-2000, 2000-2003, 2003-2005 e 2006-2008	55
Figura 5 - Acumulação tecnológica: conceitos básicos e termos	64
Figura 6 - Dimensões da capacidade tecnológica.....	70
Figura 7 – Composição e dimensões da capacidade tecnológica de referência.....	71
Figura 8 – Modelo de mensuração da capacidade tecnológica.....	95
Figura 9 - Diagrama das etapas da pesquisa.....	100
Figura 10 - Arquitetura proposta do Índice de Capacidade Tecnológica (ICT).....	104
Figura 11 - Escala de comparação para preenchimento das matrizes de julgamento AHP	127
Figura 12 - Planilha de cálculo dos pesos do índice	129
Figura 13 - Planilha de cálculo dos pesos do índice	131
Figura 14 – Valores dos macroíndices obtidos pelas unidades agrícolas com cultivo de trigo	139
Figura 15 - Macro e mesoíndices das propriedades com cultivo de trigo de menor e maior valor obtido no ICT comparados com o valor médio do grupo .	142
Figura 16 -Valores do ICT e macroíndices obtidos pelas empresas de moagem do grupo teste	150
Figura 17 - Macro e mesoíndices do ICT das empresas moageiras entrevistadas, comparados com o valor médio do grupo	153

Figura 18 -Valores dos macroíndices obtidos pelas empresas de fabricação de massas.....	159
Figura 19 - Posicionamento de valores de macro e mesoíndices da empresa de menor valor ICT e valor médio do grupo, segmento massas	162
Figura 20 – Valores dos mesoíndices obtidos pelas unidades agrícolas leiteiras do grupo de teste.	175
Figura 21 - ICT e macroíndices das propriedades de menor e maior valores obtidos comparados com o valor médio do grupo segmento leite	177
Figura 22 -Valores do ICT e macroíndices obtidos pelas empresas de leite fluído do grupo teste	185
Figura 23 - Macro e mesoíndices do ICT de empresas de leite fluído comparados com o valor médio do grupo.....	188
Figura 24 -Valores do ICT e macroíndices obtidos pelas empresas de fabricação de queijo do grupo teste.....	196
Figura 25 - Macro e mesoíndices do ICT obtidos pelas empresas de fabricação de queijo de porte médio.....	201

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Requisitos a serem considerados na construção e análise de índices. ..	76
Quadro 2 - Desenvolvimento de Indicadores de CT&I	80
Quadro 3 - Matriz ilustrativa de capacidades tecnológicas	87
Quadro 4 - Principais características dos sistemas de mensuração de capacidades tecnológicas observados na literatura	93
Quadro 5 - Elementos de mensuração de capacidade tecnológica e sua relação	97
Quadro 6 - Macroíndice Recursos: mesoíndices e indicadores componentes	107
Quadro 7 - Macroíndice Atualização Tecnológica (AT), segmento agrícola trigo grão	112
Quadro 8 - Macroíndice Atualização Tecnológica (AT), segmento moagem	113
Quadro 9 - Macroíndice Atualização Tecnológica (AT), segmento massas	114
Quadro 10 - Macroíndice Atualização Tecnológica (AT), segmento pecuário leite .	115
Quadro 11 - Macroíndice Atualização Tecnológica (AT), segmento leite fluído	117
Quadro 12 - Macroíndice Atualização Tecnológica (AT), segmento queijo	118
Quadro 13 - Macroíndice Processos e rotinas: mesoíndices e indicadores, unidades de processamento agroindustrial	121
Quadro 14 - Macroíndice Processos e rotinas: mesoíndices e indicadores, unidades agrícolas.....	122
Quadro 15 – Macroíndice Mecanismos de aprendizagem: mesoíndices e descritores, unidades de processamento agroindustrial.....	124
Quadro 16 - Macroíndice Mecanismos de aprendizagem: mesoíndices e descritores, unidades agrícolas	124
Quadro 17 - Macroíndice Articulação e acessibilidade: mesoíndice e indicadores, unidades de processamento agroindustrial.....	126
Quadro 18 - Mesoíndice Articulação e acessibilidade: mesoíndice e indicadores, unidades agrícolas	126
Quadro 19 - Índice de aleatoriedade (RI) para n = 1 ... 15.....	128

Quadro 20 - Conjunto de unidades do grupo de validação	132
Quadro 21 - Descrição das empresas entrevistadas, complexo trigo, segmento moagem	149
Quadro 22 – Descrição das empresas entrevistadas, complexo trigo, segmento massas.....	158
Quadro 23 - Inovações de produto, de processo, organizacionais e de marketing implantadas nas empresas entrevistadas, segmentos moagem e massas.....	167
Quadro 24 - Descrição de empresas entrevistadas, complexo leite, segmento leite fluído	184
Quadro 25 - Descrição das empresas entrevistadas, complexo leite, segmento fabricação de queijo	195
Quadro 26 _ Principais inovações observadas nas empresas entrevistadas dos segmentos leite fluído e queijo.....	208

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais indicadores econômicos da Indústria de Alimentos e Bebidas	35
Tabela 2 - Taxa de inovação e de incidência sobre a receita líquida de vendas dos dispêndios realizados nas atividades inovativas e internas de P&D, segundo atividades selecionadas da indústria de transformação no Brasil nos períodos 1998-2000, 2001-2003, 2003-2005 e 2006-2008	53
Tabela 3 - Principal responsável pelo desenvolvimento de produto e/ou processo, em percentual, nas empresas da Indústria de Alimentos e de Bebidas que implementaram inovações nos períodos 1998-2000, 2000-2003 e 2003-2005	56
Tabela 4 - Valores mínimo, máximo e médio do ICT e dos macroíndices, distribuição de frequência do índice e mesoíndices e valores médio, segundo tamanho de propriedade* de unidades produtivas de cultivo de trigo	138
Tabela 5 - Valores de ICT e dos macroíndices obtidos pelas empresas de moagem entrevistadas	150
Tabela 6 - Valores de ICT e dos macroíndices obtidos pelas empresas de fabricação de massas entrevistadas	159
Tabela 7 - Valores mínimo, máximo e médio do ICT e dos macroíndices, distribuição de frequência por faixas e valores médios segundo tamanho de produção leiteira diária* e mesorregião geográfica IBGE**	171
Tabela 8 - Valores de ICT e dos macroíndices obtidos pelas empresas de leite fluído do grupo entrevistado	185
Tabela 9 - Valores de ICT e dos macroíndices obtidos pelas empresas de fabricação de queijo entrevistadas	196
Tabela 10 - Valores de ICT e dos macroíndices obtidos pelas empresas de fabricação de queijo entrevistadas	209

LISTA DE SIGLAS

AA	Articulação e Acessibilidade
ABC	Custeio Baseado nas Atividades
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
APPCC	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
AQUAMETH	<i>Advanced Quantitative Methods for the Evaluation of the Performance of the Public Sector Research</i>
BPF	Boas práticas de fabricação
C&T	Ciência e Tecnologia
CAD	<i>Computer-aided design</i> (Projeto Auxiliado por Computador)
CAI	Complexo Agroindustrial
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i> (Manufatura Auxiliada por Computador)
CHINC	<i>Changes in University Incomes and their Impact on University-based Research and Innovation</i>
CT	Capacidade tecnológica
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
EDI	<i>Electronic data interchange</i> (Intercâmbio Eletrônico de Dados)
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GPS	<i>Global Positioning System</i> ("Geo-Posicionamento por Satélite")
HABITAT	Programa para Assentamentos Humanos da Organização das Nações Unidas
IAPAR	Instituto Agrônomo do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICV	Índice de Condição de Vida
ICT	Índice de Capacidade Tecnológica
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDH-M	Índice de Desenvolvimento Humano para Municípios
IDS	Índice de Desenvolvimento Social
IE	Infraestrutura
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ISSQV	Índice Sintético de Satisfação da Qualidade de Vida

ITAL	Instituto de Tecnologia de Alimentos
IZ	Instituto de Zootecnia de São Paulo
KANBAN	Palavra japonesa que significa literalmente “registro” ou “placa visível”. Na administração da produção, é conhecido como cartão de sinalização, o qual autoriza a produção de determinada quantidade de um item.
l	Litro
m ³	Metros cúbicos
MIP	Manejo Integrado de Pragas
MRP	<i>Manufacturing Resource Planning</i> (Planejamento das Necessidades de Material)
NIR	<i>Near Infrared Spectroscopy</i>
OCDE	<i>Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PD&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PIB	Produto Interno Bruto
PINTEC	Pesquisa de Inovação Tecnológica
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PPHO	Procedimento Padrão de Higiene Operacional
PRIME/ ENID	<i>Policies for Research and Innovation in the Move towards the European Research Area / European Network of Indicator Designers</i>
RH	Recursos Humanos
RIPA	Rede de Inovação e Prospecção Agronegócio
SI	Sistema de Inovação
SNI	Sistema Nacional de Inovação
SRI	Sistema Regional de Inovação
SSI	Sistema Setorial de Inovação
STI-NET	<i>Science, Technology, Innovation Network Indicators</i>
t	Tonelada
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
TQM	Gestão da Qualidade Total
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UHT	<i>Ultra High Temperature</i>

UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
VBP	Valor Bruto de Produção
VTI	Valor da Transformação Industrial

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	22
1.1 Contextualização do tema e definição do problema de pesquisa.....	22
1.2 Objetivos	24
1.3 Delimitação do escopo de análise.....	25
1.4 Justificativa e relevância do trabalho.....	27
1.5 Estrutura do trabalho	32
2. COMPLEXOS AGROINDUSTRIAIS E DINÂMICA TECNOLÓGICA	34
2.1 Caracterização do setor agroindustrial.....	34
2.1.1 Complexo agroindustrial do trigo.....	36
2.1.2 Complexo agroindustrial do leite	39
2.2 Dinâmica tecnológica dos complexos agroindustriais	42
2.2.1 Dinâmica tecnológica do segmento agropecuário.....	43
2.2.2 Dinâmica tecnológica dos segmentos agroindustrial de alimentos	48
3. CAPACIDADE TECNOLÓGICA E MODELOS DE MENSURAÇÃO	58
3.1 Inovação, mecanismos de acesso e padrões de dinâmicas tecnológicas.....	58
3.2 Tecnologia, mudança técnica e capacidade tecnológica	62
3.2.1 Tecnologia e mudança técnica.....	62
3.2.2 Recursos e capacidades	65
3.2.3 Capacidade tecnológica.....	67
3.3 Sistemas de mensuração e evolução de indicadores e índices de mensuração de CT&I, difusão e esforço tecnológico.....	71
3.3.1 Indicadores e índices	72
3.3.1.1 Processo de construção, critérios de análise e limitações	74
3.3.2 Evolução de Indicadores e índices de mensuração de CT&I, difusão e esforço tecnológico	79
3.4 Modelos de mensuração de capacidades tecnológicas	84
4. METODOLOGIA E MODELO DO ÍNDICE DE CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA.....	98
4.1 Caracterização da pesquisa	98
4.2 Procedimentos metodológicos	99

4.2.1	Pesquisa observacional I	101
4.2.2	Construção do modelo de índice.....	103
4.2.2.1	Arquitetura do modelo de índice proposto.....	103
4.2.3	Pesquisa observacional II	131
5.	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	134
5.1	Aplicação do ICT em segmentos agrícolas trigo grão, de moagem e de fabricação de massas	134
5.1.1	Aplicação do ICT, segmentos agrícolas trigo grão, moagem e fabricação de massas.....	135
5.1.1.1	Aplicação do ICT no segmento agrícola trigo grão	135
5.1.1.2	Aplicação do ICT segmentos moagem.....	143
5.1.1.3	Aplicação do ICT segmentos de fabricação de massas	154
5.1.2	Principais aspectos da dinâmica tecnológica dos casos estudados dos segmentos trigo grão, moagem e massas.....	163
5.2	Aplicação do ICT em segmentos agropecuário leite, de processamento de leite fluído e de fabricação de queijo.....	169
5.2.1	Aplicação do ICT agropecuário leite, de processamento de leite fluído e de fabricação de queijo	169
5.2.1.1	Aplicação do ICT no segmento agropecuário leite	169
5.2.1.2	Aplicação do ICT segmentos leite fluído	178
5.2.1.3	Aplicação do ICT segmentos de fabricação de queijos	189
5.2.2	Principais aspectos da dinâmica tecnológica dos casos estudados nos segmentos leite, leite fluído e queijo	202
5.3	Considerações sobre a aplicação do ICT e síntese de informações.....	208
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	215
6.1	Conclusões.....	215
6.2	Limitações do estudo	219
6.3	Sugestões para pesquisas futuras	221
	REFERÊNCIAS.....	222
	Apêndice A	238
	Apêndice B	239

Apêndice C	240
Apêndice D	243
Apêndice E	251
Apêndice F	263
Apêndice G	274

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o trabalho de tese desenvolvido com a contextualização do tema e, a definição da questão que norteia o seu desenvolvimento e dos objetivos gerais e específicos, além das justificativas e da delimitação do escopo do trabalho. O capítulo é finalizado com o modo que este trabalho está organizado.

1.1 Contextualização do tema e definição do problema de pesquisa

A evolução de uma sociedade primitiva para uma sociedade de produção agrícola e manufatura artesanal, passando pela industrial até chegar à chamada sociedade do conhecimento, trouxe consigo mudanças profundas na economia mundial. Os estímulos às capacidades de aprender e de inovar passaram a integrar medidas públicas e privadas que pudessem levar à obtenção de vantagem competitiva pela geração e pela absorção de inovações, bem como pela acumulação de capacidades tecnológicas. Isso fez com que fossem observadas mudanças substanciais nos métodos de produção, nas formas de gestão e no padrão de articulação e de concorrência entre os agentes econômicos.

Para Sabourin e Beckstead (1999), a adoção de tecnologias avançadas permite que as indústrias aumentem a capacidade de produção e a produtividade, além de ampliarem suas linhas de produtos e de serviços. Vale lembrar que as especificidades dos sistemas produtivos, do ambiente socioeconômico e cultural onde as empresas estão inseridas, além dos diferentes graus de informação e de capacidades, condicionam diferentes combinações entre fatores de produção, de tecnologias adequadas e de procedimentos gerenciais, os quais, em última análise, resultam no nível de desempenho e na competitividade revelada do sistema produtivo.

Batalha e Silva (2007) afirmam que a tecnologia desempenha um papel cada vez mais importante como fator explicativo das estruturas industriais e do

comportamento competitivo das firmas. Rama (1994) menciona a diminuição da importância de vantagens competitivas específicas de localização em relação às obtidas por meio de propriedade de ativos completa ou parcialmente intangíveis, como o ativo “capacidade tecnológica”.

Os sistemas agroindustriais também estão inseridos nesta realidade. Embora as atividades deste setor configurem menor dinamismo tecnológico intrínseco na geração de inovações, sendo categorizadas como “firmas dominadas por fornecedores” e “firmas intensivas em escala”¹, no caso de indústria de alimentos (PAVITT, 1984), diversos trabalhos como os de Possas *et al.* (1996), Cabral (2001), Alfranca (2003) e Domingues (2008) exploram a existência de especificidades intrassetoriais que apontam para a necessidade de análises detalhadas das dinâmicas técnico-concorrenciais destes setores e dos setores correlacionados a eles.

O primeiro passo para entender e, eventualmente, interferir no processo de inovação tecnológica consiste em avaliar o processo de geração, de difusão e de incorporação do progresso tecnológico (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2007). A compreensão da dinâmica e da mudança técnica de um determinado setor permite situar o estado da arte, bem como identificar as contribuições e os gargalos existentes, oferecendo subsídio às empresas, aos setores e aos governos para a busca de maior produtividade e competitividade.

A capacidade tecnológica (CT) pode ser vista como um elemento condicionante do comportamento de progresso técnico de uma determinada firma. Sua mensuração pode auxiliar as empresas a avaliarem seus pontos fortes e fracos em termos da capacidade de absorver, usar, adequar e gerar produtos e processos, ou seja, a compreenderem o comportamento e o potencial tecnológico da empresa, servindo como uma ferramenta de diagnose e de tomada de decisão. Índices específicos ao contexto da empresa são demandados por seus gestores para analisar o posicionamento de sua organização, para orientar a formulação de estratégias e para monitorar ações de melhoria implantadas. Índices de capacidade tecnológica também são instrumentos úteis para compreensão e para apoio dos processos de produção, para disseminação e para uso da tecnologia e da inovação

¹ Tradução do inglês: *supplier-dominated firms* e *scale-intensive firms*.

no âmbito intrassetorial. Tais índices também servem aos gestores públicos como indicativos do estado e da evolução do perfil setorial.

Índices são instrumentais profícuos para a avaliação, a quantificação e o monitoramento de um determinado fenômeno, constituindo um dos meios de comunicação e de construção de princípios e de diretrizes em seu processo de transformação (ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 1993; FREUDENBERG, 2003; SILVA, 2000).

A suposição de que as unidades produtivas ou de processamento industrial desenvolvem métodos de produção diferenciados entre si, empregando diferentes recursos tangíveis e intangíveis e conduzindo a desempenhos distintos, torna pertinente a seguinte questão de pesquisa:

Como mensurar a capacidade tecnológica das empresas dos complexos agroindustriais? Quais variáveis devem ser contempladas em um índice de mensuração de capacidade tecnológica que gere informações úteis para a gestão destes empreendimentos e para orientação de políticas públicas?

Pretende-se demonstrar que há um conjunto de elementos que condicionam ou refletem a capacidade tecnológica, a partir do qual se pode construir um índice que permita aferir a capacidade tecnológica de uma empresa, de forma a auxiliá-la no monitoramento do seu desempenho e na identificação de ações de melhoria. O estudo dos casos de aplicação do modelo de índice aqui proposto também permite construir referências de dinâmica tecnológica e de inovação das empresas do setor ou das regiões estudadas e pautar a formulação de estratégias e de políticas.

1.2 Objetivos

Este trabalho tem por objetivo desenvolver o modelo de um índice para mensuração da capacidade tecnológica direcionado a empresas do sistema agroindustrial, especificamente, propriedades agrícolas e indústrias de

processamento. Tal índice se configura como ferramenta analítica para diagnóstico e para monitoramento das unidades de produção, bem como para construção de referências da dinâmica tecnológica das empresas de um setor ou de uma região. O desenvolvimento do modelo tem como base propriedades agrícolas e unidades de processamento agroindustrial de quatro cadeias produtivas, duas de origem vegetal, farinhas e massas, e duas de origem animal, leite fluído e queijo.

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- Identificar os elementos e as variáveis para composição do índice;
- Estabelecer a arquitetura do índice e seu modelo de cálculo;
- Realizar validação do modelo proposto, testes e análise crítica dos índices;
- Sistematizar informações sobre a dinâmica tecnológica das cadeias produtivas agroindustriais que foram base para a formulação do modelo.

1.3 Delimitação do escopo de análise

A temática deste trabalho se relaciona com a dinâmica tecnológica e com os mecanismos de mensuração (índice) de capacidade tecnológica de unidades produtivas de cadeias de produção agroindustrial.

Um complexo agroindustrial consiste de um conjunto de diferentes processos de processamento, comercial e de suporte, que uma determinada matéria-prima de base (soja, leite, café, carne, etc.) pode sofrer até se transformar em produtos finais. A formação de um complexo agroindustrial exige a participação de um conjunto de cadeias de produção, cada uma delas associada a um produto ou a uma família de produtos (BATALHA; SILVA, 2007). Segundo Morvan (1988), cadeia (*filiière*) de produção “é uma sequência de operações que conduzem à produção de bens. Sua articulação é amplamente influenciada pela fronteira de possibilidades ditadas pela tecnologia e é definida pelas estratégias dos agentes que buscam a maximização dos seus lucros. As relações entre os agentes são de interdependência ou de complementaridade e são determinadas por forças hierárquicas”. As cadeias de produção abrangem diferentes elos (de indústrias e serviços de apoio; de produção agrícola, de transformação, de comércios

atacadistas e varejistas e de consumidores finais) e estão inseridos em um ambiente organizacional e institucional. O presente trabalho focou o desenvolvimento de índice de capacidade tecnológica para as empresas dos elos de produção de matéria-prima (propriedades rurais) e de industrialização (indústrias de processamento) (Figura 1).

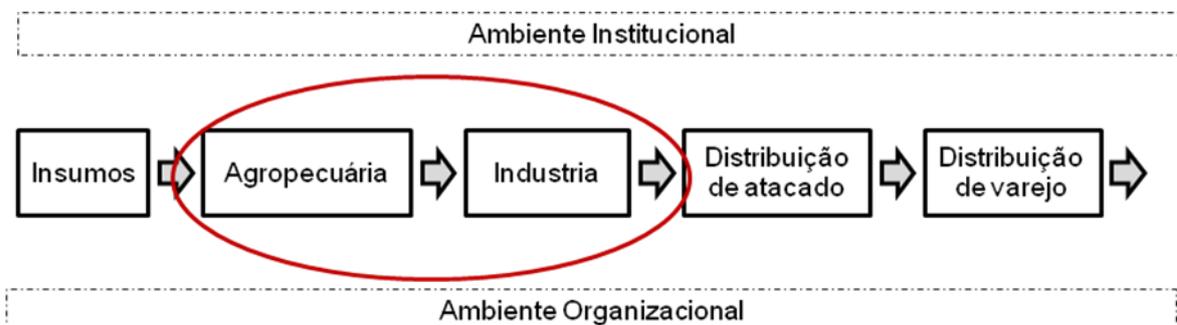


Figura 1 - Delimitação dos elos de análise

O estudo concentrou seus esforços na elaboração de índices direcionados para cadeias produtivas dos complexos agroindustriais de alimentos e de bebidas. A escolha das cadeias produtivas contemplou os seguintes critérios:

- (a) o perfil de origem da matéria-prima: cadeias de produção de produto-base de origem vegetal e de produto-base de origem animal;
- (b) importância econômica, número de produtos derivados, complexidade de processamento e, heterogeneidade e distribuição espacial do CAI: com base em listagem de trinta complexos agroindustriais, processou-se um julgamento dos critérios mencionados acima valorando de 1 a 3 cada quesito e posterior somatória das pontuações²;
- (c) interesses profissionais em decorrência da ligação institucional com vínculo empregatício da doutoranda a Embrapa Trigo, cujo mandato de atuação é a geração de soluções tecnológicas para a cultura do trigo.
- (d) nível de complexidade e de processamento nos complexos selecionados: uma cadeia produtiva de primeiro processamento e uma cadeia produtiva de segundo processamento.

Elegeram-se os complexos agroindustriais de trigo (origem vegetal) e de leite (origem animal). No CAI Trigo, a construção do índice focou as empresas do

² Dentre os complexos de produto-base vegetal os CAI do Milho e do Trigo obtiveram os maiores escores e, dentre os CAI de produto-base animal, o CAI Leite obteve o maior escore seguido do CAI Carne suína.

elo de produção primária e indústrias de moagem (primeiro processamento) e pastifícios (segundo processamento). No CAI Leite, além das propriedades rurais de produção leiteira, as indústrias de leite fluído (primeiro processamento) e queijo (segundo processamento) foram contempladas no desenvolvimento do índice.

1.4 Justificativa e relevância do trabalho

Estudos sobre padrões tecnológicos e mudança técnica nos sistemas produtivos são importantes para a compreensão da evolução da dinâmica setorial, para o monitoramento e o direcionamento de atividades estratégicas, de Ciência, de Tecnologia e Inovação (CT&I) e de ações de transferência de tecnologia, para a identificação das forças motoras do progresso técnico e para prover indicadores e parâmetros de análise de conduta e de posicionamento competitivo das empresas.

Um sistema de produção processa e/ou transforma recursos e energia, segundo um conjunto de conhecimentos, ferramentas, técnicas e sistemas, ou seja, uma determinada tecnologia, com o objetivo de ofertar bens e serviços. O empresário procura combinar e quantificar os fatores produtivos de modo a alcançar a eficiência e garantir competitividade. Uma capacidade tecnológica avançada, definida como um conjunto de esforços, de habilidades (físico-operativas, organizacionais e relacionais e de aprendizagem) e de informações necessárias para absorção, uso, adaptação, desenvolvimento e transferência de tecnologias, e a constante incorporação de inovações são condições para o desempenho técnico eficiente deste sistema de produção.

Índices de capacidades tecnológicas são ferramentas úteis na busca da compreensão e do monitoramento do comportamento tecnológico das empresas. A construção de índices constitui recurso cada vez mais utilizado para monitoramento ou para comparação de determinados fenômenos ou aspectos da realidade de uma ou demais situações. Para Vaitsman (2003), os índices permitem expressar de maneira sintética e objetiva uma situação observada de forma empírica com os quais não se pretende substituir investigações mais detalhadas dos dados.

Viotti (2003) considera a importância de construção de índices agregados sob três pontos de vista:

- Aspectos científico-tecnológicos - os índices possibilitam a compreensão sistêmica dos fenômenos de desenvolvimento técnico-econômico, sua natureza e seus condicionantes;
- Aspectos institucionais - a construção de índices auxilia na formulação, no acompanhamento e na avaliação de políticas e de ações;
- Aspectos estratégico-gerenciais - os índices permitem a orientação das ações de médio e longo prazo de empresas, assim como de instituições governamentais de pesquisa referentes a estratégias tecnológicas e a planos diretores.

Segundo Archibugi e Coco (2005), analistas políticos e pesquisadores acadêmicos necessitam de novas e melhores medidas de desempenho de capacidade tecnológica para entender transformações econômicas e sociais. Para os autores, uma quantificação satisfatória dos níveis de capacidade tecnológica é requerida para entender porque alguns inovam e têm melhor desempenho que outros. Neste sentido, indicadores ajudam a destacar as diferenças e permitem identificar pontos fortes e fracos das organizações.

As estatísticas e os indicadores da inovação surgidos na década de 90 procuraram compreender os efeitos dos fenômenos de inovação no desempenho econômico com enfoque nos mecanismos de produção, de captação, de distribuição, de absorção e de aplicação do conhecimento por meio de indicadores multifacetados (GODINHO, 2007). No entanto, Figueiredo (2005) sinaliza que a maioria destes indicadores voltados à acumulação de capacidades tecnológicas não possuem foco gerencial, bem como desconsideram as diferenças de níveis de capacidade e estruturação de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), de aspecto organizacional e de atividades de imitação, cópia, adaptação e experimentação na formulação de sistemas de indicadores.

A despeito da função crucial das capacidades tecnológicas para melhoria da competitividade e do aumento do grau de inovatividade de uma empresa, sua natureza de caráter difuso e tácito impõe dificuldades na identificação dos componentes que fazem parte do conceito e na mensuração destes componentes. Segundo Jonker, Romijn e Szirmai (2006), as tentativas de operacionalizar os conceitos e as relações entre esforços tecnológicos, capacidade tecnológica e desempenho econômico em nível das empresas de forma empírica

consideram apenas parte do espectro, apresentam problemas de escolha de *proxies* de mensuração e expõem a complexidade de distinguir os conceitos de esforços, de capacidades e de desempenho.

Segundo Castro (2002), nas décadas de 1970 e de 1980, os estudos de acumulação tecnológica tiveram, como centro de suas atenções, a perspectiva técnica-operacional do processo de produção pautando as análises de tecnologias direcionadas a fabricação propriamente dita e a evolução no decorrer do tempo. Já nos anos 1990, os trabalhos sobre acumulação de capacidades tecnológicas adotaram uma perspectiva mais ampla e exploraram os aspectos voltados às dimensões organizacionais e gerenciais das empresas, aos processos de aprendizagem e a relação e os impactos das capacidades sobre desempenho competitivo das empresas.

Observam-se, na literatura, trabalhos que se dedicam a proposição de estruturas analíticas de capacidade tecnológica, como os estudos de Katz (1987), Adler e Shenbar (1990), Lall (1992), Panda e Ramanathan (1996), Biggs *et al.* (1995), Neves (2000), Miyaji e Soares (2002), Guan e Ma (2003), Yam *et al.* (2004), Jonker, Romijn e Szirmai (2006), Lu, Chen e Wang (2007) e Yam, Tang e Lau (2010). A maioria dos trabalhos apresentam estruturas analíticas gerais com o uso de indicadores isolados para realização das análises comparativas descritivas, seja sob forma de auditoria ou de análise de casos, com base no modelo estabelecido. Alguns trabalhos, como os de Neves (2000), Guan e Ma (2003), Yam *et al.* (2004), Lu, Chen e Wang (2007) e Yam, Tang e Lau (2010), avançam no intuito de compor índices agregados de mensuração da capacidade tecnológica, por meio de somatório ou de médias de escores ou índices ponderados com uso de método *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Os trabalhos de Neves (2000) e Miyaji e Soares (2002) têm o setor agroindustrial como foco de análise, no entanto, em ambos, o estudo da capacidade tecnológica é realizado por análise isolada de indicadores (agregação parcial ou estatística descritiva do grupo de empresas analisadas) e uso de análise subjetiva. Já o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (2005) propôs a análise de gargalos tecnológicos da agroindústria paranaense com base em indicadores agregados de capacidade tecnológica.

O modelo utilizado por Neves (2000) pautou-se em um conjunto de variáveis indicadoras (nível de instrução, perfil de planejamento, controle de qualidade e melhoria de processo produtivo, desenvolvimento de produto, interação

com o ambiente externo e infraestrutura de produção) e no somatório de escores isoladamente para cada variável com base na avaliação, usando uma escala (1 a 5) pelos entrevistados. Miyaji e Soares (2002) analisaram a capacidade tecnológica de um grupo de laticínios por meio de estatísticas descritivas de variáveis, como grau de escolaridade, treinamentos, fonte de informação e intensidade de acesso, tecnologia empregada, nível de investimento e grau de inovação. Já o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (2005) buscou sintetizar o esforço e o desempenho das empresas em termos de dimensões do desenvolvimento tecnológico e do grau de articulação entre os agentes da cadeia produtiva para avaliar a capacidade tecnológica dos segmentos de laticínios, moinhos, massas e biscoitos, fécula de mandioca, couro, olerícolas minimamente processadas, polpas e sucos de frutas. Para tanto, compôs seis indicadores compostos ponderados, segundo estrutura de pesos sugerida por especialista, a saber: de esforço de inovação em processo, de esforço em qualidade, de desempenho em eficiência de processo, de desempenho em qualidade, de desempenho em inovação de produto e de articulação local da cadeia produtiva. Este trabalho, desenvolvido com apoio de profissionais integrantes do Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais (GEPAI) do Departamento de Engenharia de Produção da UFSCar, foi o ponto de partida para a elaboração do modelo aqui proposto.

A presente proposta diferencia-se ao elaborar um modelo de medida agregada que contempla as diferentes dimensões que definem o estado de capacidade tecnológica de uma empresa, medidas pautadas nos níveis estratégicos, táticos e operacionais que constituem a empresa e medidas específicas para o processo produtivo em análise.

A indústria de alimentos, setor foco do desenvolvimento do índice, é um dos principais setores da economia brasileira e de importância fundamental dentro do processo de desenvolvimento do país. Como argumentam Oliveira e Oliveira (2003), do ponto de vista econômico, este setor se distingue dos demais em função do elevado número de empresas formalmente estabelecidas, da capacidade de produção instalada e do potencial de geração de saldos comerciais com exportações e de geração de novos empregos.

Na década de 2001-2010, o agronegócio brasileiro foi responsável por 25,0% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil³ (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA, 2011), empregando, aproximadamente, 38,0% da mão-de-obra (PORTAL GLOBAL 21, 2008). Em 2010, o PIB do setor atingiu R\$ 821,1 bilhões, o que representou 22,3% do PIB do país (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA, 2011).

Segundo dados do Censo Agropecuário 2006, o segmento agropecuário empregou 16,6 milhões de pessoas representando 18,9% da população com dez anos ou mais de idade economicamente ativa no país (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2009). Por sua vez, os segmentos de fabricação de produtos alimentícios representaram aproximadamente 14,0% do número de empresas do país, 18,3% do número médio de pessoal ocupado por ano, 16,3% do valor bruto de produção (VBP) e 12,8% do valor da transformação industrial (VTI) no período de 2007 a 2009⁴. Em 2010, o setor foi responsável pela geração de 1.505,4 mil empregos e por um faturamento líquido anual superior a R\$ 330,0 bilhões (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO, 2011).

Nos últimos anos, tem crescido o interesse no tema inovação em atividades agrícolas e agroindustriais (RAMA, 1996; CHRISTENSEN; RAMA; VON TUNZELMANN, 1996; MACHADO, 1998; CABRAL, 2001; VALLE, 2002; SANTINI; SCHIAVI; SOUZA FILHO, 2005; SANTINI, 2006; DOMINGUES, 2008). As pesquisas desenvolvidas têm caráter predominantemente descritivo do fenômeno com uso de estatísticas descritivas ou focam em estudos de caso sobre a dinâmica da mudança técnica específica de um determinado setor ou da cadeia produtiva. Embora haja pesquisas sobre o tema inovação, observa-se na literatura uma esassez de trabalhos direcionados para construção de mecanismos de mensuração da capacidade tecnológica específicos para o setor agroindustrial por meio da construção de um indicador síntese.

Neste sentido, o presente trabalho, ao ater-se a proposição de um modelo de índice de capacidade tecnológica e ao desenvolvimento de processos e

³ Média calculada a partir de dados de participação do PIB do agronegócio, divulgados pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (2011).

⁴ Valores calculados pelo autor a partir dos dados observados na Pesquisa Industrial Anual (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011).

procedimentos para sua aplicação, encontra relevância tanto no aspecto teórico-instrumental quanto no aspecto empírico. No que tange à questão teórico-instrumental, busca-se avançar na identificação dos elementos componentes da capacidade tecnológica vinculada à especificidade do segmento em análise. Sob ponto de vista prático, o estudo busca contribuir de forma aplicada com as empresas, uma vez que o instrumental e as informações resultantes poderão ser utilizados para fundamentar as ações de melhoria da empresa e para a análise do comportamento do setor/segmento. Neste sentido, espera-se que os resultados deste trabalho possam contribuir para a ampliação de informações da dinâmica tecnológica e para a gestão proativa das unidades e do setor agroindustrial, em especial, vinculados ao complexo de trigo e de leite, focos da aplicação do modelo.

1.5 Estrutura do trabalho

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. No primeiro capítulo, é apresentada a questão e a delimitação temática, sua relevância, os objetivos e, por fim, a estrutura do trabalho.

No capítulo dois, apresenta-se a caracterização do setor agroindustrial e dos complexos de trigo e de leite, escopos da construção dos índices propostos, e desenvolvem-se temas relacionados à mudança técnica, à inovação e às dinâmicas tecnológicas dos sistemas agropecuários e agroindustrial.

Posteriormente, no capítulo três, realiza-se a revisão sobre temas relacionados à capacidade tecnológica (tecnologia, mudança técnica, abordagem da firma baseada em recursos, capacidades e capacidade tecnológica) e às formas de mensuração (definição do conceito de índice, finalidades, processo de construção e tipos, evolução de indicadores e índices de mensuração de CT&I e de capacidades tecnológicas). Tal capítulo busca fundamentar o modelo do índice proposto pela definição do conceito e dos elementos que serão considerados na arquitetura proposta.

A caracterização da pesquisa desenvolvida, os procedimentos metodológicos empregados na condução do trabalho, bem como a descrição da

arquitetura e a operacionalização do modelo de índice proposto são apresentados no quarto capítulo.

O quinto capítulo descreve os resultados da aplicação do modelo proposto, contemplando informações gerais sobre as propriedades rurais e empresas entrevistadas, descrição dos resultados obtidos nas aplicações realizadas e a análise da dinâmica tecnológica dos segmentos a partir das informações coletadas nas entrevistas. Por fim, são apresentadas as considerações finais, seguidas pelas referências.

2. COMPLEXOS AGROINDUSTRIAIS E DINÂMICA TECNOLÓGICA

Neste capítulo, apresenta-se a caracterização do setor agroindustrial e dos complexos de trigo e de leite, complexos que contemplam as cadeias e segmentos para os quais foram construídos os índices propostos neste trabalho. Na sequência, desenvolvem-se temas relacionados à dinâmica tecnológica dos segmentos agropecuário e agroindustrial de alimentos.

2.1 Caracterização do setor agroindustrial

O agronegócio brasileiro foi responsável, na média⁵, por 25,0% do PIB do Brasil nos anos de 2001 a 2010. Em 2010, o PIB do setor atingiu R\$ 821,1 bilhões, o que representou 22,3% do PIB do país. O agronegócio agrícola foi responsável por 70,4%⁴ do valor gerado, e o agronegócio pecuário, por 29,6%⁴ do total do agronegócio (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA, 2011). No subsetor agrícola, no período de 2007-2009, as culturas de maior importância econômica foram às culturas de soja, cana, milho e café, representando 25,1%, 15,7%, 12,6% e 6,7%, respectivamente, do valor médio de produção⁶ no período, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011). Na balança comercial, em 2010, o agronegócio apresentou valor de exportação de U\$76,4 bilhões, maior valor da série histórica, representando participação de 37,9% das exportações totais brasileiras com superavit de US\$ 63,0 bilhões (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA ABASTECIMENTO, 2011).

⁵ Média e percentuais calculados a partir de dados divulgados pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (2011).

⁶ Médias calculadas a partir dos dados de valor de produção (mil reais) obtidos no banco de dados SIDRA do IBGE, 2011.

Este saldo foi três vezes maior que os U\$20,0 bilhões observados no saldo do comércio global do Brasil no mesmo período.

Em 2009, a indústria da alimentação reuniu 38,1 mil empresas, das quais 81,1% eram microempresas e 1,4%, empresas de grande porte (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO, 2011). Observa-se uma redução do número de empresas deste setor de 41,0 mil em 2000 para 38,1 mil em 2010, e do percentual de microempresas de 87,5% em 2000 para 81,1% em 2010. A participação deste setor na economia é expressiva. Em 2010, o setor foi responsável pela geração de 1.505,4 mil empregos, representando 19,0% dos empregos da indústria de transformação. Neste mesmo período, o setor apresentou um faturamento líquido anual superior a R\$ 330,0 bilhões e respondeu por aproximadamente 10,0% do PIB e por 18,7% do total de exportações do país (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO, 2011). A Tabela 1 apresenta os principais indicadores econômicos da Indústria de Alimentos e de Bebidas para os anos de 2000, 2005 e 2010, ratificando a importância do setor e, em especial, o aumento de sua participação nas exportações do país.

Tabela 1 - Principais indicadores econômicos da Indústria de Alimentos e Bebidas

Indicador	2000	2005	2010
Faturamento (líquido de impostos indiretos) – R\$ bi	104,9	195,7	330,9
Participação no PIB - %	8,9	9,1	9,0
Participação no PIB da indústria de transformação - %	19,3	17,0	18,2
Produção física – variação anual %	2,5	3,6	5,0
Ocupação média da capacidade instalada - %	73,3	72,6	71,2
Exportação de alimentos industrializados – R\$ bi	14,0	48,9	66,7
(% em relação ao total de exportações)	(13,9%)	(16,9%)	(18,7%)
Importação de alimentos industrializados – R\$ bi	3,0	3,7	7,2
(% em relação ao total de importações)	(2,9%)	(2,0%)	(2,3%)
Número de empregados – em milhares	872,0	1.206,2	1.505,4
Participação no emprego da indústria de transformação - %	18,4	19,7	19,0
Número de estabelecimentos (mil)	41,0	42,2	38,1 ⁽²⁰⁰⁹⁾
Micro (%)	87,5	85,3	81,1
Pequena (%)	8,9	10,7	13,5
Média (%)	3,0	3,2	4,0
Grande (%)	0,6	0,9	1,4

Fonte: Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (2011)

Os segmentos de “Derivados de carne” e de “Café, chá e cereais” foram os segmentos de maior percentual no faturamento da indústria de alimentos

em 2009, perfazendo 20,07% e 11,29%, respectivamente, do total do faturamento do setor. Os segmentos “Laticínios” e “Derivados de trigo” ocuparam a quarta (9,9%) e a sexta (6,5%) colocações no *ranking* dos setores da indústria em termos do faturamento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO, 2010). A seguir, apresentam-se algumas informações específicas sobre estes dois segmentos.

2.1.1 Complexo agroindustrial do trigo

O trigo representa aproximadamente 30% da produção mundial de grãos. O cereal é empregado na alimentação humana (farinha, macarrão, biscoitos, bolos, pães etc.), na elaboração de produtos não alimentícios (misturas adesivas ou de laminação para papéis ou madeira, colas, misturas para impressão, agentes surfactantes, embalagens solúveis ou comestíveis, álcool, antibióticos, vitaminas, fármacos, cosméticos etc.), bem como na alimentação animal, na forma de forragem e de grão ou na composição de ração.

O Complexo Agroindustrial (CAI) do Trigo compreende os elos de indústrias e de serviços de apoio, de produção agrícola, de indústrias de primeira transformação (farinha, misturas e farelo), de indústrias de segunda transformação (massas, biscoitos, pães, derivados não alimentícios, etc.), de indústrias de terceira transformação (indústrias de produção de pizza, de pratos prontos para o consumo ou conveniência, etc.), de comércios atacadistas e varejistas e de consumidores finais. O complexo está inserido em um ambiente organizacional e institucional que o complementa. Esquemáticamente, pode-se representar o CAI do Trigo, conforme a Figura 2.

Segundo dados do Censo Agropecuário (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2009), o conjunto de produtores de trigo no Brasil estava formado por 34,0 mil propriedades, 52,1% destes estabelecimentos possuíam área total entre 10 a 50 hectares e 60,3% cultivavam áreas com trigo menores de 20,0 hectares. A grande maioria destes estabelecimentos (86,2%) era de propriedade do produtor e integrava o grupo de atividade econômica “lavoura temporária”. Ainda segundo os dados do Censo, 69,2% dos estabelecimentos com registro de cultivo do cereal eram propriedades de base familiar e responderam por

21,2% da quantidade total produzida de trigo. No período de 2004 a 2010, a produção brasileira de trigo grão representou 2,0% do Valor Bruto da Produção Agrícola (VBP) ⁷ e se concentrou na região Sul do Brasil, principalmente, nos estados do Paraná e do Rio Grande do Sul. Na década de 60, o estado do Rio Grande do Sul produzia cerca de 90% do trigo nacional. Tal cenário foi modificado pela expansão da triticultura que ocorreu nos anos seguintes, principalmente para os estados de Santa Catarina e Paraná. Em 2010, foram semeados 2.149.800 hectares com produção de 5,9 milhões de toneladas (CONAB, 2011), sendo que o Paraná, o Rio Grande do Sul e Santa Catarina responderam, respectivamente, por 53,0%, 37,0% e 4,0% da área colhida.

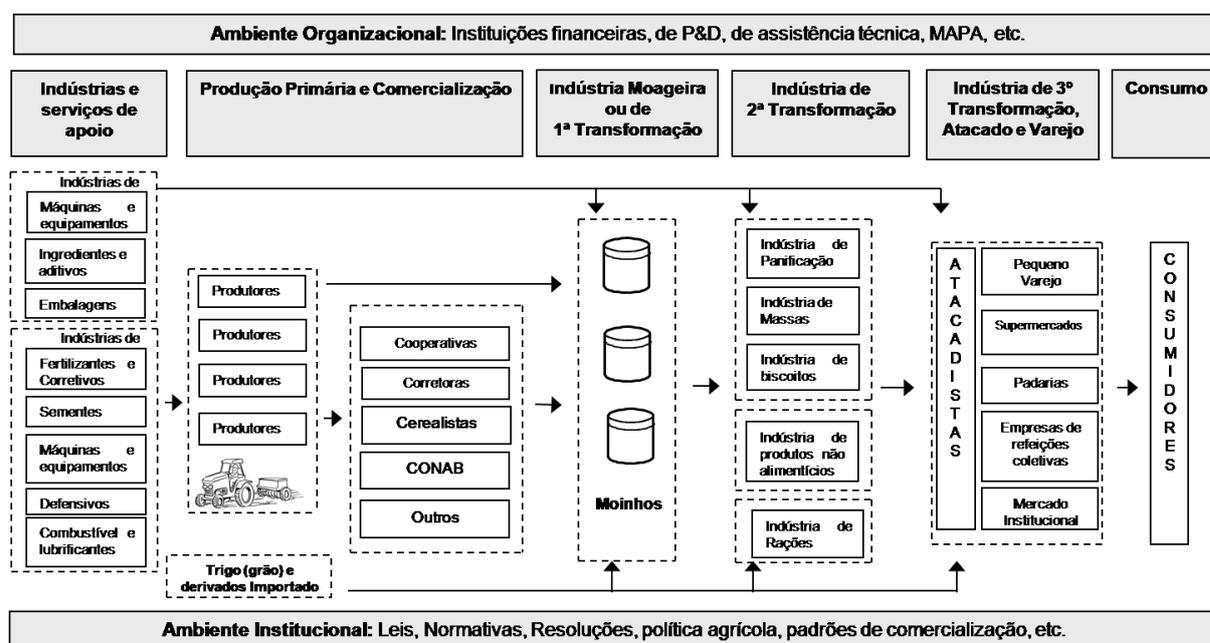


Figura 2 - Elos do complexo agroindustrial do trigo

Fonte: Elaboração própria

O rendimento médio do trigo brasileiro aumentou de 1.330 kg/ha na década de 80 para 2.736 kg/ha em 2010. O avanço tecnológico, proporcionado pelo melhoramento genético, aliado ao desenvolvimento e a adoção de princípios da agricultura conservacionista e de manejo da cultura, foi determinante para o incremento da competitividade do setor e para a qualificação da produção primária do trigo no Brasil.

⁷ Informação calculada a partir de dados do INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2011).

No entanto, a produção nacional não supre a demanda interna estimada em 10,5 milhões de toneladas de trigo. Nos últimos três anos, a oferta interna foi responsável por 53,2% do suprimento com média de importação anual de 5,9 milhões de toneladas e dispêndio de US\$ 1,77 bilhão FOB.

Segundo os dados da Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (2010), em 2009, o setor de derivados de trigo ocupou a sexta colocação no *ranking* dos setores da Indústria de Alimentos. Estima-se que este segmento gere em torno de 1,1 milhões de empregos, sendo o segmento de panificação e de confeitaria responsável por metade deste contingente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO TRIGO, 2003). A partir do final dos anos 90, observa-se (a) intensificação de fusões e aquisições no setor, como exemplo, a aquisição do grupo argentino Socma/Adria Alimentos pelo grupo Dias Branco em 2003 e das marcas Pullman (2001), Plus Vita (2001), Pão Gostoso (2007) e Nutrella (2008) pela empresa Bimbo; (b) a expansão das indústrias de moagem em segmentos de transformação, com a implantação de estratégias de integração vertical, buscando mercados de maior valor agregado (pré-misturas, massas e biscoitos, por exemplo); (c) aumento expressivo de portfólio de produtos; (d) reposicionamento de linhas de produto; e (e) acordos de estratégia de comercialização, com segmentação de mercado, por parte de algumas empresas.

Dentre os diferentes segmentos que compõem o complexo, destacam-se os segmentos moageiro e de massas, para os quais serão desenvolvidos os índices de capacidade tecnológica.

O segmento moageiro brasileiro possui aproximadamente 200 moinhos, a maioria de pequeno porte, com uma capacidade de moagem instalada de 15,4 milhões de toneladas. De maneira geral, as unidades moageiras localizam-se nos centros produtivos ou em locais próximos às regiões portuárias em função do maior custo médio por tonelada de produto processado em relação ao trigo grão. Neste sentido, as regiões Sudeste e Sul concentram a capacidade instalada de moagem no Brasil, respondendo por 42,7% e 31,7 %, respectivamente. Segundo Garcia e Neves (2001), o setor de moagem brasileiro é caracterizado pela ociosidade, em torno de 47,0% da capacidade instalada, e pela concentração, pois 23,0% dos moinhos respondem por mais de 48,0% da capacidade de moagem. Os autores identificaram na região Sul uma dispersão no tamanho da planta industrial,

predominando pequenas unidades, enquanto na região Sudeste, observaram o predomínio de grandes moinhos.

As principais empresas moageiras são: Bunge, J. Macedo, Predileto (Pena Branca), Anaconda, Pacífico e Dias Branco. A Bunge e a J. Macedo firmaram acordo em 2003, estabelecendo a troca de ativos: a Bunge assumiu as linhas de farinhas industriais (marcas Soberana, Jangada e Tropical) e de pré-mistura para panificação e confeitaria (Bentamix) da J. Macedo, que passou a controlar as linhas de massas (marcas Petybon, Boa Sorte, Familiar, Madremassa, Favorita e Paraíba), as farinhas domésticas (marcas Sol, Boa Sorte, Lili e Veneranda), as misturas para bolo (marcas Sol e Boa Sorte) e as misturas de sobremesa (marca Sol) de sua parceira. Em 2005, as duas empresas unificaram as vendas de seus produtos no segmento.

O segmento de massas alimentícias é composto por aproximadamente 600 indústrias, a maioria de pequeno porte e voltadas para o mercado interno. A região Sudeste concentra 50% das indústrias de massas alimentícias. As principais empresas do setor são: Grupo Dias Branco, Grupo J. Macedo, Pastifício Selmi, Santa Amália, Pavioli, Pacífico, Emege, Germani e Nissin Ajinomoto. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias (2008), a capacidade instalada do setor é de 1,4 milhão de toneladas, e o mesmo gera mais de 20 mil empregos diretos. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de macarrão, após a Itália e os EUA, com produção, em 2010, de 1,23 milhão de toneladas sendo 81,7% deste total de massa seca, 14,7% de massa instantânea e somente 3,7% de massa fresca (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MASSAS ALIMENTÍCIAS, 2011). O consumo brasileiro de massas alimentícias tem se mantido em torno de 6,4 kg/habitante (ABIMA, 2011) e a taxa de crescimento anual de vendas de massas alimentícias foi de 0,16% aa no período de 2006 a 2010.

2.1.2 Complexo agroindustrial do leite

O Complexo agroindustrial (CAI) do Leite destaca-se entre os demais Complexos no Brasil. A variedade de produtos, a importância destes produtos na dieta nacional e a participação na atividade econômica atestam a importância do setor de lácteos para o país. A observação do posicionamento internacional do Brasil no cenário produtivo do setor lácteo, segundo dados de Costa, Macêdo e

Honczar (2008), confirma esta importância. Segundo os autores, o país possui o terceiro maior rebanho de gado leiteiro do mundo e a sexta maior produção mundial de leite, é o terceiro maior produtor de queijo, ocupa a quarta e a oitava posições na produção de leite em pó integral e desnatado, respectivamente, e é o nono produtor mundial de manteiga. Com um faturamento de R\$ 29,0 bilhões, segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (2010), a indústria láctea ocupou a quarta posição no *ranking* de faturamento dos principais setores alimentícios do país em 2009.

Segundo dados do Censo Agropecuário (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2009), o número de estabelecimentos agropecuários com atividade de produção de leite em 2006 foi de aproximadamente 1,3 milhão de propriedades, ou seja, 26,1% do total de propriedades rurais brasileiras produziam leite. Segundo Zooccal e Gomes (2005), existem sistemas com diferentes graus de especialização, desde propriedades de subsistência, utilizando técnicas rudimentares e produção diária menor que dez litros, até produtores comparáveis aos mais competitivos do mundo, usando tecnologias avançadas e com produção diária superior a 50 mil litros.

Os Estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná e Goiás são os maiores produtores de leite do país. No período de 2007 a 2009⁸, estes estados foram responsáveis por 27,6%, 11,7%, 10,7% e 10,3% do total de leite produzido no país, respectivamente. Entre os anos de 2000 e 2009, a produção brasileira de leite aumentou 47,2%, passando de 19,7 bilhões de litros em 2000 para 29,10 bilhões em 2009. Embora o aumento da quantidade total produzida tenha sido expressivo, a produção por animal ainda é baixa se comparada com a produção média mundial. Segundo dados da FAO (2011), em 2009, a média da produção brasileira foi de 1.276,8 kg/vaca/ano, enquanto a média mundial foi de 2.091,0 kg/vaca/ano. Minas Gerais é o maior Estado produtor de leite. A produção observada no Estado foi de 1.502 l/vaca/ano em 2009 (PRINCIPAIS INDICADORES LEITES E DERIVADOS, 2010).

A estrutura industrial brasileira pode ser chamada de atomizada, pois sua produção se encontra pulverizada com a participação de pequenos, médios e grandes produtores. O Brasil possui aproximadamente 1.973 laticínios, deste total,

55% têm capacidade de processamento diário menor que 10 mil litros e apenas 5,3% dos laticínios têm capacidade superior a 100 mil litros (Neves *et al.*, 2006). Com relação à distribuição geográfica, 28,8% localizam-se em Minas Gerais e 20,2%, no Estado de São Paulo. Do total de produtos lácteos industrializados pelas empresas do setor, o leite UHT (*Ultra High Temperature*) representa 57% da quantidade de leite produzido, seguido pelos queijos, com 14,2% do *mix* de produtos (Neves *et al.*, 2006). Segundo Martins (2005), somente 52% dos lácteos processados chegam às gôndolas do varejo e os 48% restantes são utilizados como insumos pelas indústrias de alimentos, de fármacos e de cosméticos, dentre outras.

A Figura 3 apresenta um esquema do complexo agroindustrial do leite no Brasil.

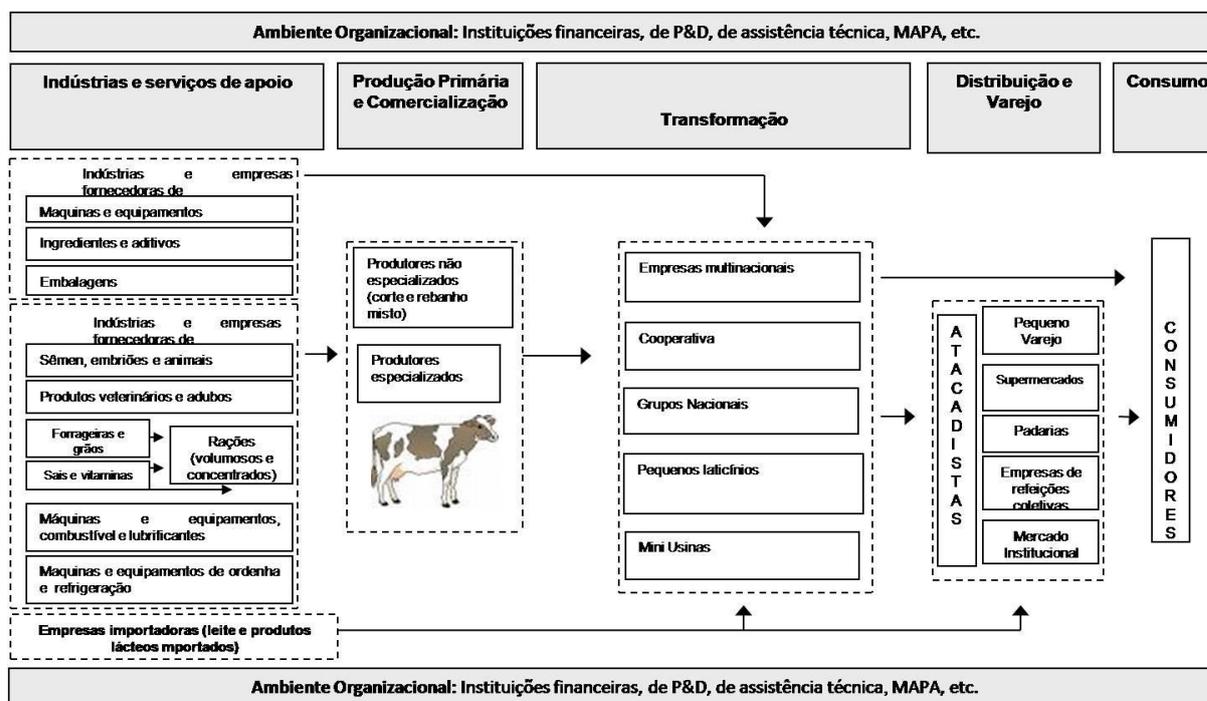


Figura 3 - Elos do complexo agroindustrial do leite

Fonte: Adaptada de Jank e Galan, 1999.

A estrutura do mercado brasileiro do leite é bastante complexa, em virtude do elevado número de agentes econômicos que atuam no sistema e da multiplicidade de canais de comercialização. A partir da década de 90, o setor passou por grandes transformações com a liberação dos preços e a abertura

⁸ Médias calculadas pelos autores com base no período de 2007 a 2009, a partir dos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011).

comercial. Zoccal e Gomes (2005) destacam a reestruturação geográfica da produção, a redução do número de produtores, a ampliação da coleta a granel de leite refrigerado e a liberalização e diferenciação de preços da matéria-prima, como as principais alterações observadas no segmento pecuário após a década de 90. Já nos segmentos industriais e de comercialização, segundo os autores, ocorreram aquisições e alianças estratégicas, ampliação do poder dos supermercados e dos laticínios multinacionais, guerra de ofertas nas gôndolas varejistas, entrada de produtos importados e mudanças de hábitos, costumes, valores, preferências e poder de compra do consumidor. Fernandes (2006) e Barros, Lima e Fernandes (2010) sinalizam mudanças estruturais, em termos de concentração, neste setor após 1997, com expansão da participação de mercado de empresas menores. Segundo os autores, tal expansão ocorreu em razão da redução da participação de mercado do grupo das empresas líderes, em especial, pela diminuição da parcela de mercado da Parmalat e Nestlé. Adicionalmente, observa-se que, a partir do final dos anos 2000, houve uma expansão de grandes companhias nacionais do ramo de carnes de aves e bovinos, introduzindo oferta de produtos lácteos no seu *mix* de produtos ofertados, bem como vários fundos de investimento de capital nacional e internacional passaram a investir no segmento lácteo, comprando marcas e indústrias, principalmente do segmento “longa vida”.

Neste complexo, foram desenvolvidos índices de capacidade tecnológica para o elo de produção de matéria-prima, indústrias de leite fluído e queijarias.

2.2 Dinâmica tecnológica dos complexos agroindustriais

Cada setor apresenta especificidades no processo de desenvolvimento e de evolução tecnológicos. As especificidades e peculiaridades do processo produtivo e do perfil do produto final condicionam a intensidade e dinamismo tecnológico. Nos itens a seguir, apresentam-se especificidades das mudanças técnicas dos complexos agroindustriais e, principalmente, expõe estudos que têm sido conduzidos, tendo como foco estes setores e este tema.

2.2.1 Dinâmica tecnológica do segmento agropecuário

Indiscutivelmente, as mudanças tecnológicas na agricultura têm sido marcantes e exercido papel expressivo nas conquistas de produtividade e na expansão de cultivos para áreas com restrições edafoclimáticas para cultivo e criação, assim como na consolidação do segmento como importante setor da economia. Novas cultivares têm propiciado crescentes aumentos de produtividade, redução de custo, expansão de área de produção, redução de manejos prejudiciais ao ambiente, introdução ou melhoria de aspectos qualitativos no produto e redução de perdas pós-colheita. No Brasil, por exemplo, novas cultivares de soja auxiliaram no aumento da produtividade da oleaginosa de 1.400 kg/ha na década de 70 para 2.500 kg/ha no início dos anos 2000, além de contribuírem para a expansão da cultura para as regiões de Cerrado (cultivares com período juvenil longo).

Segundo Cohen e Levin (1989), algumas inovações agrícolas são imperfeitamente apropriáveis, ou seja, a inovação ou o conhecimento existente na inovação podem ser transmitidos, imitados ou reproduzidos por competidores com dificuldade mínima ou a baixo custo e com pequeno ou nenhuma obrigação para compensar os inovadores. Possas *et al.* (1994) destacam que as condições específicas da agricultura e outras atividades em que o grau de apropriabilidade é reduzido acabam moldando o processo de inovação e, em certa medida, limitando os ganhos inerentes a tamanho e a diversificação de atividades.

De fato, situações de baixo potencial de apropriabilidade conduzem a um menor interesse em investimentos por parte de agentes econômicos e implicam na necessidade de estabelecimento de mecanismos, jurídicos ou não, que garantam a proteção dos direitos de propriedade. Especificamente, no caso da agricultura, no qual as bases científico-tecnológicas da atividade têm alta dependência das condições naturais e há o predomínio de inovações de processo e facilidade de transmissão ou imitação, o emprego de múltiplos e simultâneos mecanismos que garantam a apropriabilidade das inovações se faz necessário.

Outro aspecto que condiciona a dinâmica tecnológica deste segmento se refere à interdependência entre elementos do sistema e as implicações na demanda por outras inovações quando há alteração em um dos elementos do sistema. Para Romeiro (1998), o processo produtivo agrícola fundamenta-se em um complexo ecológico que interrelaciona solo/planta/clima e evolui em função das intervenções a que é submetido. O autor argumenta que uma mudança em um

ponto qualquer do sistema pode provocar “desequilíbrios” tecnológicos que tendem a provocar reações em cadeia e sinalizam sequências particulares de inovações a serem introduzidas ou de modificações no sistema.

Neste sentido, as inúmeras possibilidades advindas com a engenharia genética (biotecnologia) no desenvolvimento de novas matérias-primas para o setor agroindustrial têm implicado em ajustes da cultura e da rotina organizacional, tais como o estabelecimento de novas estruturas de relacionamento institucional e mercadológico, a tradução de termos científicos para termos jurídicos, ou ainda a reformulação de conceitos de moral e ética. Segundo Silveira e Borges (2004), a capacidade de produzir plantas geneticamente modificadas, com novos atributos e independentemente da compatibilidade sexual entre espécies, representa o maior impacto da biotecnologia moderna na agricultura e tem exigido esforço de repensar as instituições, as relações entre elas e os marcos regulatórios do setor.

Diversos modelos de descrição e de interpretação do processo de mudança técnica da agricultura, em especial dos condicionantes de desenvolvimento agrícola, podem ser observados na literatura. Dentre eles, as duas principais perspectivas teóricas que abordam o padrão inovativo da agricultura são: abordagem neoclássica e análises neoschumpeterianas.

A abordagem neoclássica pode ser contextualizada pelo “modelo de insumos modernos”, publicado por Schultz em 1965 (SCHULTZ, 1965), e pelo modelo de inovações induzidas, publicado por Hayami e Ruttan em 1971 (HAYAMI; RUTTAN, 1986), que buscavam explicar quais fatores condicionavam a adoção de tecnologia e seus indutores. Para Schultz (1965), o atraso tecnológico observado na agricultura dos países subdesenvolvidos não se devia a fatores culturais que bloqueavam a difusão de comportamentos racionais maximizadores, mas a falta de oportunidades de investimentos rentáveis. Segundo este modelo, o investimento em novos fatores de produção (insumos e máquinas) e em educação era a chave de transformação do setor e, às instituições públicas caberiam às ações de pesquisa dadas as dificuldades de apropriabilidade dos investimentos. Segundo Sales Filho (1993), todo o movimento de expansão do padrão moderno da agricultura, conhecido como revolução verde, tinha a concepção de que a pobreza e o atraso rural teriam condições de superação pela substituição dos fatores tradicionais por fatores mais produtivos. Para Rosenberg (1976 *apud* ROMEIRO, 1998), o modelo ignora os mecanismos de indução que atuam pelo lado da oferta de inovações e não

é capaz de explicar de forma adequada nem as características de uma sequência particular, nem o *timing* de uma atividade inovativa ao atribuir como principal estímulo, os sinais de mercado.

O modelo de inovação induzida, apresentado por Hayami e Ruttan (1986) como um desenvolvimento ou um complemento ao modelo de Schultz, buscou incorporar questões relacionadas à direção do progresso técnico e aos mecanismos pelos quais os recursos eram alocados na educação e nas pesquisas agrícolas, principais críticas ao modelo de Schultz. Os autores, partindo da concepção da inovação induzida proposta por Hichs⁹, argumentam que os agricultores procuram adotar inovações para poupar os insumos, cujo preço aumenta em relação aos demais, e determinam uma sequência de mudanças técnicas que reduz o uso daquele fator relativamente aos outros fatores, bem como pressionam tanto as instituições de pesquisa quanto as firmas para que gerem ou forneçam os fatores substitutivos. Ou seja, os autores pressupõem que a mudança técnica é dirigida ao longo de uma trajetória de mercado, que as restrições de crescimento decorrentes por limitação de um determinado recurso ou fator são superadas pelo progresso técnico que substitui o limitante ou maximiza seu potencial, e isto se traduz em orientação para definição dos investimentos em P&D.

Na abordagem evolucionária-schumpeteriana, a inovação tecnológica na agricultura ocorre por meio de um processo cumulativo, e a interpretação da complexidade de seu regime tecnológico pode ser feita em termos de trajetórias tecnológicas. Possas *et al.* (1994) argumentam que, semelhante aos demais setores, as trajetórias tecnológicas e a formação do regime tecnológico na agricultura podem ser interpretadas sobre as bases da noção de “áreas problemáticas”, as quais se relacionam a questões de maior ou menor evidência na produção agrícola e que guiam o curso do desenvolvimento tecnológico. Os autores afirmam que as trajetórias e as fontes de inovação não são únicas na agricultura e que, apesar de ser classificada como *innovation taker*, a agricultura não pode ser considerada como uma entidade homogênea com uma dinâmica inovadora única, mas como um conjunto de trajetórias tecnológicas de origens diferentes, moldadas por ambientes econômicos e disciplinares diferentes.

⁹ Hicks, J. R. *The theory of wages*. Macmillan: Londres, 1963.

Neste sentido, a abordagem do processo de mudança técnica na agricultura deve admitir que (POSSAS *et al.*, 1994):

- (a) na agricultura, não há uma trajetória tecnológica geral em que uma situação tecnológica e competitiva homogênea seria encontrada em todos os setores;
- (b) o conceito de trajetória tecnológica não pode ser tomado como um conceito setorial amplo, mas relacionado a tendências dinâmicas competitivas específicas dos mercados (agrícolas ou não);
- (c) as trajetórias de indústrias relacionadas com a agricultura devem ser consideradas em suas interrelações com os mercados agrícolas.

Possas *et al.* (1994) classificam os agentes que geram ou suportam inovações para a agricultura em seis principais grupos de acordo com o perfil e com os comportamentos na geração e na difusão das inovações:

- (a) Fontes privadas de organizações industriais empresariais, cujo negócio principal é produzir e vender produtos intermediários e máquinas para o mercado agrícola. Este grupo engloba, por exemplo, as indústrias de pesticida, de produtos veterinários, de fertilizantes, de maquinários e equipamentos agropecuários, de sementes, de nutrição animal e de genética animal;
- (b) Fontes institucionais públicas como universidades, instituições de pesquisa e empreendimentos de pesquisa pública, vinculadas à pesquisa agropecuária, bem como a execução de desenvolvimento, de transferência e de teste de tecnologias;
- (c) Fontes privadas relacionadas às agroindústrias que envolvem as indústrias processadoras que utilizam produtos agropecuários e interferem direta ou indiretamente, individual ou coletivamente, na produção de matéria-prima;
- (d) Fontes privadas, organizadas coletivamente e não orientadas ao lucro, tais como as cooperativas e as associações produtoras, cujo principal propósito é desenvolver e transferir novas cultivares e práticas agrícolas;
- (e) Fontes privadas relacionadas a suprimento de serviços de suporte técnico, planejamento e gestão da produção e serviços relacionados à produção, à colheita e aos estoques de grãos e de melhoramento animal;
- (f) Unidades de produção agrícola, nas quais um novo conhecimento pode ser estabelecido por meio do processo de aprendizado.

A evolução e o relacionamento entre as fontes de inovação são a principal força motriz institucional que desenvolve as trajetórias na agricultura e estabelecem um padrão coerente e inclusivo ao regime tecnológico moderno da agricultura (POSSAS *et al.*, 1994). Vale mencionar que, em alguns segmentos específicos, a evolução tecnológica, a criação de mecanismos legais de apropriação, o uso de estratégias tecnológicas e mercadológicas¹⁰ diferenciadas e o aumento da organização do segmento têm dilatado a possibilidade de apropriabilidade das inovações, ampliando a participação de fontes privadas de organizações industriais empresariais e intensificando o interesse das fontes privadas coletivamente organizadas e sem fins lucrativos.

O perfil do desenvolvimento tecnológico do segmento agropecuário pode ser caracterizado pelo alto grau de interdependência entre conhecimentos científicos associados a diversas áreas, pela interdependência entre elementos do sistema e as implicações na demanda por outras inovações quando há alteração em um dos elementos do sistema e pelo fato de que os principais agentes de geração e desenvolvimento tecnológico não atuam diretamente no setor. Podem-se agrupar as tecnologias associadas ao segmento em quatro grupos: as de base genética, processos de manejo, insumos e, máquinas e equipamentos de suporte. Embora inovações significantes sejam desenvolvidas por agentes de apoio, a alta dependência das condições naturais do processo produtivo requer intensa atividade de adaptação às condições edafoclimáticas de entorno. Em geral, há predomínio de inovações de processo e facilidade de transmissão ou imitação ou reprodução das inovações relacionadas às tecnologias de base genética e processos de manejo por parte dos usuários. No caso de insumos, há o predomínio de atuação de grandes e tradicionais corporações e, no caso de implementos e equipamentos, há o convívio de grandes corporações com pequenas e médias empresas, que exploram o mercado de adaptação de maquinário e mercados de demanda restrita.

¹⁰ As estratégias de mercado constituem ações empregadas pelas empresas para obter as chamadas "*first-move advantages*", ou seja, "vantagens não-triviais sobre seus concorrentes potenciais, baseadas em conhecimento acumulado sobre seus clientes" (FIANI, 2002), no intuito de gerar obsolescência e evitar comportamentos oportunistas.

2.2.2 Dinâmica tecnológica dos segmentos agroindustrial de alimentos

Segundo Cabral (2001), o processo de inovação na indústria de alimentos é caracterizado por uma extensa interface tecnológica com outras indústrias e com estímulo a inovações ao longo de sua cadeia produtiva, seja no segmento de produção de matéria-prima (agricultura) ou segmento de fornecedores de insumos e bens de capital. Segundo este autor, neste segmento, predominam as inovações de processo, desenvolvidas externamente às empresas e motivadas por pressões de custo. Para o autor, as inovações de produto são de natureza incremental na maioria dos casos e são condicionadas pelas propriedades básicas do produto alimento e pelos padrões conservadores dos consumidores em relação às questões alimentares e por pressões de mercado.

Ainda do ponto de vista do perfil de desenvolvimento de um novo produto na indústria de alimentos, Fuller (1994) apresenta uma caracterização para o setor composta por sete classes: extensões de linhas, reposicionamento de produtos existentes, nova forma de produtos existentes, reformulação de produto existente, nova embalagem para produto existente, produtos inovadores e produtos inteiramente novos. Observa-se a prevalência de extensões, de reposicionamento, de reformulações e de novas embalagens dentro de uma linha no desenvolvimento de produto nesta indústria. Tal comportamento pode ser associado (i) ao perfil da especificidade do saber fazer de grande parte das indústrias brasileiras, originárias de um ofício familiar e (ii) às estratégias tecnológicas utilizadas pelas mesmas, baseadas na capacidade de produção superior, no controle de custos e nas modificações do produto para atender necessidades de consumidores específicos em um mercado maduro.

Do ponto de vista da origem do desenvolvimento de novos produtos, alguns trabalhos apontam para a importância de empresas multinacionais e estrangeiras no processo inovativo desta indústria. Santini, Schiavi e Souza Filho (2005), ao analisarem as principais inovações em empresas dos setores de carnes, leite e café, distinguem quatro padrões de inovação nas indústrias de alimentos no Brasil: adaptação por multinacionais (inovações geradas na matriz do grupo ou em centros de pesquisa no exterior e adaptadas pelas filiais); inovações nacionais espelhadas no mercado externo (cópias ou adaptações de produtos existentes em outros países efetuadas, em geral, por empresas nacionais de médio e grande porte); inovações espelhadas no mercado nacional (cópias ou adaptações de

produtos e processo de grande empresas nacionais efetuadas por empresas de menor porte de atuação regional/local); e inovações genuinamente nacionais (inovações de ocorrência rara, vinculadas a empresas que possuem *know-how* e capacidade financeira).

Alfranca, Rama e von Tunzelmann (2003), com base em um conjunto de 16.698 patentes concedidas as 100 maiores empresas multinacionais de alimentos e bebidas no período de 1977 a 1994, depositadas na *U.S Patent and Trademark Office*, observaram um comportamento não homogêneo em termos de produção de inovação e um padrão de concentração das patentes. Os autores verificaram que as empresas “inovadores persistentes”, definidas como empresas que inventaram continuamente por aproximadamente duas décadas, representaram 22% da amostra estudada, e estas responderam por 80% do número total de patentes. Ainda, segundo os autores, o padrão de diversificação tecnológica das empresas multinacionais de alimentos e de bebidas da amostra estudada está relacionado ao padrão de diversificação produtiva e de sua necessidade de controlar tecnologias a jusante.

Outro aspecto peculiar ao setor refere-se às exigências higiênico-sanitárias e ao enquadramento às regulamentações e às normas-padrão referentes aos mercados, interno ou externo, que se configuram como fatores motores de implementação de inovações. Parte significativa de inovações vinculadas a este aspecto é organizacional, como no caso da implantação de boas práticas e de análise de perigos e de pontos críticos de controle. Adicionalmente, a perecibilidade dos produtos alimentares e a extensão do percurso da matéria-prima ao consumidor, caracterizada pela multiplicidade e interdependência entre os elos, também motivam inovações em termos de logística de produção, em geral, de inovações de processo, organizacionais e de *marketing*.

Para Von Tunzelmann e Acha (2005), as atividades de inovação tecnológica no setor agroindustrial são geralmente centradas na eficiência da produção, na diferenciação de produto e no *marketing*. No entanto, importante aspecto da inovação nessa indústria é o fato de ela ser mais complexa do que a simples adoção de novas tecnologias, possuindo a necessidade de ajustes que muitas vezes necessitam a introdução de novos conhecimentos ou de novas capacidades ou de rearranjos organizacionais, como no caso da inserção da biotecnologia na produção de sementes ou da complexidade de implantação de

sistemas qualidade em uma atividade com múltiplos elos participantes. Outro aspecto a ser destacado refere-se ao fato de que as combinações de conhecimento, de rotinização de atividades tecnológica e de aprendizagem parecem ser elementos centrais na geração de inovações neste setor.

Christensen, Rama e Von Tunzelmann (1996) argumentam que o potencial de inovação na indústria de alimentos pode ser percebido por meio do gradualismo e da difusão da inovação de processo. Segundo os autores, mudanças incrementais de produtos e de processos e combinações de conhecimentos existentes requerem suporte de P&D em uma menor extensão e são menos prováveis de serem patenteáveis, se comparadas com inovações radicais em indústrias chamadas de *high tech*. Os autores consideram a inovação na indústria de alimentos e de bebidas é resultado de um processo aberto e evolucionário, não um processo único, e de pequenos desvios da atividade de rotina diária, criados por conhecimentos existentes que envolvem elementos de incrementalismo, em que o aprendizado é uma característica fundamental. Para os autores, o processo de imitação torna-se rápido, porque o nível de informação sobre os competidores é elevado, e os custos de romper as barreiras à entrada não são elevados.

No que se refere ao nível e ao fluxo de informações neste setor, Santini (2006) se refere à formação de redes como uma característica presente no setor e na estratégia adotada pelas empresas. A autora, ao analisar a dinâmica tecnológica da cadeia produtiva de frangos de corte no Brasil com foco nas empresas líderes do segmento de insumos (genética, medicamentos e nutrição animal) e de processamento, constata que a troca de informação e de tecnologia ocorre por meio de uma rede – entre as empresas e outros agentes do mercado – como forma de utilizar importantes conhecimentos de órgãos de pesquisa e reduzir custos de P&D e tempo de lançamento das inovações. No entanto, vale ressaltar que a construção e manutenção de tais redes neste segmento tem como base uma relação comercial de suprimento de insumos e de contratos de compra da produção, e tal comportamento não é regra para os demais segmentos do setor. Ainda, Domingues (2008), ao analisar, com base nos dados levantados pelas edições da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) nos anos de 2000, 2003 e 2005, as fontes de informação empregadas pelas empresas da indústria de alimentos e de bebidas que inovaram, aponta que as fontes de informação para inovação demonstraram crescente dependência dos clientes ou dos consumidores, com redução do grau de

importância de fornecedores e dos concorrentes, e crescimento substancial na importância das feiras e das exposições, assim como das redes de informação informatizadas.

Cabral (2001) analisou o padrão de inovação da indústria de alimentos brasileira com relação ao número e tipo de inovações, à proporção de empresas inovadoras e ao perfil exportador no triênio 1994 a 1996. Segundo o autor, os setores de açúcar, de frutas e vegetais, de derivados de cacau e de derivados de trigo foram os setores mais inovadores, tanto em termos de empresas inovadoras quanto de número de inovações, sendo marcados pela produção de produtos de alto valor agregado. Por outro lado, setores de laticínios, de óleos e gorduras, de grãos e de rações para animais foram os de menor inovação. O estudo observou uma associação positiva entre inovação e exportação, evidenciando que a competição nos mercados mundiais tem obrigado os exportadores latino-americanos de alimentos a se atualizarem tecnologicamente, entre inovação e integração vertical e entre inovação e gastos em *marketing*. A partir dos dados do estudo, o autor conclui que: (a) as empresas não-inovadoras predominam; (b) as inovações geradas internamente, sem auxílio externo de consultoria, P&D externo, *etc.*, foram as mais realizadas (63,8%) com grande participação do departamento de produção na sua geração; (c) as inovações de processo foram majoritárias; (d) a maior parte das inovações foi incremental e “nova para a empresa”; e (e) houve baixo grau de apropriabilidade e de patenteamento (4,3% das inovações foram patenteadas). No entanto, segundo o autor, este padrão não é homogêneo para a indústria de alimentos como um todo. Ao desagregar a análise em dois agrupamentos – orientados por *commodities* e alto valor agregado - o autor reforça a proposição de especificidades dentro do setor.

Domingues (2008), ao analisar o comportamento e a dinâmica tecnológica do setor de alimentos e de bebidas no Brasil no período 1998-2005, a partir de tabulações especiais dos dados da PINTEC, constatou que, analisada a dois dígitos, esta indústria não sofreu intensificação da dinâmica tecnológica e inovativa. Embora a taxa de inovação observada seja próxima da média da indústria de transformação nacional, os indicadores de esforço analisados foram baixos, mostrando que as inovações se devem muito mais à compra de tecnologia incorporada em máquinas e em equipamentos do que ao desenvolvimento interno. Segundo a autora, os indicadores analisados apontam para um comportamento

claramente direcionado por estratégias imitativas. No entanto, ao proceder à análise desagregada a três dígitos, diferenciando os setores em grupos “orientados por *commodities*” e “alto valor agregado”, o estudo apresentou especificidades e comportamentos distintos em relação à estrutura setorial, ao tamanho e à origem do capital das empresas. Dentre os grupos analisados, o grupo das médias empresas do setor moagem, produção de amiláceos e rações para animais apresentou expressiva intensificação da dinâmica tecnológica e comportamento estratégico defensivo. Por outro lado, as empresas estrangeiras, cujo desempenho tecnológico foi inferior ao das nacionais, demonstraram comportamento estratégico ditado por características totalmente dependentes, divergente do comportamento relatado na literatura.

A caracterização da dinâmica das atividades inovativas do setor de produtos alimentícios e bebidas no Brasil pode ser enriquecida pela análise dos indicadores capturados Pesquisas de Inovação Tecnológica – PINTEC (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2002, 2005, 2007 e 2010) conduzidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) nos anos de 2000, 2003, 2005 e 2008.

Segundo os dados da PINTEC, as atividades inovativas no setor de alimentos e bebidas apresentaram-se próximas ao padrão do conjunto de indústrias abrangido pela PINTEC (Tabela 2). O percentual de empresas de produtos alimentícios e de bebidas entrevistadas que implementaram algum tipo de inovação variou de 29,5% (triênio 1998-2000) a 37,9% (triênio 2006-2008), percentuais próximos as médias de 34,4% do total de empresas entrevistadas e de 34,3%, da indústria de transformação observadas nos quatro períodos da pesquisa. Houve um aumento de empresas que implementaram inovações no período. O setor de bebidas apresentou percentual de empresas que implementaram inovações ligeiramente superior (35,3%) quando comparado ao setor de alimentos (33,3%) na média dos períodos. Cotejada com as demais atividades econômicas, o percentual observado no setor é expressivamente menor que os observados nos setores de materiais eletrônicos, de máquinas e equipamentos, de produtos químicos e de refino de petróleo, setores considerados de maior intensidade tecnológica por natureza, que alcançam percentuais de até 87,0% nas pesquisas realizadas.

Tabela 2 - Taxa de inovação e de incidência sobre a receita líquida de vendas dos dispêndios realizados nas atividades inovativas e internas de P&D, segundo atividades selecionadas da indústria de transformação no Brasil nos períodos 1998-2000, 2001-2003, 2003-2005 e 2006-2008

Período	Indústria em geral	Indústrias de transformação	Produtos alimentícios e bebidas	Produtos alimentícios	Bebidas
Taxas de Inovação					
1998-2000	31,5	31,9	29,5	29,2	32,9
2001-2003	33,3	33,5	33,6	33,7	31,7
2003-2005	34,4	33,6	32,5	31,9	42,1
2006-2008	38,6	38,4	37,9	38,2	34,64
% de incidência sobre receita líquida de vendas de dispêndios realizados nas ATIVIDADES INOVATIVAS					
2000	3,8	3,9	2,1	2,3	1,1
2003	2,5	2,5	1,8	1,9	1,3
2005	3,0	2,8	1,7	1,7	2,1
2008	2,9	2,6	2,1	2,1	2,3
% de incidência sobre receita líquida de vendas de dispêndios realizados nas atividades INTERNAS DE P&D					
2000	0,64	0,65	0,22	0,25	0,06
2003	0,53	0,55	0,10	0,10	0,11
2005	0,77	0,58	0,13	0,13	0,11
2008	0,80	0,64	0,22	0,24	0,08

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir dos dados da PINTEC (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA 2002, 2005, 2007, 2010).

Com relação aos dispêndios em atividades inovativas proporcionais à receita líquida de vendas, observa-se que as atividades ligadas à indústria de alimentos e de bebidas apresentaram menores percentuais de intensidade de dispêndio que a média da indústria como um todo e da indústria de transformação nos quatro períodos. O setor apresentou baixo investimento em atividade interna de P&D com valores entre 0,10% e 0,22% da receita líquida de vendas.

Quanto ao perfil de recursos humanos dedicados a atividades de inovação nas empresas, segundo os dados da pesquisa, o percentual de pessoal ocupado em atividades de P&D sobre o total de funcionários, no caso de empresas que realizam atividades de internas de P&D, variou de 0,17% a 0,38% e, no decorrer do período, houve redução destes percentuais. Tais valores são menores que os valores médios da indústria de transformação, que variaram de 0,69% a 0,84%. O número absoluto de pós-graduados e graduados dedicados a atividades internas de P&D por empresa apresentaram-se inferiores às relações observadas na indústria de transformação¹¹. Chama atenção que os dados de participação percentual de pós-graduados (9,9%¹²) e graduados (49,0%¹²) foram pouco superiores aos apresentados pela indústria de transformação (8,3% e 47,8%, respectivamente¹²). No período, se observa uma tendência de aumento da participação percentual de

¹¹ 0,10 pós-graduados/ empresa, no caso da indústria de transformação, e de 0,06, no caso da IAB e de 0,59 graduados/empresa para IT e de 0,28, para a IAB.

pós-graduados e de graduados e uma tendência de redução da relação do número absoluto de pós-graduados e graduados por empresa que implementou inovação¹³.

Do ponto de vista do perfil de atividade inovativa, a atividade de “aquisição de máquinas e equipamentos” representou o maior percentual médio de gastos dentre as diferentes atividades inovativas, representando 62,5% na média dos quatro anos da pesquisa. Este percentual médio na indústria de transformação, no mesmo período, foi de 49,5%. A atividade de “projeto industrial e outras preparações técnicas” constituiu a segunda atividade de maior percentual de dispêndio, média de 14,3%, seguida das atividades de “introdução das inovações tecnológicas no mercado” (8,6%) e de “atividades internas de P&D” (8,3%). Boa parte dos processos agroindustriais decorre de operações unitárias de aplicação de calor, de remoção de calor, de descascamento, de redução de tamanho, de mistura e modelagem, de separação e concentração de substâncias e de irradiação isoladas ou em uma sequência de operações. A execução de tais processos tem grande aporte de máquinas e de equipamentos, e, em especial, a automação como estratégia de redução de uso de mão-de-obra induz implantação de máquinas e de equipamentos, e podem justificar o alto percentual que os itens “aquisição de máquinas e de equipamentos” e “projeto industrial e outras preparações técnicas” alcançaram neste setor, percentuais maiores quando comparados com os obtidos nos demais setores. Vale lembrar que o período de análise foi marcado por uma expansão do setor, com a ampliação da capacidade de processamento das empresas e abertura de novas empresas, e por uma extensão de linha e ampliação de produtos ofertados, que implicaria na compra de novas máquinas e de equipamentos e na ampliação das plantas industriais.

As estratégias de inovação adotadas no setor mostram que prevalece o padrão de mudanças com inovações simultâneas em produto e em processo, seguida de inovações novamente em processos (Figura 4). Observa-se que o percentual de empresas que inovaram somente em processo reduziu no decorrer do período, sinalizando uma possível ênfase na aquisição de equipamentos destinados à produção de novos produtos e na extensão de linhas com base na planta

¹² Média dos períodos 1998-2000, 2001-2003, 2003-2005, 2006-2008, calculadas com base nos dados da PINTEC (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2002, 2005, 2007 e 2010).

¹³ No caso de pós-graduação, a relação foi de 0,11 pós-graduados/empresa inovadora em 2000 e de 0,06, em 2008. No caso de graduação, a relação foi de 0,42 para 0,25 graduados/empresa inovadora.

existente. A maioria das inovações de produto ou de processo representa novidade para a empresa, sendo baixo o percentual de inovações que são novidade para o mercado ou setor nacional (Figura 4). O grau de novidade de produtos e de processos para o mercado mundial é irrelevante, média de 0,10% e 0,06% do número de empresas entrevistadas do setor nos três últimos períodos, respectivamente.

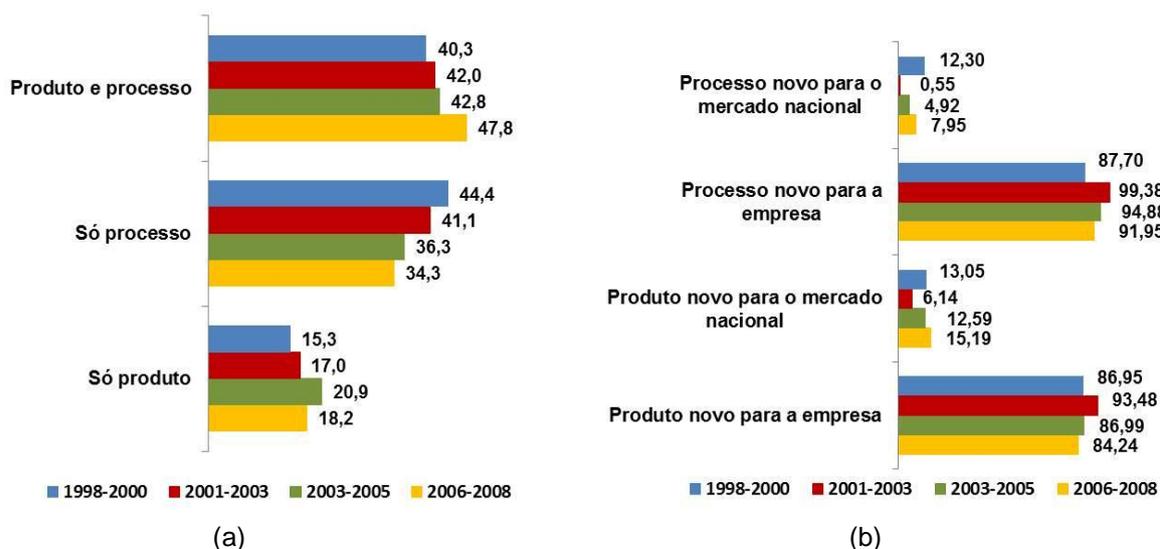


Figura 4 - Participação percentual do número de empresas que implementaram inovações no total, especificada segundo (a) o tipo de inovação implementada e (b) o referencial de inovação (novo para o setor e para o mercado nacional), da Indústria de Alimentos e de Bebidas no Brasil nos períodos 1998-2000, 2000-2003, 2003-2005 e 2006-2008

Fonte: Elaborado pela autora, a partir dos dados da PINTEC (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA 2002, 2005, 2007, 2010)

Segundo os dados da PINTEC (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA 2002, 2005, 2007, 2010), mais de dois terços das empresas consideram-se como a principal responsável no desenvolvimento de produtos (Tabela 3). Já no caso de processo, a participação de outras empresas ou de institutos na responsabilidade pelo desenvolvimento de processos é mais significativa, sendo as mesmas responsáveis por 87,8% destas inovações na média dos períodos do levantamento. Tal padrão é próximo ao observado na indústria de transformação, em que as médias da participação da empresa como responsável pelo desenvolvimento de produto e de outras empresas ou institutos como responsável pelo desenvolvimento de processos foi de 83,8% e 86,4%,

respectivamente nos períodos da pesquisa. No caso de desenvolvimento de processos, tal comportamento pode estar relacionado à exigência de capacidades tecnológicas específicas que não fazem parte da base tecnológica¹⁴ desta empresa.

Tabela 3 - Principal responsável pelo desenvolvimento de produto e/ou processo, em percentual, nas empresas da Indústria de Alimentos e de Bebidas que implementaram inovações nos períodos 1998-2000, 200-2003 e 2003-2005

Principal responsável pela inovação	Inovação em produto (%)				Inovação em processo (%)			
	1998-2000	2001-2003	2003-2005	2006-2008	1998-2000	2001-2003	2003-2005	2006-2008
Empresa	75,2	88,7	89,8	78,7	7,5	4,7	5,6	13,0
Outra empresa do grupo	1,4	0,8	0,9	1,5	0,6	0,2	0,3	0,6
Cooperação entre a empresa e outras organizações	12,2	6,0	4,3	7,2	5,8	3,6	3,1	3,9
Outras empresas ou institutos	11,2	4,5	5,0	12,6	86,1	91,5	91	82,5

Fonte: Elaborado pela autora, a partir dos dados da PINTEC (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA 2002, 2005, 2007, 2010)

O uso de proteção por meio de patente pode ser considerado baixo na indústria de transformação como um todo com uma média de 7,0% de empresas que implementaram inovações e efetuaram depósito de patentes. A média da indústria de alimentos e de bebidas foi inferior (4,6%), embora a indústria de bebidas isoladamente tenha tido uma proporção superior (15,8%). A marca e o segredo industrial foram os métodos de proteção mais empregados no setor. Na média das pesquisas realizadas, 29,4% e 10,4% das empresas que inovaram utilizaram a marca e o segredo industrial, respectivamente, como métodos de proteção. Estas médias são maiores que as obtidas pela indústria de transformação (23,2% e 8,5%, respectivamente). Mais uma vez, faz-se distinção para a indústria de bebidas em que o uso destes métodos de proteção são bem superiores: 59,7% e 23,1%.

Por meio dos dados da PINTEC, o segmento agroindustrial brasileiro de alimentos em relação à dinâmica tecnológica pode ser caracterizado por: (a) baixo percentual de empresas que implementam algum tipo de inovação; (b) há o predomínio de ocorrência simultânea de inovações em produto e em processo; (c) a maioria das inovações de produto ou de processo representa novidade para a

¹⁴ Segundo Penrose (1979, p. 9), base tecnológica ou base de produção consiste em “cada tipo de atividade produtiva que utiliza máquinas, processos, habilidades e matérias-primas, todas complementares e intimamente associadas no processo de produção”.

empresa; (d) os dispêndios em atividades inovativas proporcionais à receita líquida de vendas são baixos; as atividades de “aquisição de máquinas e equipamentos” e “projeto industrial e outras preparações técnicas” representam o maior percentual médio de gastos; (e) o percentual de pessoal ocupado em atividades de P&D sobre o total de funcionários representa menos de 0,5% do número total de funcionários com reduzido número absoluto de pós-graduados e graduados; (f) a empresa é considerada a grande responsável no desenvolvimento de produtos e outras empresas ou institutos tem importância significativa no desenvolvimento de processo; e (g) a marca e o segredo industrial foram os métodos de proteção mais empregados no setor.

O perfil de inovação do segmento está associado à prevalência de extensões, de reposicionamento, de reformulações e de novas embalagens dentro da linha de produto da empresa. Tal comportamento pode ser associado (i) perfil da demanda brasileira de alimentos com aumento de renda nos últimos anos; (ii) ao perfil da especificidade do saber fazer de grande parte das indústrias brasileiras, originárias de um ofício familiar com estruturas organizacionais simples e (iii) às estratégias tecnológicas utilizadas pelas mesmas, baseadas na capacidade de produção superior, no controle de custos e nas modificações do produto para atender necessidades de consumidores específicos em um mercado maduro e obtenção de ganhos de escala. As peculiaridades do processo produtivo como multiplicidade e interdependência entre elos condições higiênico-sanitárias, perecibilidade, sazonalidade conferem importância às inovações em termos de logística, organização e *marketing*. As combinações de conhecimento, de rotinização de atividades tecnológica e de aprendizagem parecem ser elementos centrais na geração de inovações neste setor e o porte da maioria das empresas dificulta o estabelecimento de uma estrutura formal de P&D.

A inovação como fenômeno econômico e como elemento de desenvolvimento tem sido tema de diversos estudos presentes na literatura. No decorrer deste capítulo, buscou-se demonstrar alguns aspectos e conceitos referentes a este tema e, apresentar aspectos específicos dos segmentos focos deste trabalho, quer seja na caracterização geral ou da dinâmica tecnológica do setor. O próximo capítulo versa especificamente sobre o tema de inovação, de capacidade tecnológica e de modelos de mensuração.

3. CAPACIDADE TECNOLÓGICA E MODELOS DE MENSURAÇÃO

Este capítulo apresenta um conjunto de temas relacionados à inovação, aos padrões de dinâmicas tecnológicas, à capacidade tecnológica e às suas formas de mensuração (indicadores e índices) no intuito de fundamentar o modelo do índice proposto e a escolha dos elementos que serão considerados neste modelo. Inicia-se com uma revisão sobre tecnologia e mudança técnica, tendo como base a abordagem da firma baseada em recursos e propondo uma definição de capacidade tecnológica.

Na sequência, são apresentados conceitos relacionados a sistemas de mensuração: definição do conceito de índice, finalidades, processo de construção e tipos. Posteriormente, apresenta-se sucintamente a evolução de indicadores e de índices de mensuração de CT&I, de difusão e de esforço tecnológico no intuito de contextualizar o cenário e a importância do desenvolvimento de índices para a compreensão dos fenômenos de mudanças técnicas e de inovação. Por fim, procede-se a apresentação de trabalhos dedicados à mensuração de capacidades tecnológicas, e apresenta-se a arquitetura utilizada para a construção do índice proposto.

3.1 Inovação, mecanismos de acesso e padrões de dinâmicas tecnológicas

O conceito de inovação, como fator explicativo e impulsionador da economia, condicionante da competitividade de nações, setores e empresas, tem início no começo do século XX. Segundo Santini, Schiavi e Souza Filho (2005), a inovação é capaz de gerar significativas mudanças internas e externas à firma, além de levar à alteração no padrão de concorrência e de concentração dos mercados.

Para Arundel (1998), a habilidade de inovar rapidamente é essencial para o posicionamento competitivo das empresas.

Segundo Schumpeter (1982), a inovação se refere às novas combinações de fatores de produção que levariam o inovador a produzir um novo produto e/ou serviço e, assim, auferir lucro por meio de um monopólio temporário. Para o autor, uma inovação pode ser vista como sendo a introdução de produtos ou de uma nova qualidade em um produto já existente no mercado, a introdução de um novo método de produção, a abertura de novos mercados, a conquista de uma nova fonte de matéria-prima ou de bens semimanufaturados ou o estabelecimento de uma nova forma de organização de qualquer indústria.

O Manual de Oslo (ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2005) define quatro grupos de inovação, adotados neste trabalho, que encerram um conjunto de mudanças nas atividades das empresas, a saber:

- (a) **Inovações de produto** - envolvem mudanças significativas nas potencialidades de produtos e de serviços. Incluem-se bens e serviços totalmente novos e aperfeiçoamentos importantes em produtos existentes;
- (b) **inovações de processo** - representam mudanças significativas nos métodos de produção e de distribuição;
- (c) **inovações organizacionais** - referem-se à implementação de novos métodos organizacionais, tais como mudanças em práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas da empresa;
- (d) **inovações de *marketing*** - envolvem a implementação de novos métodos de *marketing*, incluindo mudanças no *design* do produto e na embalagem, na promoção do produto e sua colocação no mercado e em métodos de estabelecimento de preços de bens e de serviços.

Além da caracterização da inovação em função do objeto de mudança (produto, processo, organização/gestão e mercado), outra dimensão de análise considera o grau de mudança provocado em relação ao objeto/ conhecimento pré-existente. Nesta abordagem, as inovações são divididas em radicais ou incrementais. Segundo a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2005), inovações radicais são aquelas que produzem modificações significativas em um mercado e na atividade econômica das empresas nesse

mercado e podem, por exemplo, mudar a estrutura de mercado, criar novos mercados ou tornar produtos existentes obsoletos. Por outro lado, inovações incrementais, ao serem geradas ou adotadas, não provocam alterações na estrutura industrial.

Com relação à abrangência do grau de inovatividade, os novos produtos podem ser tipificados em “novo para o mercado”, ou seja, um produto totalmente novo e em “novo para a empresa”, quando a empresa lança um produto já existente no mercado (ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2005).

O processo inovativo contempla duas rotas para o estabelecimento de mudança técnica: esforço criativo (realização de atividades criativas pela firma para desenvolvimento de novos ou melhoramento em produtos, processos ou serviços) e adoção (aquisição de novos produtos ou processo de fontes externas à firma). Segundo Bell e Pavitt (1993), a difusão ou a adoção é mais observada em países em desenvolvimento. Esta rota para inovação envolve mais que a apropriação de tecnologia gerada externamente e exige contínua mudança incremental a fim de adaptar a inovação original aos usos específicos pretendidos.

Além das diferentes rotas relacionadas com mudanças técnicas mencionadas acima, como salientam Lastres *et al.* (2000), o processo inovativo envolve um processo de aprendizado interativo, realizado com a contribuição de variados agentes econômico-sociais que possuem acesso a diferentes tipos de informações e de conhecimento. A capacidade para inovar configura-se não só pela geração ou difusão, mas pela formação de ativos complementares que têm por base o processo de aprendizagem ou de capacitações via execução da produção (*learning by using, learning by doing, learning by operating* e *learning by interacting*), treinamento (*learning through training*), contratação (*learning by hiring*) ou processo de busca (*learning by searching*). Neste sentido, dois conceitos são importantes para compreensão das dinâmicas tecnológicas específicas, os sistemas setoriais de inovação e de capacidades.

A capacidade de inovação é assimétrica entre organizações, países e setores. As diferenças nas taxas de implementação de inovação variam em função dos níveis de cumulatividade do conhecimento específico a cada trajetória tecnológica, das condições de apropriabilidade dos lucros gerados pela inovação,

segundo o grau de conhecimento e de eficácia dos mecanismos de proteção legal dos direitos de propriedade (patentes, direitos autorais, segredos comerciais e marca registrada), e das condições de oportunidade (DOSI, 1988).

Segundo Pavitt (1984, pg.348), “a especificidade é uma característica essencial das inovações e da atividade inovadora nas firmas capitalistas – tanto em termos de aplicações funcionais quanto da capacidade da firma inovadora apropriar o conhecimento relevante por um período de tempo”. Para o autor, a mudança técnica é um processo cumulativo específico, e cada setor apresenta variação na importância relativa de inovações de produto e de processo e nas fontes de inovação, bem como é condicionada pelo tamanho e pelo padrão de diversificação tecnológica das empresas que o compõem. Da mesma forma, pode-se dizer que fatores ligados a especificidades da atividade econômica, ao porte e à capacidade financeira da empresa, à extensão geográfica de atuação da empresa, à estrutura da concorrência, dentre outros fatores, condicionam os mecanismos de acesso à inovação, bem como os padrões de dinâmica tecnológica para cada empresa.

Em relação à dinâmica tecnológica setorial, Pavitt (1984) e Bell e Pavitt (1993) estabeleceram uma categorização de mudança técnica e de acumulação tecnológica, considerando os setores geradores e os usuários da inovação, assim como o setor da principal atividade inovadora. Seguindo esta lógica, as mudanças técnicas diferenciam-se segundo o perfil das firmas: firmas dominadas por fornecedor, firmas escala-intensiva, firmas informação-intensiva, firmas baseadas na ciência e firmas fornecedor especializado¹⁵.

Nesta proposição, os autores consideraram as atividades agropecuárias e agroindustriais como pertencentes a setores dominados por fornecedor e de menor dinamismo tecnológico, fazendo ressalva à indústria de alimentos, que apresenta comportamento escala intensiva. Trabalhos como os de Possas *et al.* (1996), Cabral (2001), Alfranca (2003) e Domingues (2008) exploram a existência de especificidades intrassetoriais nesses setores e apontam para a necessidade de análises detalhadas das dinâmicas técnico-concorrenciais destes setores e dos setores correlacionados a eles.

¹⁵ Tradução dos termos em inglês: *supplier-dominated firms*, *scale-intensive firms*, *information-intensive firms*, *science-based firms* e *specialized supplier firms*.

Para os objetivos desta tese, enfatizar-se-á o plano teórico e analítico mesoeconômico da dinâmica tecnológica dos setores industriais, focando-se nas características do processo inovativo e suas relações e/ou condicionantes com a dinâmica industrial/setorial e, em especial, nas capacitações necessárias para os processos de mudança técnica. Assim, nos próximos itens, serão exploradas as definições de tecnologia, de mudança técnica, de recursos e de capacidades, em especial, de capacidade tecnológica.

3.2 Tecnologia, mudança técnica e capacidade tecnológica

Um sistema de produção processa e/ou transforma recursos e energia, segundo um conjunto de tecnologia com o objetivo de ofertar bens e serviços. A organização procura combinar e quantificar os fatores produtivos de modo a alcançar a eficiência com base em um conjunto de tecnologia escolhido. O desempenho técnico eficiente desse sistema de produção está condicionado pela capacidade tecnológica e a incorporação de inovações, resultando em um processo de mudança técnica.

3.2.1 Tecnologia e mudança técnica

A palavra tecnologia tem sido empregada em contexto restrito ou amplo. O Dicionário da Língua Portuguesa de Aurélio Buarque de Holanda define tecnologia como sendo um “conjunto de conhecimentos, especialmente princípios científicos, que se aplicam a um determinado ramo de atividade”. A definição estabelece um aspecto finalístico aos conhecimentos, semelhante ao conceito de Kruglianskas (1996) que considera “tecnologia como o conjunto de conhecimentos necessários para se conceber, produzir e distribuir bens e serviços de forma competitiva”. A conceituação de Blauner (1964), *apud* Fleury (1978), se restringe às atividades de manufatura industrial, ou seja, tecnologia “se refere ao conjunto de objetos físicos e operações técnicas (mecanizadas ou manuais) empregadas na transformação de produtos em uma indústria” em um conceito de caráter instrumental. Já Abetti (1989), *apud* Steensma (1996), amplifica o conceito e define

tecnologia como “um corpo de conhecimentos, ferramentas e técnicas, derivados da ciência e da experiência prática, que é usado no desenvolvimento, projeto, produção e aplicação de produtos, processos, sistemas e serviços”. O presente trabalho de tese considera tecnologia em um contexto amplo de conhecimentos, ferramentas, técnicas e sistemas disponíveis para a geração, produção, distribuição e destino final adequado de bens e serviços.

A mudança tecnológica ao nível da firma pode ser entendida como um processo contínuo de absorver ou gerar conhecimento técnico, ferramentas, técnicas e sistemas que permitam a empresa ofertar produtos e serviços de forma competitiva. Este fenômeno é condicionado por fatores de contexto externo, particularmente, a estrutura de mercado, e por fatores internos, em especial, pela acumulação de habilidades e de conhecimentos imbuídos nos recursos da firma.

As mudanças técnicas envolvem duas atividades principais: o desenvolvimento e a comercialização inicial da inovação e a aplicação em escala progressiva dessa inovação, denominada difusão tecnológica (BELL; PAVITT, 1993). Em função das habilidades desenvolvidas, as empresas podem ‘usar’ ou ‘mudar’ tecnologias. No primeiro caso, a empresa se limita a, no mínimo, operar equipamentos. Enquanto no segundo, o grau de habilidades atingido permite que a empresa altere seus processos e inove, sendo competitiva pela capacidade de produzir novos produtos e de desenvolver novas tecnologias (PAVITT, 1990).

Partindo do conceito de recursos, Bell e Pavitt (1993) apresentam uma distinção entre dois “estoques de recursos” presentes no processo de mudança técnica: capacidade tecnológica e capacidade de produção (Figura 5). Para os autores, capacidade tecnológica refere-se a recursos necessários para gerar e gerenciar mudanças tecnológicas, incluindo aptidões, conhecimentos e experiência e estruturas e ligações institucionais. Segundo os autores, consiste em um processo de aprendizado pelo qual a capacidade e o conhecimento são adquiridos por indivíduos e por organizações. Já a capacidade de produção está relacionada aos recursos usados na produção industrial propriamente dita em um dado nível de eficiência e uma dada combinação de insumos e é composto por equipamentos (tecnologia ‘capital-embutido’), capacidades de trabalho (conhecimento operacional e gerencial e experiência), especificações de produto e de insumo e métodos e sistemas organizacionais usados.

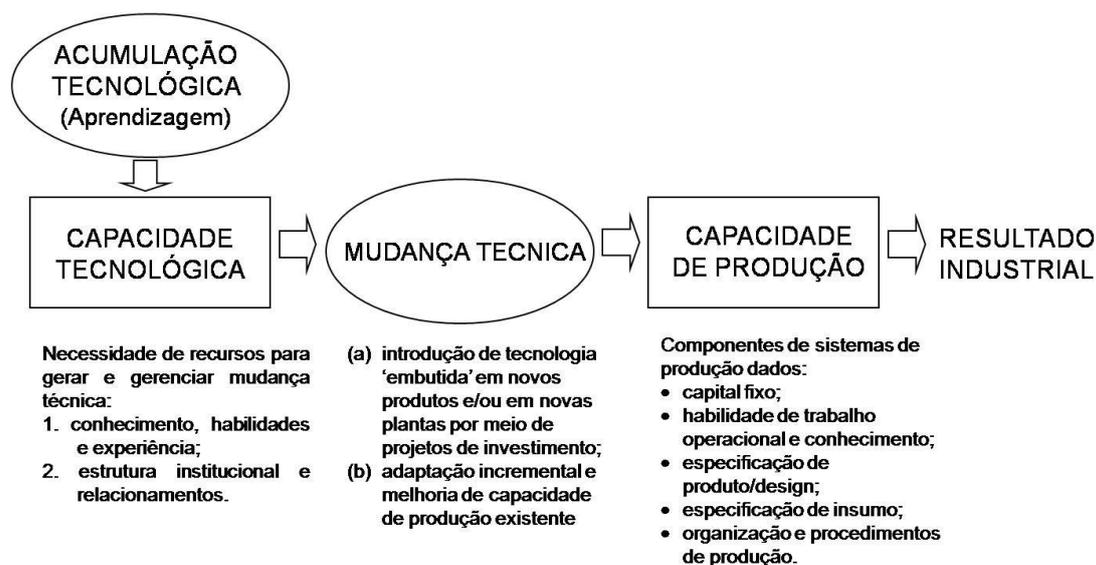


Figura 5 - Acumulação tecnológica: conceitos básicos e termos

Fonte: Bell e Pavitt (1994)

Vale ressaltar que há uma interdependência entre estes dois fluxos de recursos e há um fluxo bidirecional entre ambos. No caso de países em desenvolvimento, os processos de adaptação ou de imitação com o uso de engenharia reversa afetam esse esquema e, em parte, invertem-o. Esse processo tem sido amplamente utilizado para o avanço tecnológico nesses países. Outra ressalva refere-se à dificuldade de dissociar estes dois conjuntos de recursos, ou seja, há uma estreita vinculação entre os mesmos.

Como argumenta Lall (2005), o processo de mudança técnica em países em desenvolvimento consiste na aquisição e na melhoria da capacidade tecnológica, o que significaria, essencialmente, aprender a usar e a aprimorar tecnologias existentes em países desenvolvidos, não em inovações na fronteira do conhecimento. De forma semelhante, para a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2005), os mecanismos de disseminação e as mudanças incrementais respondem pela maioria das inovações realizadas nos países em desenvolvimento. Segundo a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), isto se deve às características particulares da sociedade e da economia em muitos desses países, as quais influenciam os processos de inovação de várias formas.

Lall (2005) salienta que este perfil de processo de mudança técnica não é uma tarefa simples e sem custos e seu sucesso depende da gestão desse processo e está relacionada ao nível existente de aprendizagem tecnológica nos diferentes países e setores. Embora possam ser feitas ressalvas no imperativo do isolamento e da linearidade entre as capacidades tecnológicas e de produção e ao predomínio de processos de difusão em países em desenvolvimento, o desenvolvimento tecnológico baseado em aquisições e em melhorias de capacidades tecnológicas é importante para países como o Brasil. Em especial, para setores “usuários de inovações”, caso da agricultura e parte do setor agroalimentar, foco deste trabalho.

As capacidades tecnológicas são fundamentais para o alcance da eficiência dos processos produtivos e da geração de inovações. O diagnóstico do estado da CT em uma empresa, de um setor ou de um país é uma peça chave para implementação de ações de melhoria que permitam a estruturação de processos tecnológicos ajustados, a construção de habilidades faltantes e a consolidação da competitividade quer seja da empresa, setor ou país.

3.2.2 Recursos e capacidades

Na abordagem da firma baseada em recursos (*resource-based-view*), exposta nos trabalhos de Penrose (2006) e Wernerfelt (1984), a competitividade de uma empresa tem relação com as suas características e com as capacitações e competências que são adquiridas ao longo do tempo. Tais capacitações e competências englobam um conjunto de elementos que permitem a uma empresa fazer uso de seus recursos de forma criativa e otimizada. Segundo Alves, Bomtempo e Coutinho (2005), a partir dos anos 80, os estudos baseados nesta abordagem ampliaram as noções iniciais de ativos. Para os autores, passou-se a combinar a análise interna dos fenômenos que ocorrem na firma com a análise externa da indústria e do ambiente competitivo e os ativos tangíveis e intangíveis assumiram papel de destaque para o desempenho e para a estratégia das empresas. Nesta abordagem, desenvolveram-se os conceitos de recursos, de capacidades e competências, conceitos que serão úteis na execução desta pesquisa e desenvolvidos a seguir.

Parte-se do princípio de que a geração ou adoção de uma inovação e/ou a mudança técnica estão condicionados por um conjunto de recursos e de capacidades já existentes, os quais além de serem utilizados no decorrer do processo de geração ou de adoção também são amplificados neste mesmo processo, em um fenômeno crescente e cumulativo.

Segundo Penrose (1959), uma empresa é composta por uma variedade de recursos produtivos e um ambiente de gestão que conectam e coordenam as atividades individuais e coletivas a fim de atingir os objetivos desejados. Um recurso é entendido como qualquer elemento que possa ser pensado como fraqueza e força de uma dada firma, como marcas, saber-fazer (*know-how*), habilidades dos empregados, contatos comerciais, equipamentos, eficiência de procedimentos, capital, dentre outros (WERNEFELT, 1984). Estes recursos têm sido agrupados de diferentes maneiras, como exemplo, recursos físicos, recursos humanos e recursos organizacionais (BARNEY, 1991) e recursos tangíveis, recursos intangíveis e capacidades (COLLIS; MONTGOMERY, 2000).

Os recursos tangíveis correspondem a recursos humanos, recursos de infraestrutura concretizados nas tecnologias de processo e de produto, recursos materiais, recursos informacionais e recursos financeiros. Os intangíveis estão espelhados na cultura organizacional, nas rotinas organizacionais, na qualificação e *know-how* dos recursos humanos e na marca e imagem da empresa. Segundo Malavski, Lima e Costa (2010), os recursos por si só não produzem valor, há necessidade de selecioná-los, combiná-los e mobilizá-los em atividades e em processos.

A integração do conjunto de recursos específicos a uma organização que permite a geração de valor para as empresas tem sido referida como capacitações ou capacidade. Para Stalk, Evans e Shulman (1992), as capacitações manifestam-se via serviços nos processos organizacionais e de gestão, mobilizando combinações tipicamente complexas de recursos tangíveis e intangíveis e são uma combinação específica da firma e de difícil transferência para outra firma.

Christensen e Overdorf (2000) também ressaltam o aspecto de que as capacitações constituem elementos de mediação entre processos e recursos e que as mesmas poderiam ser definidas como prática de um dado processo, na medida em que endereçam as finalidades específicas aos recursos, como um conceito de “rotina” da economia “evolucionária”. Os autores sugerem a análise de uma

capacitação com base em três dimensões: (a) recursos tangíveis e intangíveis de que a firma dispõe, e os processos que os operam; (b) os processos de interação, de coordenação, de comunicação e de tomada de decisão desenvolvidos pela equipe que transforma os insumos em resultados; e (c) a observação dos valores culturais pelos quais os empregados definem suas prioridades e estabelecem as relevâncias relativas no âmbito de seu trabalho cotidiano.

Malavski, Lima e Costa (2010) sugerem que os conceitos de recursos e de capacitações podem ser trabalhados na forma de relações de conjuntos hierárquicos, isto é, de capacitações que agrupam recursos na medida em que capacitações constituem construções de segunda ordem, pois a formação de capacitações se dá ao longo do tempo, fruto da utilização dos recursos e dos processos organizacionais e de gestão que são os responsáveis pela mobilização de recursos. Os autores também sugerem o estabelecimento de uma lógica de progressão de níveis, de básico para avançado, dos atributos e da variedade de uso dos elementos considerados pelo aspecto cumulativo das trajetórias tecnológicas.

Ou seja, a capacidade entendida como um elemento de mediação condiciona certo grau de indissociabilidade entre si, recursos tangíveis e recursos intangíveis de uma determinada firma, podendo serem os mesmos usados como *proxies* para sua análise. Adicionalmente, o caráter de acumulação e os diferentes graus de complexidade existentes em tecnologias disponíveis permitem pressupor a existência de estágios pelos quais a firma transita durante o seu ciclo de vida. Tendo como base estas noções gerais de capacidade, a seguir, discute-se o conceito de capacidade tecnológica.

3.2.3 Capacidade tecnológica

As diferentes definições de capacidade tecnológica encontradas na literatura demonstram o conteúdo abstrato do conceito e a interdependência com o âmbito de análise no qual o mesmo está sendo empregado. Algumas definições têm como base elementos estruturais e outras, elementos funcionais e estratégicos da empresa. Em algumas, o foco relaciona-se com o âmbito interno da empresa ou seus elementos específicos e outras inserem o conceito num âmbito mais amplo.

Em uma definição mais geral do conceito, que enfoca o processo de aplicabilidade de conhecimentos à atividade econômica, a capacidade tecnológica

(CT) é definida por Marcovitch (1994, p.175) como o ato de “saber usar o conhecimento disponível no processo decisório, na produção doméstica, na imitação, na transferência, na difusão ou em qualquer outro mecanismo que traga incremento à produtividade e à qualidade dos produtos”. Esta definição é similar à apresentada por Westphal *et al.* (1984, pg. 4) que definem capacidade tecnológica como a “aptidão para usar efetivamente o conhecimento tecnológico”.

De um ponto de vista mais restrito, algumas definições sugerem que os recursos humanos sejam o *locus* em que as capacidades tecnológicas estão incorporadas (PACK, 1987; ENOS, 1991), desconsiderando a possibilidade de incorporação das CT pelas organizações.

Parte dos autores define capacidade tecnológica como esforços internos para assimilar, adaptar e/ou criar tecnologia (LALL, 1982, 1987; DAHLMAN; WETPHAL, 1982; BELL, 1982). Tais esforços estão ligados aos aprimoramentos em termos de processos e de organização da produção, em produtos, em equipamentos e em projetos técnicos.

Bell e Pavitt (1993, 1995) apresentam uma definição ampla e atribuem certa “natureza difusa” a CT. Segundo os autores, a capacidade tecnológica incorpora os recursos necessários para gerar e gerir mudanças tecnológicas. Tais recursos se acumulam e são incorporados em indivíduos (aptidões, conhecimentos e experiência) e nos sistemas organizacionais. Guan e Ma (2003), também com base na abordagem da firma baseada em recursos, definem as capacidades tecnológicas como um tipo especial de ativo ou recurso que inclui tecnologia, produto, processo, conhecimento, experiência e organização. Já Neves (2000, pg. 22), ao definir CT como “faculdade de utilizar, aprimorar e desenvolver instrumentos, métodos e processos, utilizados no seu processo produtivo e gestão”, foca sua construção nos componentes de processo e de gestão industrial de uma empresa.

Biggs, Shah e Srivastava (1995) ampliam o escopo da definição, incorporando a dimensão de interação empresa-ambiente externo e atribuem importância aos mecanismos de aprendizagem no processo de acumulação. Para os autores, capacidades tecnológicas são as informações e as habilidades - técnicas, administrativas e institucionais - que permitem que as empresas utilizem equipamento e tecnologia eficientemente. Segundo os autores, capacidades tecnológicas, além da habilidade de gerar inovações de ponta e a simples soma de educação, treinamento e esforços da empresa para absorver e desenvolver o

conhecimento aplicado na produção, compreendem o aprendizado dos indivíduos no decurso do trabalho na empresa e a forma em que a empresa reúne e motiva os indivíduos a funcionar como uma organização e interage com seu ambiente externo. Os autores categorizam capacidades tecnológicas em três grupos funcionais: capacidade de investimento, a capacidade de produção e os mecanismos de aprendizagem.

Estes autores coadunam com trabalhos que relacionam o avanço tecnológico ao nível da firma como um processo de aprendizagem (MALERBA, 1992; LALL, 1992; GARVIN, 1993; DODGSON, 1993; HITT *et al.*, 2000). Como afirmam Romijn e Albaladejo (2002), a aprendizagem resulta em capacidade tecnológica, conhecimento e habilidades necessárias para a empresa escolher, instalar, operar, manter, adaptar, melhorar e desenvolver tecnologias.

Em uma abordagem de elementos estruturais e de natureza difusa, Leonard-Barton (1998) sugere que as capacidades tecnológicas de uma empresa são compostas por sistemas físicos (equipamentos e instalações), sistemas de gerenciamento, qualificações e conhecimentos de seus empregados e normas e valores da empresa. Também Figueiredo (2005), com foco no ambiente interno, menciona que a capacidade tecnológica de uma empresa está armazenada em pelo menos quatro componentes (Figura 6): sistemas técnicos físicos (máquinas e equipamentos, sistemas baseados em tecnologia de informação, *softwares* em geral, plantas de manufatura); pessoas (conhecimento tácito, experiências e capacidades dos recursos humanos); sistema organizacional (conhecimento acumulado nas rotinas, nos procedimentos, nas instruções, na documentação, na implementação de técnicas de gestão, nos processos e fluxos de produção e nos modos de realizar certas atividades nas organizações); e produtos e serviços (parte mais visível da capacidade tecnológica que refletem o conhecimento tácito das pessoas e da organização e dos seus sistemas físicos e organizacionais).

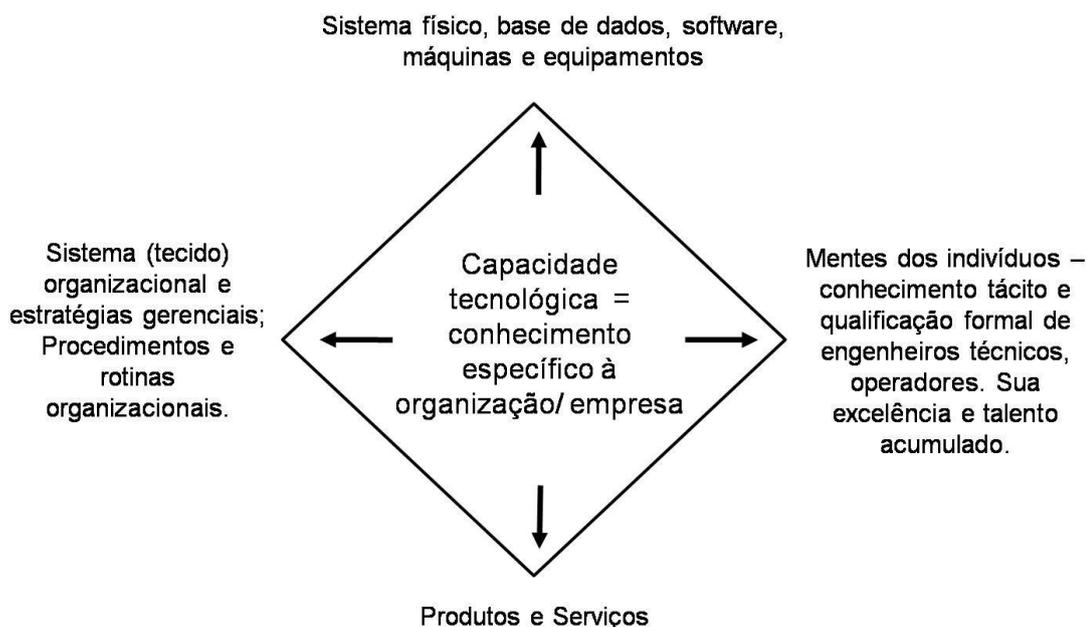


Figura 6 - Dimensões da capacidade tecnológica

Fonte: Figueiredo (2005)

Algumas definições do conceito abrigam a identificação de tipos de capacidades com base nas dimensões funcional e estratégica da empresa. Panda e Ramanathan (1996) definem capacidades tecnológicas como um conjunto de capacidades funcionais (criação/desenho, produção, *marketing* e serviços, aquisição e suporte) especificadas segundo o nível de atuação da empresa (estratégica, tática e suplementar) e refletidas no desempenho das várias atividades tecnológicas da empresa. Os autores avançam no sentido de detalhar as diferentes capacidades por funções associadas com as diferentes esferas de uma organização. No entanto, estabelecem um sentido linear e isolado de capacidades tecnológicas para cada dimensão funcional, o que, dada a interdependência de funções de uma empresa, nem sempre é possível ser feito ou pertinente.

Como se pode observar na revisão de literatura apresentada, o conceito de capacidade tecnológica consiste em uma construção de segunda ordem que contempla multidimensões. Neste trabalho, a capacidade tecnológica é definida como sendo um conjunto de esforços, de habilidades (operativas, organizacionais e relacionais) e de conhecimentos ancorados num constante fluxo de aprendizagem necessários para absorção, uso, adaptação, desenvolvimento e transferência de tecnologias. Essa definição congrega as capacidades de absorção, de operação, de

inovação (adaptação e geração) e de suporte/direção e considera as dimensões físico-operacional, organizacional e relacional (Figura 7).



Figura 7 – Composição e dimensões da capacidade tecnológica de referência
Fonte: Elaboração própria

A seguir, apresentam-se aspectos relacionados à construção de índices e a evolução da mensuração de atividades vinculadas à Ciência, Tecnologia & Inovação (CT&I). O item subsequente focará trabalhos específicos à mensuração de capacidade tecnológica foco do trabalho.

3.3 Sistemas de mensuração e evolução de indicadores e índices de mensuração de CT&I, difusão e esforço tecnológico

Inicialmente, apresentam-se aspectos gerais relacionados a sistemas de indicadores: definições, finalidades, tipos de indicadores, processo de construção e critérios de análise e limitações. Posteriormente, apresentam-se alguns

indicadores de CT&I, difusão e esforços tecnológicos e alguns aspectos da evolução de seu desenvolvimento. Esta seção tem como objetivo traçar uma linha de transformações no desenvolvimento de índices vinculados a temática geral, antecedendo as reflexões da mensuração da capacidade tecnológica propriamente dita, tema do tópico subsequente.

A crescente importância do conhecimento no desenvolvimento começa a se materializar primeiramente com indicadores de Ciência e Tecnologia (C&T) e, posteriormente, CT&I, que pudessem, direta ou indiretamente, oferecer indicações sobre a velocidade e a direção dos processos específicos de mudança técnica e sobre capacidade inovadora. No que se refere à inovação propriamente dita, observam-se a elaboração de levantamento de indicadores simples como os levantamentos *Community Innovation Survey* na Europa e, posteriormente, indicadores compostos, como os índices *European Innovation Scoreboard* e *Technology Achievement Index*, índices de posicionamento e de rede abordados no final desta seção.

3.3.1 Indicadores e índices

Existem diferentes definições para o termo indicador, desde a mais simples que o considera como parâmetro que fornece informação sobre uma dada variável, até aquelas que atribuem significados ampliados de um dado fenômeno. De qualquer modo, um indicador é um instrumento que deve permitir a percepção de um dado fenômeno ou de uma condição, de forma simplificada, compreensível e comparável. Alguns autores salientam também a sua importância como um sinal prospectivo de algum tipo de ocorrência, ressaltando o seu caráter preditivo (SILVA, 2000). Para o Centro Internacional de Agricultura Tropical (2001), indicadores se apresentam como uma das formas de acesso a informações e servem para simplificar, quantificar, analisar informações técnicas e comunicar informações técnicas para os diferentes grupos de usuários.

A ideia de construção de indicadores pauta-se no ato de mensurar fenômenos. Segundo Lebas (1995), mensurar significa “transformar uma realidade complexa em uma sequência de símbolos limitados que podem ser comunicados e reproduzidos sobre circunstâncias similares”. Sanches (2004) define indicador como

sendo um dado relativo a uma variável significativa que caracteriza um fenômeno e que serve de indicação para que se possa atuar sobre tal fenômeno.

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2003 p.5) define indicador como “um parâmetro, ou valores derivados de parâmetros, que fornece informações sobre o estado de um meio, cuja significação se estende além daquela diretamente relacionada com o valor do parâmetro¹⁶”. Em relação a índices, a OCDE define como um conjunto de parâmetros ou indicadores reunidos, agrupados. Para *Tyler Norris Associates et al.* (1997¹⁷, *apud* BARBOZA, 2003), os índices são formulados quando se busca uma visão mais sintética e simplificada de um fenômeno, ou conjunto de fenômenos, e sua obtenção precede a combinação algébrica de diferentes indicadores, de acordo com o objetivo das pessoas que o formulam. Assim, um índice seria um conjunto de componentes vinculados a um fenômeno e sua agregação compreenderia juízo de valor entre os componentes considerados para análise do fenômeno espelhados nos pesos atribuídos a tais componentes.

Outro aspecto essencial na construção e na compreensão de índices refere-se à escala espacial de consideração, o que pode determinar a compatibilização das especificidades de contexto e suas limitações de escopo. Segundo Silva (2000), quanto maior a abrangência dos indicadores, menor será o grau de especificidade e vice-versa. Segundo a autora, a diversidade entre regiões de um país não é captada pelos indicadores construídos para um país como um todo, dado que as mensurações das condições gerais nacionais trazem embutidas as distorções de valores médios. Para a autora, o desafio reside na correta compatibilização entre indicadores de diferentes escalas, podendo-se identificar a viabilidade de adoção de diversas formas em diferentes níveis de abordagem espacial, desde que coerentes com os objetivos finais a que se destinam.

Além do aspecto analítico de estado e da finalidade de comparação, um índice permite também a possibilidade de monitoramento ao longo do tempo e, neste aspecto, confere a um índice uma propriedade de mutabilidade. Segundo

¹⁶ Um parâmetro também pode ser visto como uma propriedade (qualidade ou aspecto) de algo que é medido ou observado

¹⁷ TYLER NORRIS ASSOCIATES, REDEFINING PROGRESS & SUSTAINABLE SEATTLE. ***The community indicators handbook*** – *measuring progress towards healthy and sustainable communities*. Seattle: Redefining Progress, 1997. 145p.

Barboza (2003), a interpretação de uma dada condição, ao se estabelecer comparações temporais, se amplia ao possibilitar a identificação de melhoria progressiva. Para o autor, é sob este enfoque que se considera o fato de indicadores serem um processo a ser permanentemente construído e avaliado, não uma condição definitiva e acabada.

Para Freudenberg (2003), índices são válidos pela sua capacidade de integrar grande quantidade de informações em formatos facilmente compreendidos pelo público em geral. No entanto, o autor alerta que os mesmos podem conduzir a erros de interpretação e ser facilmente manipulados para produzir resultados desejados, quer seja pela natureza complexa do fenômeno estudado, quer seja pela natureza de sua construção e de dificuldades metodológicas, relacionadas às diferentes técnicas de agregação e de ponderação, dados perdidos, dentre outros. Segundo o autor, apesar das suas muitas deficiências, indicadores compostos continuarão sendo desenvolvidos pela sua utilidade como ferramenta de comunicação e para propósitos analíticos.

3.3.1.1 Processo de construção, critérios de análise e limitações

Segundo Franco-Santos *et al.* (2007), a caracterização de um sistema de mensuração deve considerar as propriedades ou os elementos que o compõem; o propósito ou das funções que são cumpridas pelo mesmo e o conjunto de ações combinadas para sua construção. Para Bourne *et al.* (2000¹⁸, *apud* LOHMAN *et al.*, 2004), o desenvolvimento de um sistema de mensuração pode conceitualmente ser separado em fases de desenho (identificação de objetivos-chave e definição das medidas), implantação (identificação de sistemas e procedimentos para coleta e processamento de dados) e uso. Os autores alertam para a necessidade de estabelecimento de um processo de revisão contínua do sistema.

Na fase de desenho, a seleção de indicadores pauta-se em diferentes critérios tais como relevância política, utilidade para os usuários e capacidade analítica e de medição (ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2003); a simplicidade de cálculo, a facilidade

¹⁸ BOURNE, M. *et al.* *Designing, implementing and updating performance measurement systems. International Journal of Operations & Production Management*, v.20, n.7, p 754-771. 2000.

de obtenção, a atualidade, a periodicidade, a confiabilidade e a adequação ao objetivo do estudo (NUNES *et al.*, 2001).

Nahas (2002) considera que a definição e a elaboração da arquitetura de um índice devem assegurar os requisitos de consistência do modelo formal de cálculo como forma de garantir a comparabilidade da série temporal, primar pelo estabelecimento da ponderação dos indicadores com participação de usuários imediatos e incorporar flexibilidade para permitir a inclusão de novos temas ou de indicadores que se fizerem importantes na medida em que se alterem as condições dadas.

Meadows (1998) relacionou alguns riscos observados durante a escolha e a utilização de indicadores, como dependência de falsos modelos (indicadores baseados em relações de causa e efeito que não são reais), desvio da atenção da experiência direta (análise parcial, a partir de um único indicador), excesso de agregação, excesso de confiança (indicadores como instrumento de monitoramento e não como controle da situação), falsificação deliberada; incompletude (indicadores representam parte de um sistema) e medir o que é mensurável, ao invés do que é importante. Granados e Peterson (1999) alertam que, na construção de índices, os dados podem ser perdidos e escondidos no processo de agregação e diferentes cenários podem levar ao mesmo valor dos índices, não possibilitando a identificação do problema para correção.

A construção e a análise crítica da validade de um índice devem estar pautadas em critérios norteadores. Com base na literatura ((MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE DA ESPANHA, 1996, CITADO POR SILVA, 2000; OCDE, 1993; NIEMEIJER E GROOT, 2008; WARREN, 1997 CITADO EM BARBOZA, 2003; SINK, 1985; BÖHRINGER E JOCHEM (2007); GALLOPÍN (1996); OCDE, 1993; SILVA, 2000; BLANCO ET AL., 2001; VAN BELLEN, 2002; MIRANDA E TEIXEIRA, 2004; E MITCHELL, 1996), pode-se considerar que o processo de construção/implantação de um índice pauta-se na consideração de aspectos que envolvem a base conceitual e sua operacionalidade (Figura 8). Assim, seu modelo conceitual deve permitir a representação do fenômeno de maneira precisa, sua execução deve prezar a qualidade da informação e seus resultados devem alcançar sua finalidade e conferir longevidade ao instrumental. De maneira resumida, o processo de elaboração e análise de um índice deve considerar os seguintes requisitos:

- (a) confiabilidade teórico-instrumental, elemento que conjuga o conhecimento teórico-científico sobre o fenômeno (relações de causa-e-efeito e elementos que integram o conceito) com o uso de metodologias de construção definidas e descritas, incluindo-se as questões de adequada normalização, agregação e peso das variáveis;
- (b) confiabilidade de campo, relacionada à consistência, confiabilidade e qualidade dos dados, ou seja, a mensuração deve estar suportada por uma fácil disponibilidade das informações e que estas sejam compreensíveis, de qualidade e documentadas adequadamente;
- (c) aplicabilidade, no sentido de que o processo de construção, no seu todo, deve estar revestido de relevância aos usuários, comparabilidade temporal e regional (setorial) por meio de valores referenciais e que, por decorrência, caracterizam-se pela sensibilidade às diferentes mudanças verificadas tanto no tempo quanto no espaço (setor).

Dimensão	Requisitos	Caracterização
Conceitual	Confiabilidade teórico-instrumental	Conhecimento teórico-científico (relações de causa-e-efeito com o fenômeno estudado)
		Consistência da metodologia de construção de indicadores: modelo matemático, normalização e aferição de peso das variáveis
Operacional	Confiabilidade de campo	Informações facilmente disponíveis
		Informações de qualidade e documentadas adequadamente
		Consistência dos dados
	Aplicabilidade	Relevância
		Comparabilidade
	Sensibilidade	

Quadro 1 - Requisitos a serem considerados na construção e análise de índices.

Para Freudenberg (2003), para minimizar erros de interpretação e de análise, os índices devem ser transparentes e prover informação detalhada sobre metodologia e fontes de dados. Eles deveriam sempre ser acompanhados por explicações dos seus componentes, da construção, das limitações e da interpretação, e testes de sensibilidade deveriam ser realizados em termos de

padronização, ponderações e aproximações de agregação. O autor sugere os seguintes passos a serem seguidos na construção de indicadores compostos:

- (a) desenvolvimento de uma estrutura teórica para o compósito;
- (b) identificação e desenvolvimento de variáveis relevantes;
- (c) normalização das variáveis para permitir comparações;
- (d) ponderação de variáveis e do grupo de variáveis;
- (e) condução de testes de sensibilidade e de robustez das variáveis agregadas.

Com relação à normalização das variáveis, as principais técnicas usadas na literatura são (FREUDENBERG, 2003):

1. **Desvio-padrão da média** - pressupõe uma distribuição normal e valores positivos (negativos) para um determinado indivíduo indicar o desempenho

acima (abaixo) da média:
$$\frac{\text{valor actual} - \text{valor médio}}{\text{desvio padrão}}$$

2. **Distância do líder do grupo** - designa-se valor 100 ao indivíduo de maior valor (líder), e ordenam-se os demais indivíduos como pontos de

porcentagem em relação ao líder:
$$100 \frac{\text{valor actual}}{\text{valor máximo}}$$

3. **Distância da média** - o valor médio (ponderado ou não-ponderado) é determinado como 100, e os indivíduos recebem pontuações que dependem da distância em relação ao valor médio. Valores mais altos que 100 indicam

desempenho superior a média:
$$100 \frac{\text{valor actual}}{\text{valor médio}}$$

4. **Distância dos melhores e piores resultados** - o posicionamento é em relação aos valores máximo e mínimo, e o índice possui valores entre 0

("último colocado") e 100 ("líder"):
$$100 \frac{\text{valor actual} - \text{valor mínimo}}{\text{valor máximo} - \text{valor mínimo}}$$

5. **Escala categórica** - cada variável recebe uma pontuação (qualquer valor entre $[1...k]$, $k > 1$, ou qualitativo - alto, médio, baixo), dependendo se seu valor está acima ou abaixo de um determinado limiar.

Uma das dificuldades na construção de um índice reside na forma de agregação de dados, como ponderar dimensões e aspectos para, ao final, expressar o resultado em índice, sem desprezar ou tornar o processo subjetivo. Além disso, cada sistema possui condições de entorno e especificidades distintas. A agregação requer que as questões sejam convertidas em valores padronizados à mesma referência no intuito de melhorar o entendimento da proporção ou valor para cada questão, com escores expressos na mesma dimensão, o que permite melhor comparabilidade dos resultados.

Segundo Zambon *et al.* (2005), é possível agrupar os métodos de definição de pesos em quatro categorias: métodos baseados em ordenação de critérios, em escalas de pontos, em distribuição de pontos e comparação de critérios par a par. Já Siena (2008) cita alguns procedimentos para atribuição do conjunto de pesos: (a) uso de ponderação baseada em painel de especialistas; (b) uso de valores definidos pela sociedade, por meio de *survey*, painéis com atores representativos ou métodos de decisão multicritérios; (c) uso de método Delphi, análise multicritério ou método da distância das metas para ponderar aspectos ou indicadores em que há reconhecida dificuldade de comparações científicas; e (d) uso de métodos em sequência, ponderação com base em análise científica e em julgamento de valor. Dentre os métodos e os procedimentos existentes, destaca-se o método de decisão multicritérios *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Embora o índice não consista em um problema de decisão, o presente trabalho fará uso do procedimento do método para a definição dos pesos de agregação do índice. A opção pelo método fundamenta-se pelo fato de o mesmo permitir o tratamento de múltiplos atributos/critérios, tanto quantitativos como qualitativos, simultaneamente, ser aplicado em situações que envolvem julgamentos subjetivos, prover medidas de consistência de preferências, apresentar um algoritmo relativamente simples de ser implementado e possuir uma ampla documentação de suas aplicações práticas na literatura.

O método AHP, originalmente desenvolvido pelo professor Thomas L. Saaty, em 1972, para solucionar um problema específico de planejamento, permite

obter escalas de razão de comparações pareadas (SAATY, 1991). Para Mendonza *et al.*, (1999), o método AHP reduz problemas complexos dentro de uma série de comparações simples (*pairwise comparisons*) entre elementos da hierarquia de decisão. A entrada para cálculo destas escalas pode ser obtida a partir de medições reais como preço, peso *etc.*, ou da opinião subjetiva, como sentimentos de satisfação e preferência. O AHP permite algumas pequenas inconsistências no julgamento, porque nem sempre o senso humano é coerente (TEKNOMO, 2009).

De acordo com Saaty (1991), sistemas complexos podem ser melhor compreendidos através do particionamento deste em elementos constituintes em estrutura de elementos ordenados hierarquicamente e, com base na síntese de julgamentos de importância relativa entre os elementos em cada nível hierárquico, estabelecer um conjunto de prioridades ou pesos. O método *AHP* abrange três etapas: a estruturação (decomposição) do problema, os julgamentos comparativos e a síntese das prioridades. Resumidamente, o procedimento baseia-se na decomposição e na divisão do “problema” em fatores até níveis claros e dimensionáveis pela estruturação hierárquica de critérios/indicadores e pelas alternativas relacionadas ao objeto de decisão ou de análise (árvore de componentes, critérios/indicadores e descritores). A partir do conjunto hierárquico estabelecido, são realizadas comparações entre pares de critérios/indicadores relativas ao seu grau de importância, com base em uma escala, resultando em matrizes de comparações paritárias. Por meio da técnica do autovetor (vetor de Eigen), o método calcula os pesos para cada critério/indicador nos vários níveis hierárquicos e a taxa e a razão de consistência. O presente trabalho fará uso desta técnica para aferição dos pesos entre os componentes e indicadores.

3.3.2 Evolução de Indicadores e índices de mensuração de CT&I, difusão e esforço tecnológico

A interpretação dos processos de mudança técnica tem sido conduzida por meio de modelos e de indicadores. Diversos modelos têm sido formulados quer seja para descrição do processo de inovação, como os modelos “linear de inovação”, “linear reverso”, “interação em cadeia” e “sistêmico de inovação” descritos por Stal (2007), quer seja para descrição das trajetórias de acumulação de capacidade tecnológica, como os modelos de “acumulação baseada em atividades”,

“ciclo reverso de produto” e “aquisição-assimilação-aprimoramento” citados por Figueiredo (2005). Por outro lado, observa-se na literatura um esforço na concepção de indicadores de CT&I que possam, direta ou indiretamente, oferecer indicações sobre a velocidade e a direção dos processos específicos de mudança técnica e das capacidades inovadora e tecnológica.

Segundo Sirilli (2000), na evolução destes indicadores de CT&I, observa-se o uso de estimativas de gastos em pesquisas, de estatísticas de patentes, de bibliometria, de *surveys* de tecnologias de produção, de *surveys* de inovação, de indicadores de fluxo de conhecimento, de mapeamentos institucionais dentre outros indicadores, conforme se pode observar na sistematização realizada pelo autor, apresentada no Quadro 1. Segundo o autor, a disponibilidade de um bom sistema de indicadores é vital para que seja possível expandir e sofisticar a compreensão dos processos de produção, de difusão e de uso de CT&I.

Itens	Anos 50/ 60	Anos 70	Anos 80	Anos 90
Principais indicadores usados	<ul style="list-style-type: none"> • P&D 	<ul style="list-style-type: none"> • P&D • Patentes • Balanço de pagamentos tecnológicos 	<ul style="list-style-type: none"> • P&D • Patentes • Balanço de pagamentos tecnológicos • Produtos <i>high-tech</i> • Bibliométricos • Recursos Humanos • <i>Survey</i> de inovação 	<ul style="list-style-type: none"> • P&D • Patentes • Balanço de pagamentos tecnológicos • Produtos <i>high-tech</i> • Bibliométricos • Recursos Humanos • <i>Survey</i> de inovação • <i>Survey</i> de tecnologias de produção • Apoio público a tecnologias industriais • Investimentos intangíveis • Indicadores de tecnologias da informação e comunicação • Indicadores provenientes de análise econômica: matriz de insumo-produto, produtividade, capital de risco, fusões e aquisições
Modelo conceitual	Linear		Elo de cadeia	Sistêmico
Papel dos especialistas	Provedores de dados e metodologias			Provedores de dados, metodologia e análise, integração de vários tipos de indicadores, C&T, econômico e social.

Quadro 2 - Desenvolvimento de Indicadores de CT&I

Fonte: Sirilli (2000)

Nessa evolução, observam-se alterações em termos de foco, lógica e usuários. Conforme Barré *et al.* (2006), os esforços pioneiros de mensuração focavam-se nas comunidades científicas (quantificação de cientistas) e na sua produtividade (quantificação dos artigos científicos). Segundo Godin (2008), antes

da década de 20, os próprios cientistas realizavam a mensuração da ciência, sendo o foco das estatísticas coletadas a demografia, a geografia, a produtividade e o desempenho dos homens da ciência e dos cientistas. Buscava-se quantificar e localizar a geração de ciência (cientistas e ensaios científicos), e a própria comunidade científica se configurava como autora das estatísticas. A partir da década de 40, as estatísticas relacionadas à ciência mudaram o foco e o agente de produção.

No período pós-guerra até a década de 80, os governos nacionais e suas agências de estatística transformaram-se no principal demandante de informações para orientação das políticas e para avaliação de resultados e, as atividades de P&D institucionalizadas e sistemáticas passaram a ser o foco das atenções (LEPORI; GODIN, 2006) e, em especial, relacionados ao dinheiro gasto em P&D, como os indicadores “despesas brutas em P&D” e “despesas brutas em P&D/ produto interno bruto” (GODIN, 2008). A coleta de dados expandiu-se para além das universidades, abrangendo outros setores da economia, como indústria, governo e organizações sem fins lucrativos (BARRÉ *et al.*, 2007).

Nesse período, a atenção voltou-se para as organizações e as nações; ampliou-se o conceito de atividade geradora de conhecimento, incorporando aspectos de desenvolvimento e de difusão, e a mensuração passou a focar a eficiência, baseando-se em modelo de *input/output*. Indicadores de *inputs*, como gastos alocados em atividades de P&D e quantidade e perfil de recursos humanos dedicados a C&T e de *outputs* como patentes, publicações e de transferência de tecnologia (balanço de pagamentos tecnológicos), constituíram elementos de análise. Houve estímulo aos países para construção de bases regulares de dados que compreendessem esta multiplicidade de indicadores, e houve o uso destes para monitoramento de progresso e para apoio na geração de políticas de C&T em análises comparativas entre nações e setores.

A partir dos anos 90, o conceito de inovação tornou-se o ponto de destaque. Observou-se grande esforço de padronização metodológica de coletas de estatísticas de CT&I ancorada em uma família de manuais (Manual Frascati, Manual de Balanço de Pagamentos Tecnológicos, Manual de Patentes e Manual de Oslo), os quais que norteiam os levantamentos e os estudos realizados em diversos países em relação à CT&I. Dentre estes manuais, o Manual de Oslo estabelece diretrizes específicas para mensuração de inovações tecnológicas (de produto e de processo),

organizacionais e de *marketing* realizadas em empresas. A primeira edição do manual foi publicada em 1992, a segunda (1997) e a terceira (2003) foram publicadas conjuntamente com a Comissão Europeia. A notoriedade do conceito de inovação e a experiência europeia deflagram a proliferação dos chamados *Innovation Surveys* em diversos países nos anos 90.

Segundo Godinho (2007), as estatísticas e os indicadores da inovação surgidos na década de 90 procuraram compreender os efeitos dos fenômenos de inovação no desempenho econômico com enfoque nos mecanismos de produção, captação, distribuição, absorção e aplicação do conhecimento. Tais estatísticas abrangem uma diversidade de fontes na tentativa de captar os multifacetados aspectos da economia baseada no conhecimento. Neste sentido, o fluxo de conhecimento e a interação entre os agentes nos sistemas de pesquisa e de inovação, sejam nacionais, regionais ou locais, passam a ser o foco das análises e abrem espaço para a construção de novas abordagens de mensuração que se desenvolvem a partir do começo do novo século.

Segundo Barré *et al.* (2006), o desenvolvimento teórico sobre o processo de inovação, os avanços e o acesso às tecnologias digitais e a entrada de novos atores no sistema de pesquisa e de inovação abriram espaço para o desenvolvimento de um novo conjunto de indicadores. Dentre eles, destacam-se os indicadores compostos, de posicionamento, de rede, de desempenho de rede e de capacidades tecnológicas.

Segundo *Economic and Social Commission for Western Asia* (2003), a produção de indicadores compostos tem abrangido: (a) indicadores relacionados a condições estruturais e de infraestrutura que influenciam na capacidade do país e das empresas de expandir as ações de inovação; (b) indicadores de capacitação em CT&I, que abordam a forma de geração e de utilização do conhecimento, os sistemas de apoio e de fomento à pesquisa e os aspectos de planejamento estratégico de P&D; (c) indicadores relacionados a desenvolvimento de recursos humanos, incluindo sistemas de educação superior e de treinamento técnico especializado; e (d) indicadores relacionados a aspectos sociais e culturais que condicionam o processo de inovação. Pode-se citar como exemplos destes indicadores compostos: *World Economic Forum Technology Index* (ARCHIBUGI; COCO, 2005), *Industrial Development Scoreboard* (ARCHIBUGI; COCO, 2005), *European Innovation Scoreboard* (GRUPP; MOGEE, 2004), *Technology*

Achievement Index (DESAI *et al.*, 2002), *ArCo Technological Capabilities Index* (ARCHIBUGI; COCO, 2004), *Science and Technology Capacity Index* (WAGNER *et al.*, 2004 *apud* ARCHIBUGI; COCO, 2005), Indicadores de esforço e de desempenho em capacidade tecnológica (INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2005) e Índice Brasil de Inovação (FURTADO *et al.*, 2008).

De forma geral, a maioria dos índices observados na literatura tem como nível de análise dados agregados (país ou setor) ¹⁹, utiliza dados secundários e sua periodicidade é pontual (única) ou esporádica, não configurando nenhum deles séries históricas que possibilitem observação de evolução temporal. Na maioria dos casos, os índices são formados por dimensões (geração de tecnologia, difusão, infraestrutura, capacidades humanas, *etc.*), desdobradas em variáveis, e alguns temas/variáveis são recorrentes entre eles, como o uso de patentes como um indicador de geração de tecnologia, o uso de indicadores de tecnologias de informação e comunicação (TIC) em termos de infraestrutura e difusão tecnológica e o uso de educação superior em ciência e em engenharia como indicador de capacidade humana. A agregação das variáveis e das dimensões é feita pela definição de um conjunto de ponderação, bem como, normalização das variáveis. Na maioria dos casos, a atribuição dos pesos segue um padrão de simetria e é realizada pela equipe sem aplicação de técnicas matemáticas ou estatísticas, e a normalização é feita pela distância do melhor e do pior desempenho, variando de [0-1].

Os indicadores de posicionamento (*positioninig indicators*) consistem na caracterização do posicionamento e da trajetória dos elementos dos sistemas de inovação, considerando que estes são compostos por agentes estratégicos, heterogêneos e autônomos que estabelecem relações entre si (competição, cooperação ou outras) formando um sistema no qual as competências encontram-se distribuídas (BARRÉ, 2006). Experiências com este tipo de indicadores têm sido desenvolvidas no âmbito do projeto *European Network of Indicator Producers* em projetos como o CHINC - *Changes in University Incomes and their Impact on University - based Research and Innovation* (PRIME/ ENID, 2006) e AQUAMETH -

¹⁹ Em alguns casos, há pré-agrupamento das unidades de análise (por número de patentes, pela intensidade em P&D e porte), buscando isolar condições de contorno na execução da comparação dos valores obtidos.

Advanced Quantitative Methods for the Evaluation of the Performance of the Public Sector Research (PRIME/ ENID, 2007).

Os indicadores de rede observados na literatura, como os estudos desenvolvidos no âmbito do projeto *Science, Technology, Innovation Network Indicators* (STI-NET²⁰), baseiam-se em *proxies*, como a amplitude das alianças estratégicas, as patentes, as citações de patentes, as publicações científicas, as citações da publicação, as parcerias e o desenvolvimento tecnológico. O mapeamento de competências científico-tecnológicas por meio da identificação e da mensuração de redes de pesquisa e de inovação tem sido útil na localização geográfica do fenômeno de geração de conhecimento e no suporte a decisões de alocação de recursos financeiros, físicos e humanos. Por outro lado, dado o reconhecimento da importância de redes de inovação em otimizar recursos e potencializar resultados e a proliferação de cooperações multilaterais, outro tipo de indicador passa a ser demandado: indicadores de monitoramento de performance/impacto de rede. Trabalhos como os de Enkel e Gassmann (2005) e de Jordan, Hage e Mote (2008) buscam detecção e determinação do desempenho esperado de redes de inovação.

Outros grupos de indicadores que se incluem nos esforços de interpretação dos fenômenos de CT&I versam sobre o tema de acumulação técnica e capacidades tecnológicas. No tópico a seguir, apresenta-se o estado da arte dos modelos de mensuração encontrados na literatura e que dão suporte a construção do modelo proposto.

3.4 Modelos de mensuração de capacidades tecnológicas

Segundo Castro (2002), nos anos 1970 e 1980, os estudos de acumulação tecnológica tiveram o desenvolvimento da perspectiva técnica como centro de suas atenções. Já nos anos 1990, os trabalhos sobre acumulação de capacidades tecnológicas adotaram uma perspectiva mais ampla e exploraram aspectos relacionados às dimensões organizacionais e gerenciais, aos processos de

²⁰ Ver: <http://www.stinet.org>.

aprendizagem e a relação das capacidades e aos impactos sobre desempenho competitivo das empresas. O autor menciona que, no final da década, os estudos relacionados ao processo industrial direcionavam-se para as mudanças ocorridas na organização da produção, para o surgimento de novos conceitos e técnicas gerenciais, como o *kaizen* e o *lean manufacturing*, e para os processos de melhoria contínua na manufatura.

A despeito da função crucial das capacidades tecnológicas para melhoria da competitividade e aumento do grau de inovatividade de uma empresa, sua natureza de caráter tácito impõe dificuldades na identificação dos componentes que fazem parte do conceito e na mensuração desses componentes. Segundo Jonker, Romijn e Szirmai (2006), as tentativas de operacionalizar os conceitos e as relações entre esforços tecnológicos, capacidade tecnológica e desempenho econômico ao nível das empresas de forma empírica consideram apenas parte do espectro, apresentam problemas de escolha de “proxies” de mensuração e expõem a complexidade de distinguir os conceitos de esforços, capacidades e desempenho.

Panda e Ramanathan (1996), ao realizarem as definições e *proxies* de mensuração de capacidade tecnológica em estudos da literatura, ressaltam os seguintes problemas relacionados com a mensuração da capacidade tecnológica: (1) dificuldade da definição do conceito de capacidade tecnológica com nível de detalhamento substancialmente diferenciado e foco em capacidades relacionadas à transferência de tecnologia de firmas desenvolvidas para firmas em desenvolvimento, desconsiderando questões de formação de alianças estratégicas, integração, flexibilidade, tempo decorrido entre desenho e mercado, dentre outras questões; (2) os trabalhos não especificam como todas as atividades tecnológicas realizadas por uma empresa podem ser listadas e relacionadas com as capacidades identificadas correspondentes; (3) a classificação da capacidade tecnológica não mostra as especificidades funcionais de cada tipo de empresa/setor onde as funções de criação/desenho, produção, *marketing*, serviços assumem importâncias diferenciadas.

Diferentes estruturas analíticas e de mensuração de capacidades tecnológicas podem ser observadas na literatura. Tais proposições apresentam diferenças nos elementos considerados, uns mais restritos outros mais amplos, forma de agregação ou não agregação e nas formas de condução do estudo.

Katz (1987) apresenta uma estrutura analítica que distingue esforço tecnológico de capacidade tecnológica em uma indústria têxtil. Partindo da hipótese de relacionamento estrito entre desempenho de uma empresa e seus esforços tecnológicos e capacidades tecnológicas, para o autor, os indicadores de desempenho, como kg/homem-hora, volume total da produção, matérias-primas/kg de produto, melhoria da qualidade e introdução de novos produtos são indicadores do nível de capacidade tecnológica revelado ao invés de indicadores de desempenho econômico.

Lall (1992), com base em funções (capacidade de investimento, capacidade de produção e ligações com a economia) e no grau de complexidade decorrente do desenvolvimento progressivo das habilidades (níveis básico, intermediário e avançado), compôs uma matriz de análise do processo de acumulação de capacitação tecnológica das empresas (Quadro 2). A **capacidade de investimentos**, dividida em habilidades de pré-investimento e de execução de projetos, representa as habilidades para identificar, preparar e obter tecnologia, desenho, construção, instalação, funcionários e comissão para uma nova instalação ou ampliação; a **capacidade de produção** engloba habilidades de engenharia de processo, engenharia de produto e engenharia industrial e varia de capacidades básicas, tais como controle de qualidade, operação e manutenção, até os mais avançados, tais como a adaptação, melhoria e inovação; e a **ligação com a economia** que são habilidades necessárias para o desenvolvimento da capacidade de transmitir e de receber informações, habilidades e tecnologias. Este modelo tem sido utilizado como base em estudos de trajetórias de acumulação de capacidades tecnológicas, de direção e velocidade e de aprimoramento do desempenho técnico-econômico. Como exemplo, citam-se estudos realizados na indústria de aço (FIGUEIREDO, 2002), na indústria de celulose e papel (TACLA; FIGUEIREDO, 2002) e na indústria eletrônica (ARIFFIN; FIGUEIREDO, 2002).

O modelo analítico parte de uma matriz descritiva dos níveis de complexidade possíveis-observáveis para cada função das capacidades de produção (engenharia e gestão de projetos; produtos, processos e sistemas organizacionais e equipamentos de processo ou categorias similares) e faz distinção entre capacidades de rotina (definidas como os recursos para produzir bens e serviços com determinado nível de eficiência) e inovadoras (recursos adicionais e distintos para gerar e gerir atividades tecnológicas inovadoras). A análise realiza-se

a partir da identificação dos estágios das empresas do setor sem preceder agregação dos elementos em um índice síntese. Alguns destes estudos, como o conduzido por Tacla e Figueredo (2001), incorporam à análise, um modelo para a aprendizagem, composto pela análise de quatro processos: aquisição externa e interna de conhecimento, socialização e codificação.

		Investimento		Produção			Ligações com a economia	
		Pré-investimento	Execução de projeto	Engenharia de processo	Engenharia de produto	Engenharia industrial		
Nível de complexidade	Básica	Simple, de rotina (baseado em experiência)	Estudos de viabilidade técnico-econômica; seleção local, planejamento de investimento	Construção civil, serviços auxiliares, e instalação de equipamentos	Debugging, balanceamento, controle de qualidade, manutenção preventiva, a assimilação de tecnologia de processos	Assimilação de desenho de produto, engenharia reversa, adaptações incrementais para necessidades de mercado	Fluxo de trabalho, estudos de tempos de trabalho, controle de estoque	Aquisição local de bens e serviços, troca de informação com fornecedores
	Intermediária	Adaptável, duplicável (baseada em busca)	Pesquisa de fonte de tecnologia, negociação de contratos, condições adequadas de barganha, sistemas de informação	Aquisição de equipamentos, engenharia detalhada, treinamento e recrutamento de pessoal habilitado	Adaptações de equipamento e processos; redução de custo, licenciamento de novas tecnologias	Melhoria de qualidade de produto, modificação de produtos adquiridos por licenciamento	Monitoramento de produtividade, melhoria de coordenação	Transferência de tecnologia de fornecedores locais, desenho coordenado, ligações de C&T
	Avançada	Inovativa, de risco (baseado em pesquisa)		Desenho de processo básico, desenho de equipamentos e fornecimento	Inovação de processo <i>in house</i> , pesquisa básica	Inovação de produto <i>in house</i> , pesquisa básica		Capacidade "turnkey, P&D cooperativa, licenciamento próprio de tecnologia para outros

Quadro 3 - Matriz ilustrativa de capacidades tecnológicas

Fonte: adaptado de Lall (1992)

De forma semelhante, Neves (2000), com base nos modelos de Barbosa e Carot (1993) e de Lall (1992), propõe a análise da capacidade tecnológica focada em recursos, rotinas e operações para a indústria de alimentos da Baixada cuiabana. O autor considerou indicadores de **qualificação de recursos humanos** (qualificação e formas de capacitação), de **controle de produção** (perfil do planejamento estratégico, engenharia de processos, engenharia de produto) e de **desenvolvimento de tecnologias** (tecnologias utilizadas e acesso a novas tecnologias) para os quais identificou padrões ou estágios em nível básico, intermediário e avançado. O modelo pautou-se em um conjunto de variáveis indicadoras de nível de instrução, perfil de planejamento, controle de qualidade, melhoria de processo produtivo, desenvolvimento de produto, interação com o

ambiente externo e infraestrutura de produção e no somatório de escores aferidos com base em uma escala (1 a 5) pelos entrevistados.

Tomando como partida os diferentes níveis estratégicos e as funções de agregação de valor (criação, desenho e engenharia, construção, produção, marketing e venda e serviços) nas empresas, Panda e Ramanathan (1996) propuseram uma metodologia de avaliação de capacidade tecnológica de firmas no setor elétrico. Neste trabalho, a capacidade tecnológica é mensurada em quatro categorias que em conjunto constituem a capacidade tecnológica de uma empresa, a saber: **capacidades tecnológicas estratégicas** (compreendem as capacidades associadas à criação, ao desenho e à engenharia e construção), **capacidades táticas** (incluem capacidades associadas à produção, ao *marketing*, à venda e aos serviços); **capacidades tecnológicas suplementares** (consistem de capacidades de aquisição e de suporte) e **capacidade de direção**. A metodologia proposta pelos autores, em forma de processo de auditoria, compreende cinco passos: determinação das capacidades tecnológicas necessárias para esses estágios, desenvolvimento de indicadores para avaliar as capacidades tecnológicas identificadas, *benchmarking* das capacidades avaliadas, constituindo a chamada “empresa estado-da-arte”, análise das razões para as lacunas entre as capacidades tecnológicas entre a empresa estudada e a “empresa estado-da-arte”.

Os autores desenvolveram uma matriz de indicadores para cada elemento compreendido no modelo e atribuem uma descrição a cada variável em termos nível alto, médio e baixo. Por exemplo, a “capacidade de criação” é composta de três elementos: (i) capacidade de realizar melhorias de produto(s) e processo(s) existentes e desenvolvimento de novos; (ii) a capacidade de criar uma nova estrutura de organização e (iii) capacidade para planejar, monitorar e controlar projetos de pesquisa e desenvolvimento. O primeiro elemento é mensurado por cinco indicadores, dentre eles, o orçamento total anual em P&D descrito como alto (se mais de US\$100 milhões), médio (entre US\$ 50 a 100 milhões) e baixo (menor que US\$ 50 milhões).

Já Tremblay (1994) concentrou sua análise na dimensão organizacional da capacidade tecnológica ao realizar uma análise comparativa entre empresas de papel e celulose indianas e canadenses. O autor considerou na comparação as seguintes dimensões: **motivação e comprometimento para mudar, liderança, relacionamentos, processo de tomada de decisão, canais de**

comunicação, fluxo de informação, interação, tipo de hierarquia, flexibilidade organizacional e atitude gerencial.

Biggs *et al.* (1995), ao estudarem a relação entre a capacidade tecnológica e a produtividade total de fatores em empresas africanas, distinguem quatro conjuntos de variáveis: (1) **mecanismos de aprendizagem**, (2) **esforços tecnológicos**, (3) **capacidades tecnológicas**, consideradas como retornos de mecanismos de aprendizagem e (4) **fator de produtividade total**. No entanto, as fronteiras entre esses conjuntos são intrincadas. Capacidades tecnológicas são medidas por *proxies*, como o nível de escolaridade do gerente de produção e do gerente geral, a presença de cientistas na força de trabalho ou o comprometimento de pessoal para melhoria da produtividade.

Miyaji e Soares (2002), partindo da definição de que capacidade tecnológica seria o conjunto composto pela tecnologia, habilidades individuais e capacidades organizacionais, conduziram a análise da CT nas micro e pequenas empresas de laticínios da região localizada na Zona da Mata de Minas Gerais, através dos itens: **grau de escolaridade, treinamentos, fonte de informação e intensidade de acesso, tecnologia empregada, nível de investimento e grau de inovação**. A análise consistiu em sistematização dos dados por estatísticas descritivas com segmentação das empresas por estratos de capacidade de processamento industrial. Algumas das variáveis levantadas baseiam-se na avaliação subjetiva, como no caso da variável “tecnologia empregada” avaliada através dos julgamentos “deixa a desejar”, “satisfatório” e “moderno e avançado”.

Os estudos de Guan e Ma (2003), Yam *et al.* (2004), Yam, Tang e Lau (2010), baseados em Adler e Shenbar (1990), conduzem a análise da capacidade tecnológica de firmas, utilizando sete dimensões: **capacidade de aprendizagem** (capacidade da empresa para identificar, assimilar e explorar o conhecimento do meio ambiente), **capacidade de P&D** (capacidade de uma empresa de integrar a estratégia de P&D, implementação do projeto, gerenciamento de portfolio de projetos e despesas de P&D), **capacidade de alocação de recursos** (foca na capacidade de uma empresa ter capital, profissionais e tecnologia adequados no processo de inovação); **capacidade de produção** (capacidade de uma empresa para transformar resultados de P&D em produtos que atendam as necessidades do mercado, em sintonia com o pedido), **capacidade de marketing** (capacidade para divulgar e vender produtos com base no entendimento das necessidades dos

consumidores, situação de concorrência, custos e benefícios), **capacidade de organização** (capacidade em garantir mecanismo de organização e de harmonia, cultivando a cultura da organização e a adoção de boas práticas de gestão) e **capacidade de planejamento estratégico** (capacidade para identificar os pontos fortes e as fraquezas internas e as oportunidades e ameaças externas, formular planos de acordo com visão empresarial e missão). Os indicadores de mensuração destas capacidades são avaliados subjetivamente pelas empresas, usando uma escala de sete pontos e, posteriormente, são calculadas médias para cada tipo de capacidade.

O Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (2005) propôs a análise de gargalos tecnológicos da agroindústria paranaense (segmentos de laticínios, moinhos, massas, biscoitos, fécula de mandioca, couro, olerícolas minimamente processadas, polpas e sucos de frutas) com base em indicadores compostos de capacidade tecnológica centrados em aspectos de esforços, de uso de tecnologia avançadas, de resultados e do grau de articulação entre os agentes da cadeia produtiva. A análise teve como base um conjunto de seis indicadores: **de esforço de inovação em processo, de esforço em qualidade, de desempenho em eficiência de processo, de desempenho em qualidade, de desempenho em inovação de produto e de articulação local da cadeia produtiva**. O conjunto de variáveis que compunha cada um dos seis indicadores foi agregado segundo uma estrutura de pesos sugerida por especialistas, sendo as variáveis normalizadas pela distância dos melhores e piores valores observados. A análise setorial foi realizada por meio do valor médio e da dispersão dos seis indicadores e dos subconjuntos que os compunham. O trabalho de Jonker, Romijn e Szirmai (2006) buscou desenvolver medidas quantitativas de esforço tecnológico nível-máquinas, capacidades tecnológicas e desempenho econômico para a indústria de papel na Indonésia e estabelecer as correlações entre as dimensões. Os indicadores de esforço tecnológico empregados no trabalho foram divididos em três categorias: esforço interno formal (indicadores relacionados à educação formal, treinamento e experiência de operadores e de gerente), esforço interno informal, (indicadores do tipo ordinal, medidos por uma escala de categorias de frequência de mecanismos não formais de aprendizagem tais como checagem, visitas, leitura, etc.) e redes externas (indicadores de frequência e escala categórica de interação com os demais atores da cadeia). Os indicadores de capacidade tecnológica, definida pelos autores

como uma combinação de capacidade de produção e de inovação, foram baseados nas trajetórias de mudanças técnicas resultantes, sendo utilizados no estudo os seguintes indicadores: **rendimento do processo de produção, diferenciação horizontal do produto, diferenciação vertical do produto, modificações em escala e organização e modificação de insumos.**

Lu, Chen e Wang (2007) propuseram a avaliação da capacidade de inovação tecnológica através de um índice multidimensional agregado que contemplou cinco dimensões: **capacidade de P&D, capacidade de decisão de inovação, capacidade de marketing, capacidade de manufatura e capacidade de capital**, mensuradas a partir de 24 indicadores quantitativos e qualitativos. Para operacionalização do índice, os autores fizeram uso do método AHP para determinar a ponderação dos aspectos e dos critérios de desempenho de inovação e o método *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making* (MADM) para avaliar o desempenho de inovação das firmas.

Observa-se também na literatura outros estudos de estabelecimento de relações entre desempenho e capacidade tecnológica. Tais estudos empregam como *proxies* e indicadores de capacidade tecnológica: número de trabalhadores enviados para cursos de treinamento externo, formação do empresário ou executivo (WIGNARAJA; IKIARA, 1999), estatísticas de patentes (número de patentes, índice de impacto de patentes, tempo de ciclo de tecnologia, número médio de artigos científicos referenciados sobre a patente, variáveis combinadas de patentes e de impacto e patentes e número de artigos referenciados sobre as patentes), medidas de intensidade de P&D (gastos de P&D total pela venda total) (COOMBS; BIERLY, 2006) e análise da situação da empresa em relação aos seus competidores em diversos itens, tais como aquisição de informação tecnológica, identificação de novas oportunidades tecnológicas, resposta a mudanças tecnológicas, domínio da tecnologia estado-da-arte e desenvolvimento de uma série de inovações constantemente, segundo escala de 1 a 7 (muito bom a muito melhor), (ZHO; WU, 2010).

O Quadro 3 sumariza os trabalhos encontrados na literatura, apresentados neste tópico. Com relação aos temas ou variáveis abordadas pelos diferentes trabalhos relatados, observa-se:

(a) Uso de indicadores ou dimensões de resultados, como *proxies* para CT, conforme trabalhos de Katz (1987), Instituto Paranaense de Desenvolvimento

Econômico e Social (2005) e Jonker, Romijn e Szirmai (2006), considerando que as CTs estão refletidas no desempenho da empresa;

- (b) A grande maioria dos trabalhos (LALL, 1992; PANDA; RAMANATHAN, 1996; NEVES, 2000; FIGUEIREDO, 2002; TACLA; FIGUEIREDO, 2002; GUAN; MA, 2003; YAM *et al.*, 2004; LU; CHEN; WANG, 2007; YAM; TANG; LAU, 2010) emprega a abordagem funcional, identificando componentes, de acordo com as funções. Algumas capacidades componentes, embora com nomes diferenciados, são recorrentes entre elas: capacidade de produção - controle de produção - manufatura; capacidade de investimento - criação/engenharia e construção – alocação de recursos – capital e decisão de inovar; e *marketing* e vendas - *marketing*
- (c) Alguns trabalhos fazem distinção entre esforços tecnológicos, mecanismos de aprendizagem e capacidades de aprendizagem, como nos trabalhos de Biggs *et al.* (1995) e Jonker, Romijn e Szirmai (2006);
- (d) Uso de índices formados por dimensões desdobradas em variáveis como nos trabalhos de Panda e Ramanathan (1996), Neves (2000), Guan e Ma (2003), Yam *et al.* (2004), Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (2005), Lu, Chen e Wang (2007) e Yam, Tang e Lau (2010).
- (e) Uso da lógica de níveis de complexidades para descrição dos indicadores/variáveis, como nos trabalhos de Lall (1992), Figueiredo (2002), Tacla e Figueiredo (2002), Ariffin e Figueiredo (2002), Panda e Ramanathan (1996) e Neves (2000);
- (f) Uso de avaliações subjetivas para aferir o estado da empresa com relação à variável/indicador, como nos trabalhos de Lu, Chen e Wang (2007) e Zho e Wu (2010).
- (g) Outro aspecto que também deve ser ressaltado refere-se ao fato de que a importância dos diferentes componentes da capacidade tecnológica é afetada pela natureza da atividade econômica em que ocorre a análise, ou seja, componentes associadas à operacionalização de tecnologias são mais valorizadas em setores manufatureiros do que em setores de desenvolvimento de *software*, por exemplo.

AUTORES	DIMENSÕES/VARIÁVEIS	MÉTODO
Katz (1987)	Indicadores de desempenho (p.ex.kg/ homem-hora, volume de produção, matérias-primas/kg de produto), melhoria da qualidade e novos produtos como indicadores do nível de CT revelado.	Proposição de estrutura analítica
Lall (1992); Figueiredo, (2002); Tacla e Figueiredo (2002); Ariffin e Figueiredo, (2002)	Análise descritiva do processo de acumulação de capacitação tecnológica das empresas com base em funções (capacidade de investimento – pré-investimento e execução de projetos -, capacidade de produção - engenharia de processo, engenharia de produto e engenharia industrial - e ligações com a economia) e no grau de progressivo das habilidades (níveis básico, intermediário e avançado)	Análise da evolução da acumulação e da velocidade das capacitações tecnológicas com base na observação da posição da empresa com relação aos níveis de complexidade estabelecidos
Panda; Ramanathan (1996)	Capacidades estratégicas (capacidades de criação, de desenho e engenharia e de construção) capacidades táticas (capacidades de produção, de <i>marketing</i> e venda e de serviços), Capacidades suplementares (capacidades de aquisição e de suporte) e capacidades de direção .	Metodologia de auditoria com base em uma matriz de indicadores definidos, segundo os critérios alto, médio e baixo
Tremblay (1998)	Motivação e comprometimento para mudar, liderança, relacionamentos, processo de tomada de decisão, canais de comunicação, fluxo de informação, interação, tipo de hierarquia, flexibilidade organizacional e atitude gerencial.	Estudo descritivo comparativo de casos
Biggs <i>et al.</i> (1995)	(1) mecanismos de aprendizagem, (2) esforços tecnológicos, (3) capacidade tecnológica, as quais são retornos de mecanismos de aprendizagem e (4) fator de produtividade total.	Análise isolada de indicadores estabelecidos para cada categoria
Neves (2000)	Qualificação de recursos humanos (qualificação e formas de capacitação), controle de produção (perfil do planejamento, engenharia de processos e de produto) e desenvolvimento de tecnologias (tecnologias utilizadas e acesso a novas tecnologias)	Índice formado pelo somatório de escores aferidos pelos entrevistados de 1 a 5 nas variáveis controle de produção e desenvolvimento de tecnologias
Guan e Ma (2003), Yam <i>et al.</i> (2004), Yam <i>et al.</i> (2010), baseados em Adler e Shenbar (1990)	Capacidades de aprendizagem, de P&D, de alocação de recursos, de produção, de <i>marketing</i> , de organização e de planejamento estratégico.	Avaliados subjetivamente pelas empresas, usando escala de sete pontos e cálculo de média para cada tipo de capacidade.
Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (2005)	Indicadores de Esforço de Inovação em Processo, de Esforço em Qualidade, de Desempenho em Eficiência de Processo, de Desempenho em Qualidade, de Desempenho em Inovação de Produto e de Articulação Local da Cadeia Produtiva.	Indicadores ponderados, segundo estrutura de pesos sugerida por especialistas. Normalização pela distância dos melhores e piores, variando de 0 e 1.
Jonker, Romijn e Szirmai (2006)	Indicadores de esforço tecnológico (esforços interno formal e interno informal e redes) e de capacidade tecnológica (rendimento do processo, diferenciação horizontal do produto e vertical do produto, modificações em escala, organização e de insumos)	
Lu, Chen e Wang (2007)	Capacidade de P&D (% pesquisadores, tx. sucesso de produtos de P&D, autogeração produtos, nº patentes e intensidade P&D), capacidade de decisão de inovação (inovatividade de idéias P&D, intensidade colaboração com outras agentes P&D, habilidade de compartilhar conhecimentos, previsão e avaliação inovações tecnológicas e iniciativas inovação empresário), capacidade de <i>marketing</i> (participação mercado, competitividade produtos novos, monitoramento situação mercado, unidade <i>marketing</i> especializado, exportação), capacidade de manufatura (nível tecnologia avançada, nível qualidade produto, tx sucesso comercialização, nível qualidade pessoal e tempo do ciclo) e capacidade de capital (habilidade arrecadação fundos, alocação ótima, intensidade capital entrada, retorno investimento)	Índice sintético com uso do método <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP) para determinar a ponderação dos aspectos e teoria de conjuntos difusos para realizar os julgamentos subjetivos dos avaliadores

Quadro 4 - Principais características dos sistemas de mensuração de capacidades tecnológicas observados na literatura

Fonte: Elaboração própria

Com relação aos métodos, a maioria dos trabalhos relatados faz uso de análise comparativa descritiva, quer seja sob forma de auditoria ou de análise de casos, com base no modelo estabelecido. Alguns como os de Neves (2000), Guan e Ma (2003), Yam *et al.* (2004), Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (2005), Lu, Chen e Wang (2007) e Yam, Tang e Lau (2010) avançam no intuito de compor índices agregados de mensuração da capacidade tecnológica, através de somatório ou médias de escores ou índices ponderados com uso de método *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

Com base nas definições de capacidade tecnológica consideradas e nos trabalhos de mensuração avaliados, tecem-se as seguintes considerações:

- (a) O desenvolvimento tecnológico de uma empresa reúne uma multiplicidade de elementos que conferem ao tema mais complexidade do que a análise de alguns pontos isolados. Neste sentido, o conteúdo tecnológico de uma empresa não está vinculado somente ao produto ou ao serviço final ou ao conjunto de objetos físicos e operações técnicas, mas está imbricado em (i) um conjunto de recursos associados a diferentes funções executadas pela empresa, (ii) conjunto de conhecimentos que contribuem para seu desenvolvimento e (iii) na interação que a empresa possui com o ambiente em que está inserida.
- (b) Tomando por base o conceito de tecnologia como o conjunto de conhecimentos, de ferramentas e de técnicas necessários para se conceber, desenvolver, produzir, distribuir e dar destino final a produtos e serviços, a capacitação tecnológica pode ser compreendida como específica para cada atividade produtiva e inserida na dimensão estratégica das decisões de gerar, adquirir ou adaptar tecnologias, mas também está espelhada nas dimensões de operacionalização e relacional por meio dos recursos disponíveis, da atualização tecnológica da empresa, dos mecanismos de aprendizagem empregados e das ligações da empresa com o ambiente externo. Em atividades da indústria de alimentos, componentes associadas à manufatura são muito importantes.
- (c) Considerando que capacitações constituem elementos de seleção, de interação e de coordenação entre *inputs* e processos na produção de bens e de serviços somado a ideia de cumulatividade como condicionante do processo de mudança técnica, o conceito de capacitação pode ser considerado uma construção de segunda ordem, operacionalizada na forma de relações de conjuntos hierárquicos e com uma lógica de progressão de níveis, do básico para o

avançado. Considera-se certo grau de indissociabilidade entre recursos tangíveis, recursos intangíveis e capacidades tecnológicas de uma determinada firma, podendo serem os mesmos usados como *proxies* para sua análise. O caráter de acumulação permite pressupor a existência de estágios pelos quais a firma transita durante o seu ciclo de vida. Parte-se do pressuposto de que a expressão do grau de capacidade tecnológica de uma determinada empresa pode ser vislumbrada através de elementos potenciais, como o grau de instrução dos empregados, o uso de uma tecnologia avançada disponível no mercado ou grau de interação com demais agentes dentre outros elementos.

- (d) Considerando sua natureza difusa, as capacidades tecnológicas estão embuídas nas diversas estruturas e funções da empresa, nas operações básicas de manufatura, no controle de qualidade, nos mecanismos de treinamento, na P&D formal, na qualificação de recursos humanos e assim por diante.

Na Figura 8, apresenta-se o modelo de mensuração de capacidades tecnológicas utilizado neste trabalho e que se fundamenta nas considerações efetuadas e na definição de capacidade tecnológica apresentada anteriormente. A seguir, explicitam-se algumas definições das dimensões e dos componentes considerados no modelo.

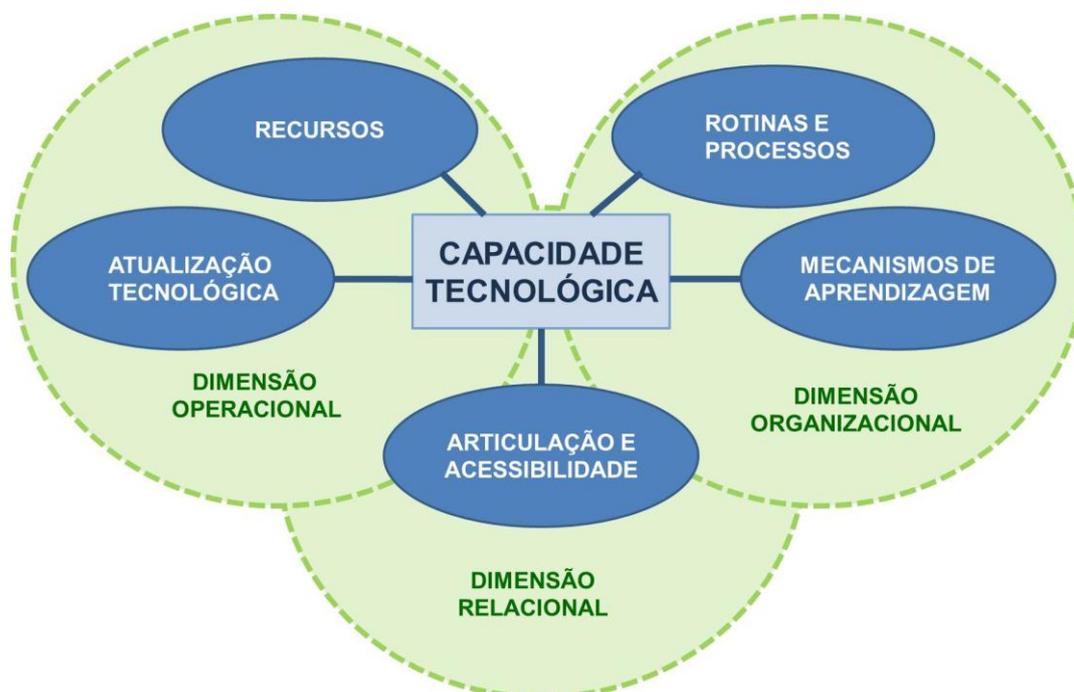


Figura 8 – Modelo de mensuração da capacidade tecnológica

Fonte: Elaboração própria

A dimensão operacional relaciona-se ao processo produtivo propriamente dito, aos recursos financeiros, aos recursos humanos, à infraestrutura disponível e a atualização tecnológica do processo produtivo. A dimensão organizacional refere-se aos processos de gerenciamento e de apoio, comportando as rotinas organizacionais e os processos gerenciais, bem como os mecanismos de aprendizagem desenvolvidos na empresa. A dimensão relacional explora o perfil de ligações que a empresa estabelece com os demais agentes econômicos.

Neste sentido, a identificação da capacidade tecnológica de uma empresa pode ser realizada através da análise de cinco componentes: (i) os esforços realizados pela empresa no sentido de prover a melhoria da eficiência técnica e a inovatividade em termos de recursos financeiros aportados a atividades inovativas, do perfil de recursos humanos e de infraestrutura; (ii) a atualização tecnológica nas diferentes etapas do processo de manufatura em termos de perfil de equipamentos, procedimentos operacionais e materiais utilizados; (iii) o perfil das rotinas e dos processos adotados pela empresa em termos de planejamento, monitoramento e gestão de projetos, engenharia de produto e engenharia de processo; (iv) os mecanismos de aprendizagem desenvolvidos na empresa que permitem a manutenção de canais de aquisição de conhecimentos interna e externamente, bem como sua socialização e codificação; e (v) o perfil de articulação e de interação com o ambiente externo e com fornecedores, bem como a amplitude de acessos a informações tecnológicas.

O Quadro 4 apresenta os elementos considerados e sua relação com os aspectos abrangidos. A descrição dos componentes e das variáveis que compõem o modelo do índice é detalhada no capítulo de procedimentos metodológicos.

COMPONENTES		ASPECTOS ABRANGIDOS
Recursos	Intensidade de investimentos	Reflete o comprometimento e o estoque de recursos da empresa para dar suporte ao processo produtivo e às mudanças técnicas
	Recursos Humanos	
	Infraestrutura	
Atualização tecnológica	Perfil de uso de tecnologia nas diferentes etapas do processo de manufatura/produção	Revela a experiência acumulada e distingue o nível de complexidade do conteúdo tecnológico empregado pela empresa, bem como sua potencialidade de utilizar e controlar tecnologias.
Processos e rotinas	Planejamento e controle	Exprime a capacidade de estabelecer as ações, planejar, monitorar e controlar o conteúdo tecnológico e os projetos a serem desenvolvidos pela empresa, a capacidade de gerenciar e de realizar melhorias (adaptar, reparar, replicar ou criar) de seus produtos e de seus processos bem como integrar seus recursos
	Monitoramento e gestão de projeto	
	Engenharia de produto	
	Engenharia de processo	
Mecanismos de aprendizagem	Aquisição interna	Revela o fluxo de ações desenvolvidas pela empresa para gerar conhecimentos e incorporá-los ao capital da empresa.
	Aquisição externa	
	Socialização	
	Codificação	
Articulação e acessibilidade	Interações com ambiente externo	Explora o desenvolvimento da capacidade de receber informações, habilidades e tecnologias, considerando a amplitude das ligações com o ambiente externo e a intensidade de relacionamento
	Relação com fornecedores	
	Fontes de informação tecnológica acessada	
	Intensidade de participação em evento	

Quadro 5 - Elementos de mensuração de capacidade tecnológica e sua relação

Fonte: Elaboração própria

Este trabalho reconhece que, além dos elementos aqui considerados, fatores externos ao ambiente da firma influenciam a acumulação de capacidades tecnológicas (LALL, 1992; BELL; PAVITT, 1995; FIGUEIREDO, 2001), como exemplo: políticas governamentais macroeconômicas, industriais e tecnológicas; condições do mercado, alterações no comportamento do consumidor quanto a aspectos de saúde e de impactos ambientais, dentre outros. Adicionalmente, a acumulação de competências também pode ser influenciada por outros fatores internos, como a liderança e os valores da empresa (LEONARD- BARTON, 1998; FIGUEIREDO, 2001). Porém, estes elementos não serão considerados no modelo de mensuração.

4. METODOLOGIA E MODELO DO ÍNDICE DE CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA

Neste capítulo, serão apresentados a caracterização de pesquisa desenvolvida, os procedimentos metodológicos empregados na operacionalização do trabalho, bem como a descrição da arquitetura do modelo de índice proposto.

4.1 Caracterização da pesquisa

O processo investigativo conduzido neste trabalho pautou-se no **método dedutivo**, no qual, segundo Lakatos e Marconi (2007), dadas as teorias ou leis aceitas, procede-se a aplicação das premissas em uma situação específica na busca da obtenção dos resultados. Ou seja, com base nos conhecimentos pré-existentes na literatura, efetua-se a construção de mecanismo de análise e mensuração da capacidade tecnológica destinado a empresas do setor agroindustrial.

Dado que o objetivo da pesquisa consiste no desenvolvimento de instrumental-referencial (índice) para mensuração, este trabalho tem caráter de **pesquisa aplicada**. Segundo Gil (1999), a pesquisa aplicada tem como característica fundamental o interesse na aplicação, na utilização e nas consequências práticas dos conhecimentos, pois a preocupação está menos voltada para o desenvolvimento de teorias de valor universal do que para a aplicação imediata em uma realidade circunstancial.

Com relação à natureza da pesquisa, o trabalho tem caráter **instrumental e descritivo**. Vergara (2004) afirma que a pesquisa descritiva pode ser definida como a que revela características de determinada população ou de determinado fenômeno.

Do ponto de vista da fonte de dados e/ou local de execução, fez-se uso de **pesquisa bibliográfica**, na construção do aporte teórico e dos elementos/variáveis do índice, e de **pesquisa de observação** para definição de

variáveis do índice e, posteriormente, para análise da aplicabilidade do instrumental construído. Segundo Santos (2002), a pesquisa bibliográfica é fundamentada nos conhecimentos de biblioteconomia, documentação e bibliografia e tem por finalidade colocar o pesquisador em contato com o que já se produziu a respeito do seu tema de pesquisa. Já a pesquisa de observação consiste na obtenção de informações a respeito de determinado assunto, mediante conversação profissional (LAKATOS; MARCONI, 2007). A aplicação do modelo de índice foi baseada em um pequeno grupo de empresas (propriedades agrícolas e empresas de processamento de alimentos) e estas aplicações podem ser consideradas como casos exploratórios na medida em que permitem a verificação da utilidade do ferramental proposto e pela geração de informações da realidade observada a partir dos dados coletados.

Baseado nas descrições de Lakatos e Marconi (2007), a presente tese faz uso das seguintes técnicas de pesquisa:

- (a) Documentação indireta – pesquisa bibliográfica, abrangendo a busca de bibliografia já tornada pública em relação ao tema a fim de identificar o estado da arte concernente ao assunto;
- (b) Observação direta intensiva – entrevistas, referentes à coleta de dados mediante conversação face a face e de maneira metódica, ocorridas na etapa de consulta a especialistas e na etapa de coleta de dados para aplicação do modelo proposto;

4.2 Procedimentos metodológicos

A elaboração desta tese compreendeu três etapas, a saber: (a) estabelecimento de uma estrutura teórica com base na revisão de literatura e levantamento de elementos importantes em pesquisa observacional com especialistas, (b) elaboração do modelo do índice com identificação dos componentes, estrutura de cálculo, normalização e ponderação de variáveis e (c) a aplicação e ajuste do modelo proposto por meio de uma pesquisa observacional com unidades agrícolas e empresas de processamento agroindustrial. A Figura 9 apresenta as etapas da execução da pesquisa.

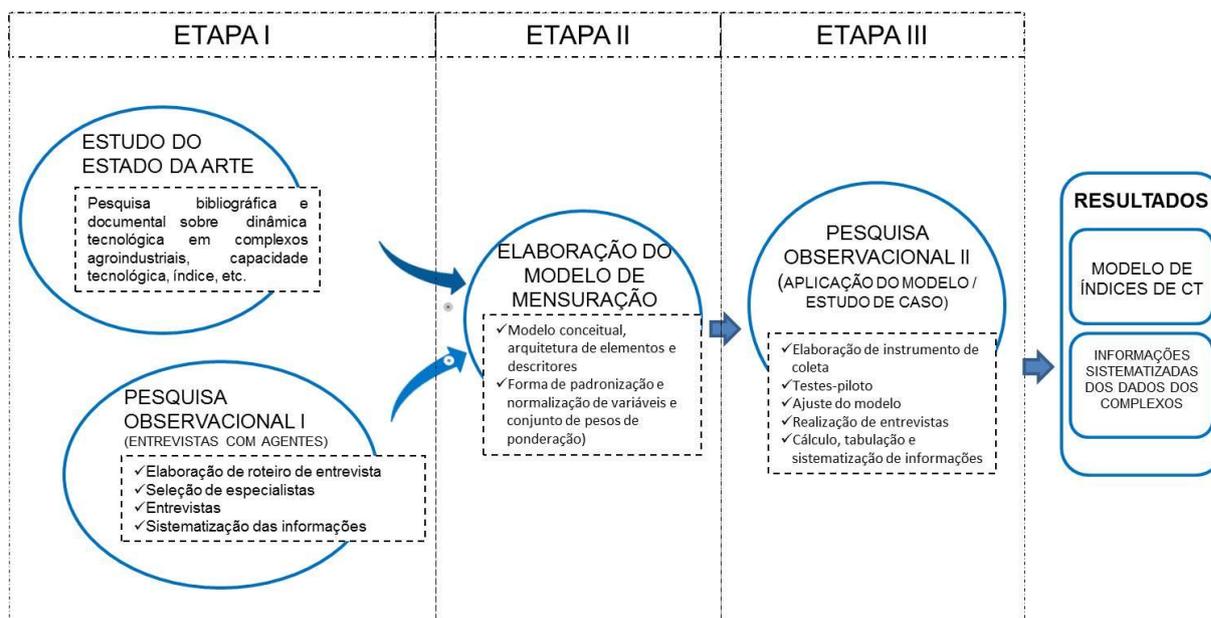


Figura 9 - Diagrama das etapas da pesquisa

Fonte: Elaboração própria

A seguir, relacionam-se as atividades da pesquisa realizada, posteriormente descritas em maior detalhe:

1. **Estudo do estado da arte** (pesquisa bibliográfica e documental)

- revisão de literatura sobre inovação, mudança técnica, dinâmica tecnológica em complexos agroindustriais, capacidade tecnológica, conceituação e operacionalização de sistemas de indicadores/índices e indicadores/ índices de CT&I e de capacidade tecnológica.
- Descrição geral dos complexos agroindustriais (trigo e leite) e levantamento do estado tecnológico da produção agrícola e processamento

2. **Pesquisa observacional I** – entrevistas com agentes do setor:

- elaboração de roteiro de entrevista;
- seleção de agentes vinculados às cadeias produtivas e agendamentos;
- Realização de entrevistas (32 entrevistas);
- sistematização das informações e variáveis de relevância para composição do índice;

3. **Construção do modelo de índice:**

- a. elaboração do modelo conceitual de mensuração, definição da arquitetura e identificação de variáveis e descritores;
- b. definição da normalização dos componentes e aferição do conjunto de pesos;

4. **Pesquisa observacional II** – aplicação do modelo/ entrevista com empresas:

- a. elaboração de instrumento de coleta;
- b. realização de testes-piloto e cálculo de índices;
- c. ajustes no modelo do índice e redefinição do conjunto de pesos;
- d. realização de entrevistas (200 propriedades rurais e 17 empresas agroindustriais).
- e. tabulação de dados, cálculo dos índices, análise da aplicabilidade do índice e sistematização de informações.

5. **elaboração do documento de tese.**

Para a execução da pesquisa bibliográfica, foram utilizadas fontes como livros, artigos de periódicos nacionais e internacionais, artigos de congressos nacionais e internacionais, artigos técnicos, base de dados de organizações, sites e notícias relacionados aos temas da tese. Com base na revisão elaborou-se um modelo de mensuração preliminar composto por grandes grupos de elementos citados em literatura como integrante ou condicionantes do conceito de CT.

A seguir, descrevem-se os procedimentos da pesquisa observacional I, da construção do modelo de índice, com a descrição da estrutura do índice, e da pesquisa observacional II.

4.2.1 **Pesquisa observacional I**

Para a execução da primeira pesquisa observacional, um roteiro de entrevista foi elaborado e contemplou os seguintes itens: inovações tecnológicas consideradas marcos importantes na área de atuação do entrevistado, principais elementos diferenciadores da capacidade tecnológica das empresas e, pautado nas diferentes etapas do processo de produção específico (produção de trigo grão, moagem, fabricação de massa, produção de leite *in natura*, processamento de leite fluído e produção de queijo), quais as alternativas tecnológicas disponíveis para

cada etapa produtiva ordenando-as de um nível tecnológico básico a avançado. O Apêndice A contém o roteiro utilizado na entrevista.

A identificação de profissionais com atuação junto aos complexos estudados (trigo e leite) foi efetuada tendo como base o banco de dados de grupos de pesquisa da Rede de Inovação e Prospecção Tecnológica para o Agronegócio (RIPA), da base plataforma Lattes/CNPq e de informações pessoais. A grande maioria dos integrantes de tais bases atua no meio científico e em instituições públicas, não se dispondo de uma fonte de dados de profissionais que atuam na iniciativa privada de mesma amplitude e grau de informações. Compôs-se listagem de profissionais identificados pela instituição e a área de atuação. Procedeu-se uma pré-seleção destes profissionais, considerando a diversidade de áreas de especialidade e atuação e procedeu-se o agendamento das entrevistas. As entrevistas foram realizadas no período de julho de 2008 a fevereiro de 2009.

No complexo do trigo, foram entrevistados dez profissionais vinculados à produção primária com atuação nas áreas de melhoramento genético, manejo e conservação de solo, manejo de cultura, nutrição de plantas, mecanização agrícola, fitopatologia, entomologia e entomologia de pós-colheita de três instituições (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Embrapa Trigo e Fundação Meredional). Relacionados ao segmento industrial, foram entrevistados seis profissionais atuantes nas áreas de tecnologia de alimentos, qualidade tecnológica/cereais de inverno, tecnologia de alimentos/moagem e derivados de trigo/massas de cinco instituições (Embrapa Agroindústria, Embrapa Trigo, Universidade Estadual de Londrina, Universidade de Campinas e Bülher).

Já no complexo do leite, foram entrevistados doze profissionais com atuação nas áreas de pesquisa e ensino de Nutrição de ruminantes, de Pastagens, de Sistemas de produção de leite/ Bovinocultura leiteira, de Parasitologia veterinária, de Mastite bovina e Qualidade do leite e de Ambiência animal, pertencentes a sete instituições (Embrapa Pecuária Sudeste, Embrapa Gado de Leite, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/ Universidade de São Paulo, Universidade Estadual de Maringá, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade de Passo Fundo e Universidade Estadual de Santa Cruz). Vinculados ao segmento industrial, foram entrevistados quatro profissionais de tecnologia de alimentos/ tecnologia de derivados de leite e qualidade e de certificação/derivados de leite de quatro instituições (Embrapa Pecuária Sudeste, Instituto Cândido Tostes, Universidade

Federal do Rio Grande do Sul e Universidade de Campinas). A relação dos entrevistados com suas respectivas áreas de atuação e as instituições as quais pertencem é apresentada no Apêndice B.

4.2.2 Construção do modelo de índice

A operacionalização desta etapa contou com duas fases: (a) estruturação do problema, ou seja, da arquitetura do índice de capacidade tecnológica e (b) modelagem do índice proposto (definição da normalização, do conjunto de pesos, da estrutura matemática de cálculo e da construção das planilhas para cálculo). A estruturação do modelo do índice pautou-se na análise multicritérios e empregou o método *Analytical Hierarchy Process* (AHP) com as devidas adaptações para determinar o conjunto de pesos dos elementos e dos critérios que compõem os índices.

A definição da arquitetura do modelo teve como base a revisão de literatura, por meio da qual se elaborou um conjunto preliminar de elementos e indicadores relacionados ao conteúdo do conceito e utilizados nas estruturas analíticas de mensuração encontradas na literatura. As entrevistas realizadas na pesquisa observacional I junto aos profissionais contribuíram para a identificação da pertinência das dimensões contempladas no índice e balizaram, de modo especial, a construção dos indicadores relacionados ao processo de produção propriamente dita, ou seja, a dimensão da atualização tecnológica. Posteriormente, a estrutura hierárquica do índice formulada inicialmente foi reestruturada em decorrência da realização dos testes piloto e da agregação de novas fontes bibliográficas. Nos itens a seguir, descrevem-se a estrutura do índice e os procedimentos de operacionalização do mesmo.

4.2.2.1 Arquitetura do modelo de índice proposto

Tomando como base os pressupostos teóricos apresentados no capítulo anterior e o modelo conceitual apresentado na Figura 8, o Índice de Capacidade Tecnológica (ICT) proposto é composto por multiatributos e tem arquitetura em árvore com níveis macro (dimensões ou macroíndice), meso

(elementos ou mesoíndices) e micro (indicadores e descritores), conforme apresentado na Figura 10. A agregação do índice é efetuada pela somatória ponderada dos indicadores, mesoíndices e, posteriormente, macroíndices.

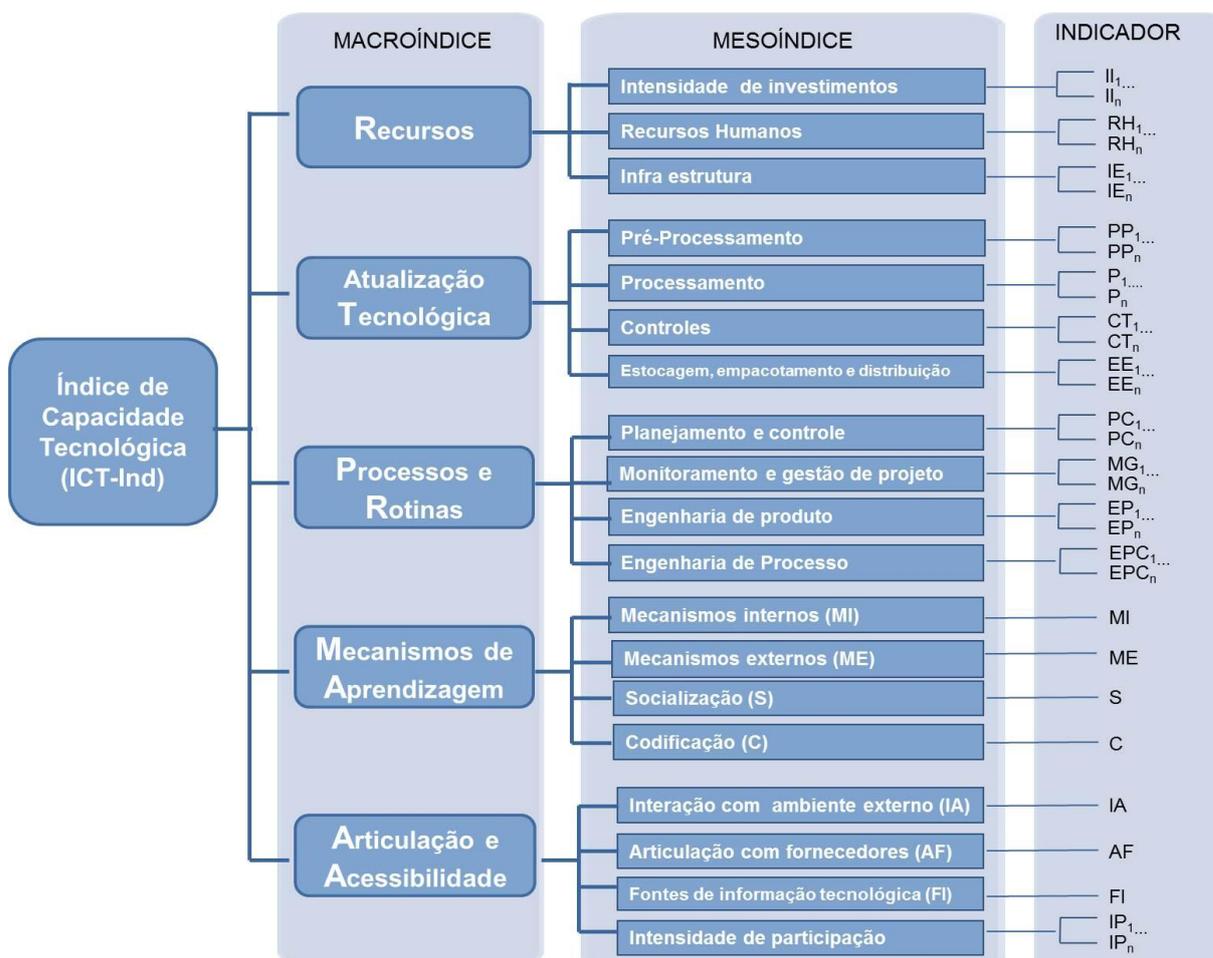


Figura 10 - Arquitetura proposta do Índice de Capacidade Tecnológica (ICT)

O ICT é formado pelos seguintes dimensões (macroíndices):

- (i) **Recursos** (RE) composto pelos elementos (mesoíndices) *Intensidade de investimento* (II), *Recursos humanos* (RH) e *Infraestrutura* (IE),
- (ii) **Atualização tecnológica** (AT) formado por indicadores agregados, segundo as etapas de processamento, tais como *Pré-processamento* (PP), *Processamento* (P), *Controles* (CT) e *Estocagem, empacotamento e distribuição* (EE);

- (iii) **Processos e rotinas** (PR) integrado pelos elementos *Planejamento e controle* (PC), *Monitoramento e gestão de projeto* (MG), *Engenharia de produto* (EP) e *Engenharia de processo* (EPC);
- (iv) **Mecanismos de aprendizagem** (MA) desagregado em *Mecanismo internos* (MI), *Mecanismos externos* (ME), *Socialização* (S) e *Codificação* (C); e
- (v) **Articulação e acessibilidade** (AA) composto pelos elementos *Interação com o ambiente externo* (IA), *Articulação com fornecedores* (AF), *Fontes de informação tecnológica acessadas* (FI) e *intensidade de participação em eventos* (IP).

Os indicadores são formados por diferentes perfis de variáveis, a saber:

- (i) variáveis quantitativas, por exemplo, percentual de gastos em atividade de P&D interna;
- (ii) variáveis qualitativas binárias SIM ou NÃO, por exemplo, existência de função ou departamento específico para desenvolvimento de atividades de PD&I;
- (iii) variáveis de soma de eventos, por exemplo, somatório da presença na empresa das seguintes atividades relacionadas a ações de melhoria de processo: programa de manutenção preventiva; banco de dados, análise de informações e procedimento de correção; análise de problemas, SAC e ações corretivas; treinamento continuado de recursos humanos; programa formal de melhoria contínua; realização de melhorias em produtos adquiridos por licenciamento e equipamentos adquiridos; e mudança de organização de trabalho ou estrutura organizacional/divisão de setores; e
- (iv) variáveis qualitativas compostas por descritores, segundo nível de complexidade tecnológica ascendente, por exemplo, indicador “Gestão de Qualidade” expresso pelos descritores N1 - Não possui prática formalizada em termos de gestão de qualidade; N2 - Controle estatístico de processo ou boas práticas de fabricação (BPF); N3 – Análise de Perigos e Pontos críticos de Controle (APPCC) ou ISO 9000 ou ISO 14000; e N4 - ISO 22000.

Com o intuito de contemplar as especificidades dos segmentos foco (produção primária de trigo, moagem, massas, produção primária de leite, leite fluído e queijo), há um conjunto de indicadores individualizados para cada setor ou

segmento. Este conjunto de variáveis tem maior especificidade com as capacidades tecnológicas de produção. **Neste sentido, a arquitetura do índice contempla um conjunto de elementos gerais para todas as organizações e um conjunto específico por segmento ou setor.**

A seguir, descreve-se mais detalhadamente a estrutura de elementos do ICT, definindo-os e justificando suas escolhas e sua importância no processo de aquisição e acumulação de capacidades tecnológicas. Após a descrição dos componentes, expõe-se a forma de cálculo do índice.

RECURSOS (RE)

O componente Recursos compreende os elementos *Intensidade de investimentos* (II), *Recursos Humanos* (RH) e *Infraestrutura* (IE). Este conjunto de componentes refere-se a recursos tangíveis que formam a base para desenvolvimento de processo produtivo eficiente e para suportar mudanças técnicas que serão incorporadas na empresa, bem como demonstram o grau de preocupação da empresa em absorver e gerar novos conhecimentos e inovações. O Quadro 5 apresenta os indicadores considerados por mesoíndice que serão descritos a seguir.

Intensidade de investimento (II)

Este mesoelemento busca captar os esforços da empresa em termos de diversidade e grau de intensidade de investimento nos diferentes tipos de atividades inovadoras executadas. Segundo a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2005), dados sobre quais atividades de estímulo à inovação são empreendidas pela empresa, e dados sobre os gastos por atividade inovativa executada configuram como um discriminador do comportamento e das estratégias das empresas e ambos revelam o empenho empreendido para a inovação de produto e de processo.

No caso de unidades de processamento agroindustrial, foram utilizados como indicadores os percentuais da receita líquida de vendas (RLV) gasto em cada categoria de atividade inovativa. Tais categorias foram definidas com base na PINTEC (IBGE, 2008), a saber: (1) atividades internas de P&D; (2) aquisição externa de P&D; (3) aquisição de outros conhecimentos externos; (4) aquisição de *software*; (5) aquisição de máquinas e equipamentos; (6) treinamento; (7) introdução das

inovações tecnológicas no mercado; e (8) projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição.

No caso das unidades agrícolas, considerou-se somente o percentual do faturamento gasto em atividades inovativas agregadamente sem especificação do tipo de atividade.

MESOÍNDICE	INDICADORES	
	SEGMENTO AGROINDUSTRIAL	SEGMENTO AGROPECUÁRIO
INTENSIDADE DE INVESTIMENTOS	Gastos em atividades internas de P&D (% RLV)	Gastos em atividades inovativas (% do faturamento total da propriedade)
	Gastos em aquisição externa de P&D (% RLV)	
	Gastos em aquisição de outros conhecimentos externos (% RLV)	
	Gastos em aquisição de <i>software</i> (% RLV)	
	Gastos em aquisição de máquinas e equipamentos (% RLV)	
	Gastos em treinamento (% RLV)	
	Gastos em lançamento de produtos ou processos novos (% RLV)	
	Gastos em projeto industrial e outras preparações técnicas (% RLV)	
RECURSOS HUMANOS	RH em atividades de PD&I (% de funcionários envolvidos diretamente em atividades de P&D)	Nível de instrução formal do proprietário (nº de anos)
	Qualificação formal de RH (% de funcionários com nível de instrução técnico de 2º grau, graduação e pós-graduação)	Treinamentos técnicos realizados (nº de participação em cursos, congressos, seminários, simpósios e outros)
	Qualificação engenharias e ciência (% de pessoal de formação técnica ou graduação em áreas de engenharia e ciência)	
	Qualificação RH de PD&I (% de funcionários envolvidos em atividades de P&DI com nível de instrução técnico de 2º grau, graduação e pós-graduação)	Tempo de exercício de atividade agrícola (nº de anos)
	Intensidade de formação técnica (% do total de funcionários que realizaram treinamento técnico externo no ano)	
Permanência RH (% médio anual de permanência de pessoal na empresa)		
INFRA ESTRUTURA	Existência de centro de teste e de experimentação, laboratório de PD&I, etc. (SIM ou NÃO)	Realização de introdução ou aquisição de equipamentos e tecnologias avançadas nos últimos três anos (SIM ou NÃO)
	Existência de função ou departamento para desenvolvimento de atividades de PD&I (SIM ou NÃO)	Existência de computador (SIM ou NÃO)
	Existência de departamento ou setor de marketing (SIM ou NÃO)	
	Realização de melhoria de <i>layout</i> nos últimos três anos (SIM ou NÃO)	
	Realização de introdução ou aquisição de equipamentos e tecnologias avançadas nos últimos três anos (SIM ou NÃO)	

Quadro 6 - Macroíndice Recursos: mesoíndices e indicadores componentes

Recursos humanos (RH)

Este mesoelemento engloba aspectos relacionados ao perfil de instrução formal dos recursos humanos, ações de estímulo à formação técnica propiciadas pela empresa, envolvimento direto de RH em atividades de PD&I e grau de constância dos funcionários na empresa ou tempo de experiência na atividade.

O perfil da formação do RH de uma empresa é um dos fatores que possibilita a compreensão dos processos produtivos, seus problemas e as tendências futuras de mercado e de tecnologia. Segundo King (1984), a capacidade

está associada ao nível de educação dos funcionários, ao tipo de treinamento que recebem e à experiência que possuem sobre o trabalho.

Não somente o perfil da formação, mas os processos de aprimoramento da mão-de-obra são importantes no processo de geração de inovação e na adequação de tecnologias adquiridas. Segundo Prahalad e Hamel (1990), a comprovação de um sólido e contínuo compromisso em treinar e educar os recursos humanos constitui um instrumento passível de ser utilizado para enfrentar desafios impostos pela difusão tecnológica que requer capacitação contínua de todos os trabalhadores.

A busca da ampliação da capacidade tecnológica conduz a empresa a empregar recursos humanos com maior grau de qualificação e a primar pelo aprimoramento da mão-de-obra. Isto amplia seu capital social, permitindo a incorporação de maior volume de tecnologia e a transformação da estrutura da empresa. Segundo a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2005), medidas relacionadas às características dos empregados, como o nível educacional e o número de funcionários técnicos ou a parcela do pessoal envolvida em atividades de inovação ou P&D, podem ser usadas como medidas suplementares do estoque de conhecimentos da empresa e de seus empregados.

Para as unidades agroindustriais, o mesoíndice contempla indicadores de alocação de RH para atividades de PD&I (% de funcionários envolvidos diretamente em atividades de P&D), perfil de qualificação de RH da empresa (% do total de empregados com nível técnico de 2º grau, graduação e pós-graduação; % de pessoal de formação técnica ou graduação em áreas de engenharia e ciência e % de funcionários envolvidos em atividades de P&D com nível de instrução técnico de 2º grau, graduação e pós-graduação), atividades de treinamento técnico (% de empregados que realizaram treinamento técnico externo no último ano) e constância de RH (percentual médio anual de permanência de funcionários).

No caso de unidades agrícolas, consideraram-se o grau de instrução do agricultor-proprietário, as atividades de treinamento técnico realizadas (número de treinamentos técnicos realizados por ano) e o tempo de exercício da atividade agrícola (número de anos).

Infraestrutura (IE)

A preocupação com a estrutura física de suporte para a inovação ou de suporte para a produção propriamente dita reflete o grau de preocupação da empresa na manutenção de sua capacidade produtiva e na oferta adequada de infraestrutura para geração de novos conhecimentos e inovações.

No caso de agroindústrias, esta dimensão contempla as variáveis: (a) existência de centro de teste e de experimentação, laboratório de PD&I ou estruturas físicas para desenvolvimento de pesquisa; (b) existência de função ou departamento para desenvolvimento de atividades de PD&I; (c) existência de departamento ou setor de *marketing*; (d) realização de melhoria de *layout* físico nos últimos três anos; e (e) aquisição de máquinas e equipamentos ou tecnologias avançadas nos últimos três anos.

No caso das unidades agrícolas, os indicadores considerados são: (a) aquisição de máquinas e equipamentos ou tecnologias avançadas nos últimos três anos e (b) existência de computador.

ATUALIZAÇÃO TECNOLÓGICA (AT)

A qualidade final de um produto alimentar depende dos diferentes padrões de tecnologias utilizados ao longo de toda cadeia produtiva e do nível de excelência de cada uma das etapas do ciclo de produção. A observação da atualização de tecnologia de uma determinada empresa pode ser interpretada como a capacidade de adquirir tecnologias, complementada pela capacidade de absorção das mesmas, bem como revelar a amplitude do domínio de tecnologia disponível e a acumulação de CT da empresa em análise. Tal componente também constitui uma forma indireta de captar o direcionamento estratégico da empresa para a mudança técnica. Segundo Neves (2000), considerando a definição de que os instrumentos produtivos da firma representam aplicações utilitárias de conhecimento incorporado, a observação da atualização tecnológica de uma firma demonstra como ela está estruturada para desenvolver seu processo produtivo, sua maestria em dominar a tecnologia disponível, bem como indicar gargalos e barreiras para sua absorção. Ressalta-se que o monitoramento da atualização de tecnologia vai além da avaliação da capacidade produtiva propriamente dita, na medida em que

determinado estágio²¹ de evolução tecnológica implica em necessidades de conhecimento, de domínio e de modificações tecno-organizacionais que determinam o perfil de capacidades tecnológicas espelhado nos níveis básico a avançado, em que a empresa detém as tecnologias de última geração ou de elevado grau de complexidade.

Como argumenta Severiano Filho (1995), os vetores atualização tecnológica constituem o elemento de diferenciação entre os sistemas modernos e os sistemas convencionais de fabricação. Segundo o autor, um sistema de manufatura avançada pode ser definido como uma “configuração de recursos combinados, com competências tecnológicas incorporadas, para a produção de bens com elevado grau de desempenho” (SEVERIANO FILHO, 1995 p.38).

Neste sentido, o macroíndice Atualização Tecnológica (AT) refere-se às tecnologias empregadas pela empresa no processo produtivo propriamente dito, considerando o conjunto de estádios tecnológicos existentes: de um nível básico até um nível mais avançado. Dadas as especificidades das tecnologias empregadas no processo de produção de cada produto, o conjunto de indicadores para cada segmento estudado (agrícola trigo grão, moagem, massas, pecuário leite, leite fluído e queijo) é um conjunto-específico, ou seja, para cada um dos segmentos foi composto um conjunto de indicadores considerando as tecnologias operacionais e de materiais empregadas no decorrer do processo produtivo. Os quadros 6 a 11 apresentam a composição de indicadores de cada um destes segmentos.

Os elementos que compõem o conjunto são, na maioria dos casos, variáveis categóricas formadas por descritores com possíveis estágios de tecnologias existentes em uma perspectiva de grau tecnológico ascendente. Para exemplificação, no caso de indústrias de leite fluído, o indicador processo de tratamento asséptico do leite considera sete descritores de estados tecnológicos: N1 – Esterilização; N2 – Pasteurização; N3 – Pasteurização associada à microfiltração; N4 – Sistema *Ultra High Temperature* (UHT) indireto; N5 – Sistema UHT direto; N6 – Sistema *Fresh A* (UHT indireto associado à microfiltração); N7 – Sistema *Fresh B* (UHT direto associado à microfiltração).

²¹ Associou-se o ciclo evolutivo tecnológico de uma empresa a idéia de estádios de desenvolvimento de cultura, conceito empregado em fisiologia vegetal, por meio dos quais se detalha as diferentes etapas de desenvolvimento das plantas da emergência até a maturação.

No caso de unidades agroindustriais, o conjunto é formado por indicadores agregados, segundo as etapas do ciclo produtivo: *Pré-processamento* (PP), *Processamento* (P), *Controles* (CT) e *Estocagem, empacotamento e distribuição* (EE), os quais correspondem aos mesoíndices do macroíndice AT. Para segmentos em que os aspectos ambientais são importantes, como no caso de derivados de leite, agrega-se o mesoíndice *Aspecto ambiental* ou *Manejo ambiental*. No caso do elo de produção agrícola vegetal (trigo grão), os componentes são: *Manejo de solo e culturas, Semeadura, Adubação, Tratos fitossanitários, Máquinas e equipamentos, Manejo ambiental e Armazenagem e pós-colheita*. Já no caso do elo pecuário (leite), o mesoíndice se subdivide em: *Manejo produtivo, Manejo de alimentação, Manejo sanitário, Ordenha, Conforto animal, Controle de qualidade e Manejo ambiental*.

MESOÍNDICE	INDICADOR	DESCRITORES	
MANEJO DE SOLO E CULTURAS	Preparo e sistematização de solo	N1	Preparo convencional
		N2	Preparo mínimo
		N3	Plantio direto sem rotação de cultivos
		N4	Plantio direto com rotação de cultivos
	Correção de solo	N1	Não realiza correção de solo
		N2	Realiza correção de solo com frequência regular com quantidades fixas
N3		Realiza correção de solo de acordo com análise e especificada por talhões	
SEMEADURA	Origem material genético	N1	Grão comercial produzido na propriedade ou semente produzida por terceiro sem fiscalização ou sem origem (bolsa branca)
		N2	Parte da área com uso de semente certificada e parte com grão comercial ou bolsa branca
		N3	Utiliza somente semente certificada
		N4	Semente produzida sob condições controladas em campo específico pelo próprio proprietário, seguindo normas de produção de sementes
ADUBAÇÃO	Níveis de adubação	N1	Não utiliza adubação
		N2	Utiliza quantidade e fórmula fixas de adubação
		N3	Realiza adubação segundo recomendação mediante análise de solo
		N4	Adubação de precisão
TRATOS FITOSSANITÁRIOS	Tratamento de semente	N1	Não realiza tratamento de sementes
		N2	Tratamento com fungicidas OU com inseticida
		N3	Tratamento com fungicida E inseticida
	Método de controle de doenças	N1	Aplicação sistemática de fungicidas sem realização de monitoramento de danos
		N2	Aplicação de controle através de critérios de danos
		N3	Realização de acompanhamento climático e uso de ferramentas computacionais
	Perfil de uso de produtos químicos fúngicos	N1	Uso de produtos isolados (triazóis ou estrubirulinas)
		N2	Uso alternado de princípios ativos (triazóis/estrubirulinas)
		N3	Uso sistemático de misturas prontas (triazóis/estrubirulinas)
	Manejo de controle de insetos	N1	Aplicações emergenciais com uso de princípios ativos mais baratos (não registrados ou piretróides veterinários)
		N2	Uso de critérios econômicos, não há alternância de princípios para barateamento de custos efetua mistura de produtos (fungicida e inseticida) no tanque de aplicação
		N3	Uso de critérios de seletividade e periculosidade para decisão de aplicação com produtos específicos de controle da praga e com alternância de princípios ativos
MAQUINAS E EQUIPAMENTOS	Plantadoras – tamanho plataforma	N1	Plataforma pequena – menor 2,90 metros
		N2	Plataforma média – entre 3 e 4 metros
		N3	Plataforma grande – 5 metros ou mais
	Plantadoras - tamanho de disco	N1	Disco de 16 polegadas
		N2	Disco de 18 polegadas
		N3	Disco de 20 polegadas
	Plantadoras – mecanismo regulagem	N1	Mecanismo de regulagem convencional (por engrenagem)
		N2	Mecanismo de taxa variável
	Pulverizadores	N1	Pulverizador rebocado
		N2	Pulverizador autopropelidos
	Colhedoras – sistema trilhagem	N1	Sistema de trilhagem radial
		N2	Sistema de trilhagem axial
	Colhedoras – Tamanho graneleiro	N1	Graneleiro pequeno
		N2	Graneleiro médio
N3		Graneleiro grande	
Colhedoras – sistema de precisão	N1	Colheita sem captura de dados	
	N2	Realização de colheita com captura de dados, GPS, mapas de produtividade, etc.	
MANEJO AMBIENTAL	Práticas ambientais	N1	Não aplica conservação de solo (terraços em nível, preparo de solo em nível e plantio direto (PD)) e não possui mata ciliar, proteção de nascente e reserva legal
		N2	Aplica conservação de solo
		N3	Aplica conservação de solo e possui mata ciliar
		N4	Aplica conservação de solo e possui mata ciliar e proteção de nascentes
		N5	Aplica conservação de solo e mata ciliar, proteção de nascentes e reserva legal
	Sistema de descarte	N1	Descarte de embalagens, frascos, seringas, etc. sem critérios
		N2	Descarte de embalagens, frascos, seringas, etc. de acordo com legislação
		N3	Descarte de embalagens, frascos, seringas, etc. de acordo com legislação
ARMAZENAGEM E PÓS-COLHEITA	Estrutura	N1	Estrutura convencional
		N2	Armazenagem a granel em graneleiro
		N3	Armazenagem a granel em silos de metal ou concreto
	Termometria/aeração	N1	Não possui
		N2	Termometria/ aeração operadas manualmente
		N3	Termometria/ aeração operadas automatizadas
	Segregação	N1	Não executa segregação
		N2	Executam segregação em, no máximo, dois níveis
		N3	Executam segregação em diversos níveis
	Manejo/controle de qualidade	N1	Não existe
		N2	Aplicação de Manejo Integrado de Pragas (MIP)
		N3	Aplicação de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)
	Certificação	N1	Não possui
		N2	Possui certificação de armazém
		N3	Possui certificação do produto
	Produto/mecanismo de proteção	N1	Uso de produto protetor
		N2	Uso de gás
		N3	Uso de produto sintético
N4		Emprego de refrigeração e conjunto de tecnologias físicas	

Quadro 7 - Macroíndice Atualização Tecnológica (AT), segmento agrícola trigo grão

MESOÍNDICE	INDICADOR	DESCRITOR
PRE-PROCESSAMENTO	Local de realização de análises	N1 Não possui laboratório próprio
		N2 Usa laboratório de terceiro no qual são associados
		N3 Possui laboratório próprio de análise
	Perfil de análises realizadas	N1 Grupo 1 - análise física (mesa de amostra e <i>pekar</i>)
		N2 Grupo 2 - análises físicas, químicas e reológicas
		N3 Grupo 3 - análises físicas, químicas, reológicas e microbiológicas
		N4 Grupo 4 - análises físicas, químicas, reológicas, microbiológica e microscópica
	Estocagem pré	N1 Capacidade de estocagem menor que seis meses
		N2 Capacidade de estocagem maior que seis meses
	Pré-Limpeza: transilagem e segregação	N1 Não executa segregação da matéria-prima e tem baixa flexibilidade para execução de <i>blend</i>
		N2 Executa segregação da matéria-prima e tem alta flexibilidade para execução de <i>blend</i>
	Pré-limpeza: pesagem	N1 Não existe pesagem contínua
		N2 Existe pesagem contínua
	1º Limpeza: método	N1 Peneiragem
		N2 Escovação de grão
		N3 Lavagem de grãos com água.
	1ª Limpeza: seleção por cor de grão	N1 Não executa seleção por cor do grão
		N2 Executa seleção por cor do grão
	1ª Limpeza: peso específico	N1 Seleção de frações por peso específico em menos de 4 frações
		N2 Seleção de frações por peso específico em mais de 4 frações (por. ex. >80kg/hl; 79,9 – 70,0 kg/hl; 69,9 – 60,0 kg/hl; <60kg/hl.)
1ª Limpeza: controle	N1 Não executa controle <i>on line</i> de umidade	
	N2 Possui controle <i>on line</i> de umidade	
Condicionamento e descanso	N1 Tempo de repouso menor que 18 horas	
	N2 Tempo de repouso de 19 a 23 horas	
	N3 Tempo de repouso de 24 a 36 horas	
2ª Limpeza	N1 Não há descascamento parcial do trigo	
	N2 Execução de descascamento parcial do trigo	
PROCESSAMENTO	Capacidade de processamento	N1 Até 150 toneladas/dia
		N2 De 151 a 500 toneladas/dia
		N3 Acima de 500 toneladas/dia
	Área de <i>plansifter</i> / produção de farinha	N1 Valor abaixo da faixa considerada referência 0,05 – 0,065m ² /100 kg/24h
		N2 Valor entre a faixa considerada referência 0,05 – 0,065m ² /100 kg/24h
		N3 Valor acima da faixa considerada referência 0,05 – 0,065m ² /100 kg/24h
	Grau de extração	N1 Taxa de extração menor que 76%
		N2 Taxa de extração maior que 76%
	Equipamentos	N1 Não há purificador ou <i>sassor</i>
		N2 Presença do purificador ou <i>sassor</i>
Linha de mistura	N1 Não há linha de mistura de farinha	
	N2 Existência de linha de mistura de farinha	
Uso de aditivos	N1 Não há uso de aditivos para correção e diversificação de produtos comerciais	
	N2 Uso de aditivos para correção e diversificação de produtos comerciais	
Estocagem processamento	N1 Capacidade de estocagem em silos inferior a 2 dias de produção	
	N2 Capacidade de estocagem em silos de 3 a 9 dias de produção	
	N3 Capacidade de estocagem em silos superior 10 dias de produção	
CONTROLES	Perfil de controle de variáveis	N1 Controles manuais
		N2 Controle semiautomático
		N3 Automação total dos controles
	Automação: supervisórios de controle	N1 Ausência de supervisórios de controle
		N2 Existência de supervisórios de controle
	Automação: rastreabilidade	N1 Ausência de sistema de rastreabilidade- automatizado
		N2 Existência de sistema de rastreabilidade automatizado
	Automação: monitoramento <i>on line</i>	N1 Ausência de monitoramento <i>on line</i> da qualidade da farinha (NRS)
N2 Existência de monitoramento <i>on line</i> da qualidade da farinha (NRS)		
Automação: controle de rendimento	N1 Ausência de controle de rendimento (<i>yield control</i>)	
	N2 Existência de controle de rendimento (<i>yield control</i>)	
Automação: controle de inventário	N1 Ausência de controle <i>on line</i> de inventário	
	N2 Existência de controle <i>on line</i> de inventário	
Automação: temperatura e umidade	N1 Ausência de controle de temperatura e umidade na estocagem	
	N2 Existência de controle de temperatura e umidade na estocagem	
ESTOCAGEM, EMPACOTAMENTO E DISTRIBUIÇÃO	Tpos de embalagem final	N1 Única linha embalagem final
		N2 Duas ou três linhas embalagem final
		N3 Todas as linhas de embalagem final (granel, <i>big bags</i> , sacos de 25 e 50 kg e pacotes de 1 a 5 kg)

Quadro 8 - Macroíndice Atualização Tecnológica (AT), segmento moagem

MESOÍNDICE	INDICADOR	DESCRITOR
PRE-PROCESSAMENTO	Local de realização de análises	N1 Não possui laboratório próprio
		N2 Usa laboratório de terceiro no qual são associados
		N3 Possui laboratório próprio de análise
	Qualidade da farinha	N1 Não realiza análise de farinha comprada (laudo do fornecedor)
		N2 Realiza análises: umidade, cinza, glúten úmido, cor, distribuição de partículas e lipoxidase
	Estocagem: Segregação	N1 Não executa segregação da matéria-prima e tem baixa flexibilidade para execução de <i>blend</i>
N2 Executa segregação da matéria-prima e tem alta flexibilidade para execução de <i>blend</i>		
PROCESSAMENTO	Perfil do processo	N1 Linha com equipamentos individualizados e processos separados
		N2 Linha semicontínua
		N3 Linha contínua
	Matéria-prima	N1 Uso de matérias primas tradicionais (farinha, ovos <i>in natura</i> , etc.)
		N2 Uso de novas matérias-primas (ovo em pó ou pasteurizado, pré-mix, etc.)
	Uso de aditivos	N1 Não há uso de aditivos para correção (p.ex. melhoradores, lipase, etc.)
		N2 Uso de aditivos para correção (p.ex. melhoradores, lipase, etc.)
	Amassamento e extrusão	N1 Cilindragem
		N2 Sob vácuo
	Trefila - Tipo de matriz	N1 Trefila de aço inoxidável
		N2 Trefila de bronze
		N3 Trefila composta por 50% Bronze + 50% teflon (cobertura)
Secagem	N1 Secagem tradicional – tipo estático em baixa temperatura	
	N2 Secagem tipo túnel em alta temperatura	
CONTROLES	Perfil de controle de variáveis	N1 Controles manuais
		N2 Controle semiautomático
		N3 Automação total
	Controle de Rendimento	N1 Ausência de controle de rendimento (<i>yield control</i>)
		N2 Existência de controle de rendimento (<i>yield control</i>)
	Controle de inventário	N1 Ausência de controle <i>on line</i> de inventário
		N2 Existência de controle <i>on line</i> de inventário
	Controle de Temperatura e umidade	N1 Ausência de controle de temperatura e umidade na estocagem
		N2 Existência de controle de temperatura e umidade na estocagem
	Controle de qualidade produto final	N1 Não realiza análises de qualidade de produto final
N2 Realização de análise: determinação da umidade, determinação do tempo de cozimento, teste de cozimento e acidez alcoólica de macarrão		
ESTOCAGEM, EMPACOTAMENTO E DISTRIBUIÇÃO	Tipos de embalagem final	N1 Materiais de alta porosidade (caixas papelão, papel monolúcido) e polietileno
		N2 Materiais de baixa permeabilidade: filmes de polipropileno mono ou biorientados (PP ou BOPP), de polietileno de baixa densidade (PEBD)
		N3 Materiais de baixa permeabilidade estruturados: polietileno de alta densidade (PEAD), estruturas laminadas (BOPP/PEBD e celofane/PEBD), estruturas coextrusadas a base de PEBD e PEAD (PA/PEBD e PET/PEBD).

Quadro 9 - Macroíndice Atualização Tecnológica (AT), segmento massas

MESOÍNDICE	INDICADOR	DESCRITOR	
MANEJO PRODUTIVO	Raça do rebanho	N1	Rebanho sem raça definida
		N2	Rebanho com raça definida
	Mecanismo de reprodução	N1	Uso de monta natural
N2		Uso de inseminação artificial	
N3		Uso de inseminação artificial, seleção genética, avaliação da condição reprodutiva e diagnóstico de gestação via palpação	
CONTROLE	Controle reprodutivo	N1	Não realiza controle reprodutivo do rebanho
		N2	Efetua planejamento e registro apenas de parições
		N3	Efetua planejamento e controle de coberturas, de parições e leiteiro
	Controles zootécnicos	N1	Sem gerenciamento de dados de zootécnicos
		N2	Possui fichas zootécnicas de acompanhamento
		N3	Possui fichas zootécnicas ou <i>software</i> ou livros ou cadernos e quadros dinâmicos circulares de reprodução e crescimento de bezerras e novilhas
MANEJO DE ALIMENTAÇÃO	Correção e adubação química de pastagem	N1	Não realiza calagem e adubação
		N2	Usa apenas calcário
		N3	Usa calcário e realiza adubações de pastagem com quantidade fixas
		N4	Usa calcário e realiza adubações de pastagens baseadas em análise de solo
	Adubação orgânica de pastagem	N1	Não realiza adubação orgânica
		N2	Uso de adubação orgânica em quantidades fixas
		N3	Uso de adubação orgânica baseada em análise de solo e do resíduo aplicado
	Perfil de variedade de pastagens	N1	Uso de único perfil de pastagem ou pasto nativo
		N2	Utiliza um único tipo de pastagem ou pasto nativo + capineira
		N3	Uso de pasto de verão e inverno exclusivos
		N4	Várias espécies de pastagem: módulos de pastagens + sobressemeadura
	Manejo de pastagens	N1	Manejo extensivo
		N2	Manejo rotacionado
		N3	Manejo rotacionado em faixa
	Irrigação	N1	Não utiliza irrigação
		N2	Utiliza irrigação sem monitoramento de aplicação de água
		N3	Utiliza irrigação com monitoramento de aplicação de água
	Regime de alimentação dos animais	N1	Alimentação sem planejamento do balanço de nutrientes
		N2	Alimentação com planejamento do balanço de nutrientes e suplementação
	Água para animais	N1	Água não está de acordo com os padrões de qualidade exigidos
		N2	Água de acordo com os padrões de qualidade exigidos
MANEJO SANITÁRIO	Controle de carrapatos	N1	Controle químico tradicional, tomada de decisão baseada no número de carrapatos presentes
		N2	Controle estratégico (uso de produto químico adequado e no período mais vulnerável do ciclo de vida do carrapato)
		N3	Controle estratégico + alternativas ao controle químico (fitoterápico, fungos e controladores biológico) + rebanho com graus de sangue adequados + manejo de pastagem, segundo ecologia de populações dos ectoparasitas.
		N4	Controle estratégico + uso de vacina para carrapato
		N5	Uso de controle estratégico + alternativas ao controle químico + rebanho com graus de sangue adequados + manejo de pastagem + vacina para carrapato
	Forma de pulverização (controle de carrapatos)	N1	Bomba costal
		N2	Bomba capeta (tipo lava-jato) ou <i>pour on</i>
		N3	Câmaras de atomização
		N4	Banheiros de imersão
	Controle de vermes	N1	Controle químico dos efeitos da ação de vermes
		N2	Uso de fitoterápicos e homeopatas sem direcionamento de época
		N3	Controle com base em exame de fezes
	Doenças infecciosas: Vacinações	N1	Não realização de vacinação
		N2	Realização de vacinação de aftosa
		N3	Realização de vacinações: aftosa e brucelose
		N4	Realização de vacinações: aftosa, brucelose e carbúnculo sintomático
		N5	Realização de vacinações: anteriores e outras, segundo histórico da região
	Doenças infecciosas: Monitoramento	N1	Não realiza exames periódicos
		N2	Exames de tuberculose e brucelose a cada ano
		N3	Exames de tuberculose e brucelose a cada 6 meses e atestados
	Mastite: Detecção da doença	N1	Sem realização de monitoramento
N2		Testes clínicos: teste de caneca ou dispositivos em ordenhadeira mecânica	
N3		Testes clínicos e subclínicos (CMT - " <i>California Mastitis Test</i> ")	
N4		Testes clínicos e subclínicos CMT e exames microbiológicos – antibiogramas	
Mastite: Perfil de controle	N1	Não executa tratamento para mastite	
	N2	Tratamento curativo	
	N3	Programa base de cinco pontos: tratamento casos clínicos, descarte de casos crônicos, manutenção da ordenhadeira, tratamento da vaca seca, desinfecção dos tetos após ordenha.	
	N4	Programa base de cinco pontos + selante para teto + vacinação	

Quadro 10 - Macroíndice Atualização Tecnológica (AT), segmento pecuário leite

MESOÍNDICE	INDICADOR	DESCRITOR	
ORDENHA	Instalação	N1 Inexistência de sala de ordenha	
		N2 Curral de ordenha com piso em terra	
		N3 Curral de ordenha com piso cimentado	
		N4 Sala de ordenha	
	Sistema de Ordenha	N5 Sala de ordenha com fosso e contenções para as vacas	
		N1 Manual	
CONFORTO ANIMAL	Instalações	N2 Mecânica	
		N3 Mecânica com canalização ou dispositivo de transferência de leite para tanque	
		N1 Arquitetura inadequada (posição solar inadequada, fechada, cobertura de telha de zinco ou amianto e sem recursos de climatização)	
	Sombreamento	N2 Instalações com arquitetura adequada (posição solar adequada - abertura lateral; cobertura de telha de barro) e sem recursos de climatização	
		N3 Instalações com arquitetura adequada com recursos de climatização (aspersor ou ventilador e instrumentos de monitoramento de temperatura e umidade)	
	Comportamento de pastoreio	N1 Não possui áreas de sombreamento	
		N2 Possui áreas de sombreamento	
		N1 Animais pastejando durante todo o dia	
	Bebedouro	N2 Animais pastejando durante o final da tarde e início da noite	
		N3 Animais pastejando durante o final da tarde e início da noite e nas horas quentes do dia (10hs às 16hs) ficam abrigados sob sombra natural ou artificial	
		N1 Inexistência de bebedouros no pasto	
		N2 Bebedouros distantes (ingestão de água após o pastejo)	
	CONTROLE DE QUALIDADE	Análises	N3 Bebedouros próximos (ingestão de água durante o pastejo)
			N4 Bebedouro carrapato
			N1 Não realiza análises de matéria-prima
Perfil de análise de leite		N2 Realização de análise do leite com coleta do tanque de expansão	
		N3 Realização de análise do leite por vaca	
		N1 Não realiza análises de matéria-prima	
		N2 Contagem bacteriana total (CBT) e Contagem células somáticas (CCS)	
		N3 CTB, CCS e redutase	
		N4 CTB, CCS, redutase e crioscopia	
		N5 CTB, CCS, redutase, crioscopia, % de gordura e % de proteína	
Resfriamento do leite		N6 CTB, CCS, redutase, crioscopia e % de gordura, de proteína e de sólidos totais	
		N7 CTB, CCS, redutase, crioscopia e % de gordura, de proteína, de sólidos e uréia	
	N1 Não realiza resfriamento		
MANEJO AMBIENTAL	Práticas ambientais	N2 Resfriador de imersão	
		N3 Tanque de resfriamento	
		N1 Não aplica conservação de solo e proteção de recursos naturais	
		N2 Aplica conservação de solo (terraços em nível, preparo de solo em nível e plantio direto)	
		N3 Aplica conservação de solo e possui mata ciliar	
	Manejo de efluente	N4 Aplica conservação de solo e possui mata ciliar e proteção de nascentes	
		N5 Aplica conservação de solo e possui mata ciliar, proteção de nascentes e reserva legal	
		N1 Não possui sistema de armazenamento ou tratamento de efluentes	
		N2 Possui sistema de armazenamento de efluentes (esterqueira)	
	Tratamento de disposição de carcaça	N3 Possui sistema de tratamento de efluentes (lagoa, biodigestor, etc.)	
		N4 Possui sistema de tratamento e realiza análise periódica do resíduo/efluente	
		N1 Não enterra	
	Sistema de Descarte	N2 Enterra as carcaças	
N3 Sistema de tratamento para disposição de carcaças (fossa ou compostagem)			
N1 Não realiza o descarte de embalagens, seringas, etc. de acordo com a legislação			
	N2 Realiza o descarte de embalagens, seringas, etc., de acordo com a legislação		

Quadro 9 - Macroíndice Atualização Tecnológica (AT), segmento pecuário leite
(cont.)

MESOINIDCE	INDICADOR	DESCRITOR	
PRÉ-PROCESSAMENTO	Tratamentos adicionais	N1	Nenhuma operação adicional
		N2	Tratamento térmico antes do resfriamento
		N3	Operação de microfiltração
	Resfriamento	N1	Sem resfriamento
		N2	Trocador de calor
		N3	Tanque isobárico
	Tempo de coleta	N1	Mais de 12 horas
		N2	Menos de 12 horas
	Recepção: pesagem/ filtragem	N1	Manual
N2		Automatizada	
PROCESSAMENTO	Processo de tratamento	N1	Esterilização
		N2	Pasteurização
		N3	Pasteurização + Microfiltração
		N4	Sistema <i>Ultra High Temperature</i> (UTH) indireto
		N5	UTH direto
		N6	<i>Ultra Fresh A</i> : UTH indireto + Microfiltração
		N7	<i>Ultra Fresh B</i> : UTH direto + Microfiltração
	Homogeneização	N1	Não realiza processo de homogeneização
		N2	Realiza processo de homogeneização
	Padronização	N1	Não realiza processo de padronização
		N2	Realiza processo de padronização
	Tipo de envase	N1	Envase não asséptico
		N2	Envase asséptico
Tipo de embalagem	N1	Saco plástico	
	N2	Saco plástico e garrafa plástica de alta densidade	
	N3	Saco plástico, garrafa plástica de alta densidade e embalagem cartonada	
CONTROLES	Controle de qualidade	N1	Realização de análises de contagem células somáticas (CCS), de contagem bacteriana (CB) e de acidez
		N2	Realização de análises de CS, de CB, de acidez, crioscópica e físico-químicas
		N3	Realização de análises de CS, de CB, de acidez, crioscópica e físico-químicas, de resíduos de antibiótico e de estabilidade ao álcool.
		N4	Realização de análises de CS, de CB, de acidez, crioscópica e físico-químicas, de resíduos de antibiótico, de estabilidade ao álcool e de fosfatase/peroxidase
		N5	Realização de análises de CS, de CB, de acidez, crioscópica e físico-químicas, de resíduos de antibiótico, de estabilidade ao álcool e de fosfatase/peroxidase, sendo mais de 80% delas realizadas internamente
ASPECTO AMBIENTAL	Licenciamento	N1	Não possui licenciamento ambiental para a atividade
		N2	Possui licenciamento ambiental para a atividade
	Manejo de efluente	N1	Não possui sistema de tratamento de efluentes (esterqueiras, lagoas, biodigestores, etc.)
		N2	Possui sistema de tratamento de efluentes
		N3	Possui sistema de tratamento de efluentes e programa de monitoramento da qualidade dos efluentes
		N4	Possui sistema de tratamento de efluentes e programa de monitoramento da qualidade dos efluentes e sistema de reuso dos efluentes tratados

Quadro 11 - Macroíndice Atualização Tecnológica (AT), segmento leite líquido

MESOÍNDICE	INDICADOR	DESCRIPTOR	
PRÉ-PROCESSAMENTO	Tratamentos adicionais	N1	Nenhuma operação adicional
		N2	Tratamento térmico antes do resfriamento
		N3	Operação de microfiltração
	Resfriamento	N1	Sem resfriamento
		N2	Trocador de calor
		N3	Tanque isobárico
	Tempo de coleta	N1	Mais de 12 horas
		N2	Menos de 12 horas
Recepção: Pesagem/Filtragem	N1	Manual	
	N2	Automatizada	
PROCESSAMENTO	Padronização	N1	Sem controle de padronização
		N2	Controle de padronização
	Pasteurização	N1	Pasteurização lenta em tanques com fogo direto.
		N2	Pasteurização lenta em tanque-camisa de vapor
		N3	Pasteurização lenta via injeção direta de vapor
		N4	Pasteurização rápida de placas
	Coagulação/ tipo acidulante	N1	Uso de cultura lática
		N2	Uso de ácido láctico
	Coagulação/ tipo fermento	N1	Uso de fermento rápido ou liofilizado
		N2	Uso de fermento termófilo
		N3	Execução de repicagem de fermento
	Substâncias	N1	Não adição de cloreto de cálcio
		N2	Adição de cloreto de cálcio
	Corte/Mexedura	N1	Manual
		N2	Automatizada
	Filagem - processo	N1	Manual
		N2	Semiautomatizada
		N3	Automatizada
Salga	N1	Salga efetuada no leite	
	N2	Salga efetuada na massa ou a seco	
	N3	Salga através de salmoura	
Embalagem	N1	Embalagem a vácuo - processo manual	
	N2	Embalagem a vácuo - processo automatizado	
	N3	Embalagem a vácuo termo encolhível - processo automatizado	
CONTROLES	Filagem - análise	N1	Não realização de teste de pH
		N2	Realização de teste de pH
	Temperatura	N1	Sem controle de temperatura em todo o processo
		N2	Controle de temperatura em todo o processo
	Controle de qualidade	N1	Realização de análises de contagem células somáticas (CCS), de contagem bacteriana (CB) e de acidez
		N2	Realização de análises de CS, de CB, de acidez, crioscópica e físico-químicas
		N3	Realização de análises de CS, de CB, de acidez, crioscópica e físico-químicas, de resíduos de antibiótico e de estabilidade ao álcool.
		N4	Realização de análises de CS, de CB, de acidez, crioscópica e físico-químicas, de resíduos de antibiótico, de estabilidade ao álcool e de fosfatase/peroxidase
		N5	Realização de análises de CS, de CB, de acidez, crioscópica e físico-químicas, de resíduos de antibiótico, de estabilidade ao álcool e de fosfatase/peroxidase, sendo mais de 80% delas realizadas internamente
	ASPECTO AMBIENTAL	Licenciamento	N1
N2			Possui licenciamento ambiental para a atividade
Manejo de efluente		N1	Não possui sistema de tratamento de efluentes (esterqueiras, lagoas, biodigestores, etc.)
		N2	Possui sistema de tratamento de efluentes
		N3	Possui sistema de tratamento de efluentes e programa de monitoramento da qualidade dos efluentes
		N4	Possui sistema de tratamento de efluentes e programa de monitoramento da qualidade dos efluentes e sistema de reuso dos efluentes tratados

Quadro 12 - Macroíndice Atualização Tecnológica (AT), segmento queijo

PROCESSOS E ROTINAS (PR)

A inovação está se tornando uma atividade corporativa e envolve todas as áreas da empresa, desde a linha de produção até os setores administrativos (BESSANT; CAFFYN, 1997). Segundo Clark e Fujimoto (1991), novos arranjos organizacionais também constituem formas de melhorar o desempenho inovativo e de aumentar a competitividade das empresas. Os autores citam, como exemplos, ações de solução de problemas através de trabalhos em pequenos grupos com amplas responsabilidades e integração de diferentes áreas do conhecimento com gestão de projetos integrando departamentos e funções.

Lefebvre, Lefebvre e Roy (1995) mencionam que o uso de tecnologias modernas de gestão aliadas à tecnologia de microinformática e automação tornam a empresa mais flexível, pois possibilitam maior habilidade, rapidez e eficiência na adaptação de produtos às especificações dos clientes. Adicionalmente, Bessant (2002) sinaliza que ações de melhoria contínua na manufatura, a partir de inovações incrementais, podem refletir em ganhos em produtividade, redução de custo, melhoria de qualidade, maior flexibilidade e redução do tempo necessário para produzir e lançar produtos no mercado. Vários trabalhos na literatura (p.ex. HUMPHREY, 1995; BESSANT; KAPLINSKY, 2005) têm estabelecido impactos de práticas no nível operacional no desempenho da empresa, tais como sistema integrado de produção, controle estatístico de processo, redução de estoques, células de produção, círculos de controle da qualidade, gestão total, etc. e sistema de práticas gerenciais, como sistema descentralizado de decisão, redução dos níveis hierárquicos, rotatividade de funções e trabalhos em equipe na competitividade e dinamicidade das empresas.

Neste sentido, a observação do uso de técnicas que dizem respeito a princípios e conceitos relacionados à gerência, por exemplo, planejamento estratégico, sistemas de custo, gestão de projetos, engenharia de processo, gestão de qualidade (controle estatístico de processo, controle de gestão da qualidade total, certificações etc.), gestão de manufatura (*Just-In-Time*, KANBAN etc.), engenharia de produto e de processo, dentre outros, e o emprego de recursos computacionais (*hardwares* e *softwares* como os sistemas *Computer-aided design* – CAD, *Computer Aided Manufacturing* – CAM, *Manufacturing Resource Planning* - MRP e *Electronic data interchange* – EDI, dentre outros) são elementos que permitem capturar o suporte da empresa a sua capacidade e dinamicidade tecnológica.

Por exemplo, a observação da existência ou não nas empresas de planejamento e controle da produção indica como a empresa se preocupa em formular e implementar estratégias tecnológicas de produto e de mercado (DICHTER *et al.*, 1998). O planejamento da produção consiste em uma ação proativa de análise de informações e tomada de decisões que incorpora, além da solução de problemas de curto prazo, o direcionamento da empresa a longo prazo com implicações diretas na sua base tecnológica.

Outro aspecto importante na indústria de alimentos se refere à qualidade e tem reflexos diretos no progresso técnico das empresas. Segundo Wheelwright e Clarck (1990), a maneira como a empresa lida com a questão da qualidade, tanto de produto quanto de processo, tende a revelar sua capacidade em resolver problemas ligados ao ciclo de produção. Para Toledo (1997), o relacionamento cotidiano com conceitos de qualidade mostra de que forma a firma procura satisfazer a preferência dos mercados e obter produtos com elevados níveis de perfeição técnica, dada a tecnologia disponível.

No caso de unidades agroindustriais, o macroíndice foi composto pelos mesoíndices *Planejamento e controle* (PC), *Monitoramento e gestão* de projeto (MG), *Engenharia de produto* (EP) e *Engenharia de processo* (EPC). No caso do elo agrícola, foram considerados os mesoíndices *Planejamento e controle* (PC) e *Engenharia de processo* (EPC). Os quadros 12 e 13 apresentam os indicadores considerados para o segmento agrícola e para o segmento de processamento industrial.

O mesoíndice Planejamento e controle (PC) é composto por três indicadores: *Planejamento estratégico* (PE), *Planejamento e controle da produção* (PCP) e *Gestão de custos* (GC). Já o mesoíndice Monitoramento e gestão de projeto (MG) contempla os indicadores: *Monitoramento tecnológico/ Canais de observação/Conhecimento de mercado e Estudos de viabilidade* (MT).

Os indicadores *Perfil de desenvolvimento de produto* (PeDP) e *Desenvolvimento de produto* (DP) compõem o mesoíndice Engenharia de produto (EP). A dimensão de Engenharia de processo (EPC) foca-se em dois componentes: *Gestão da qualidade* (GQ) e *Melhoria de processos* (MP).

No caso do elo agrícola (Quadro 13), são considerados somente os mesoelementos Planejamento e controle (PC), desdobrado nos indicadores

Planejamento (P) e Gestão de custo (GC), e Engenharia de processo (EPC) com foco nas ações de gestão de qualidade.

MESOÍNDICE	INDICADORES	DESCRITORES
PLANEJAMENTO E CONTROLE	Planejamento estratégico	N1 Não realiza planejamento estratégico
		N2 Planejamento estratégico centralizado no proprietário ou na gerência
		N3 Realiza planejamento estratégico formal com envolvimento de funcionários
		N4 Realiza planejamento estratégico formal com envolvimento de funcionários e sistema de mensuração de desempenho
	Planejamento e controle da produção	N1 Não realizam planejamento da produção de maneira formal
		N2 A empresa realiza previsão de demanda e possui controle de estoques
		N3 A empresa realiza previsão de demanda, possui controle de estoques e ERP (formal e informatizado) e possui intercâmbio eletrônico de dados com clientes
	Gestão de custos	N1 Não possui gestão de custo
		N2 Emprega método de custeio completo ou por absorção
N3 Emprega método de custeio por atividade ou <i>Activity Based Costing (ABC)</i>		
MONITORAMENTO E GESTÃO DE PROJETO	Monitoramento tecnológico /Canais de observação/Conhecimento de mercado	N1 Faz uso de pessoal de vendas para captação de demanda, observações e intuição do proprietário ou gerência ou pela oferta de fornecedores
		N2 Faz uso de relatórios setoriais, revistas especializadas, participação em feiras e seminários, realização de estudos de <i>marketing</i>
		N3 Centro de inteligência, monitoramento de tecnologias e uso de ferramentas de prospecção (entrevistas com clientes, pesquisa de mercado, mapping) e sistemas de geração de ideias.
	Estudos de viabilidade	N1 Não há estudos de viabilidade
		N2 Elaboração de projetos de viabilidade detalhados com participação de pessoal interno
		N3 Elaboração de projetos de viabilidade detalhados com participação de pessoal interno e/ou contratação de consultoria
		N4 Elaboração de projetos de viabilidade detalhados e plano de <i>marketing</i> e lançamento de produto
	ENGENHARIA DE PRODUTO	Perfil de desenvolvimento de produto
N2 Melhorias incrementais de qualidade de produto		
N3 Uso de engenharia reversa		
N4 Modificação de produto adquirido por licenciamento		
N5 Produto novo ou melhorado com base em parcerias de P&D		
N6 Produto novo ou melhorado com base em P&D interna		
Desenvolvimento de produto		N1 Não possui metodologia formal de desenvolvimento de produto
		N2 Processo formalizado de desenvolvimento de produto (DP) com fases distintas (geração de ideias, análise de viabilidade, desenvolvimento técnico, teste, etc.) com a integração de áreas/departamento
		N3 Processo formal de DP com fases distintas, integração de áreas/departamentos e uso pesquisa de <i>marketing</i> , uso de ferramentas de desenvolvimento (QFD, FMEA, etc.), uso de ferramentas computacionais (CAM), elaboração de plano de lançamento etc.
ENGENHARIA DE PROCESSO	Gestão de qualidade	N1 Não tem prática formalizada em termos de gestão de qualidade
		N2 Controle estatístico de processo ou boas práticas de fabricação (BPF)
		N3 Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle (APCC) ou ISO 9000 ou 14000
		N4 ISO 22000
	Melhoria de processo (somatório de itens)	Somatório da presença das seguintes atividades: (1) Programa de manutenção preventiva; (2) Banco de dados, análise de informações e procedimento de correção; (3) Análise de problemas: SAC e ações corretivas; (4) Treinamento continuado de recursos humanos; (5) Programa formal de melhoria contínua; (6) Realização de melhorias em produtos adquiridos por licenciamento e equipamentos adquiridos (7) Mudança de organização de trabalho ou estrutura organizacional/divisão de setores

Quadro 13 - Macroíndice Processos e rotinas: mesoíndices e indicadores, unidades de processamento agroindustrial

MESOÍNDICE	INDICADORES	DESCRITORES
PLANEJAMENTO E CONTROLE	PLANEJAMENTO	N1 Não executa planejamento estratégico
		N2 Planejamento anual de uso do solo (rotação de culturas)
		N3 Possui planejamento anual de uso de solo e estabelecimento de metas e indicadores de desempenho, programação e controle mensal de atividades.
	GESTÃO DE CUSTO	N1 Não possui controle e gestão de custo
		N2 Emprega sistema de custo
		N3 Emprega sistema de custo com uso de <i>software</i> específico
ENGENHARIA DE PROCESSO	GESTÃO DE QUALIDADE	N1 Não apresenta ações de gestão de qualidade
		N2 Possui boas práticas de produção
		N3 Possui sistemas integrados de produção
		N4 Possui algum tipo de certificação

Quadro 14 - Macroíndice Processos e rotinas: mesoíndices e indicadores, unidades agrícolas

MECANISMOS DE APRENDIZAGEM (MA)

Bell (1984) relaciona os processos formais e informais de aprendizagem ao processo de capacitação da empresa. Já Malerba (1992) argumenta que o aprendizado ocorre tanto no ambiente interno à empresa como no ambiente externo a empresa, sob determinados canais. Entre estes canais, o autor destaca: *learning by doing*, associado à atividade produtiva; *learning by using*, vinculado diretamente ao uso dos produtos, *learning by searching*, ligado aos processos de busca nas estruturas formais das empresas (laboratórios de P&D); e *learning by interacting*, relacionado a interações com agentes externos. Além destes canais, pode-se citar a aprendizagem por treinamento (*learning through training*) ou contratação (*learning by hiring*).

A literatura agrupa estes mecanismos em quatro conjuntos de ações (LEONARD-BARTON, 1998, GARVIN, 1993; FIGUEREDO, 2001), a saber:

(a) mecanismos de aquisição interna: ações e processos pelos quais os indivíduos e a organização adquirem conhecimentos e capacidades com base em atividades executadas na própria empresa, dentre elas, atividades de P&D, experimentações e prototipagens, atividades de solução de problemas do dia a dia, trabalhos de melhoria contínua em processos, produtos e equipamentos, treinamentos internos, dentre outros;

(b) mecanismos de aquisição externa: ações e processos de busca em fontes fora da empresa, por exemplo, treinamentos externos, cursos de especialização e contratação de pessoal (especialistas ou profissionais recém-formados) ou consultoria ou assistências técnicas externas;

(c) socialização: processos baseados no compartilhamento de conhecimento tácito entre pessoas em ações, formal ou informal, que permitam a interação entre as pessoas como a observação de uma atividade, a solução compartilhada de problemas, a rotatividade em postos de trabalho, a participação em grupos de trabalho ou a participação em treinamentos, dentre outros; e

(d) codificação: processos de transformação do conhecimento tácito em conhecimento explícito através da padronização de atividades, da documentação de procedimentos ou de problemas solucionados, dentre outras ações que permitam o registro organizado da informação e do conhecimento.

O mesoíndice Mecanismos de aprendizagem (MA) busca captar a variedade de processos de aprendizagem desenvolvidos na empresa, relacionados aos *Mecanismos internos* (MI), *Mecanismos externos* (ME), *Socialização* (S) e *Codificação* (C), indicadores que compõem o mesoíndice. A mensuração é efetuada pela somatória de processos ou ações observados na empresa do conjunto de ações listadas no Quadro 14 para cada um dos indicadores no caso das unidades de processamento agroindustrial. Para as unidades agrícolas, somente foram considerados os mecanismos de aquisição externa e codificação (Quadro 15). O conjunto de ações proposto foi adaptado a partir de Castro (2002) e Tacla (2002).

MESOÍNDICE	INDICADOR	DESCRITORES
AQUISIÇÃO EXTERNA	Somatório da ocorrência de eventos que estimulam o fluxo de aprendizagem na empresa por meio da aquisição externa.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contratação de especialista ou consultor externo (para desenvolvimento de sistemas operacionais/ gerenciais); 2. Treinamento externo de curta duração e perfil gerencial e de suporte (microinformática, TQM, desenvolvimento gerencial, gestão de projetos, etc.); 3. Treinamento externo de curta duração e perfil tecnológico (novos ingredientes, tecnologias de processo, práticas de manejo, etc.); 4. Treinamento externo de média e longa duração (programa de incentivo ou de reembolso de graduação, de especialização e de pós-graduação); 5. Participação em congressos ou seminários ou eventos técnicos; 6. Participação em eventos (reuniões de classe, feiras, etc.); 7. Interação com fornecedores (interação para desenvolvimento de projeto); 8. Interação com cliente (envolvimento no projeto do produto, no teste do produto ou através de pesquisas específicas).
AQUISIÇÃO INTERNA	Somatório da ocorrência de eventos que estimulam o fluxo de aprendizagem na empresa por meio da aquisição interna.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Treinamento interno de funcionários com uso de pessoal interno; 2. Treinamento interno de funcionários com participação de pessoal externo; 3. Programas formal de treinamento de novos funcionários ou contratação de trainees; 4. Atividades de rotina: grupos de supervisão e montagem/ grupos de qualidade/ participação em atividades desenvolvidas pela matriz ou empresas associadas; 5. Aprendizagem por busca- experimentação, comparação de dados/ laboratório com dados de teste e/ou de processo, estudo de literatura nacional e internacional; 6. Atividades de P&D.
SOCIALIZAÇÃO	Somatório da ocorrência de eventos que estimulam o fluxo de aprendizagem na empresa por meio da socialização de conhecimentos e práticas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rotação no trabalho, grupos multidisciplinares (grupos de trabalho multifuncionais e multidisciplinares, técnicos trabalham na fábrica e na supervisão (dois setores)); 2. Soluções compartilhadas de problemas (participação em reuniões de projetos, reuniões de projetos na matriz, comitê de qualidade, etc.); 3. Teste (ou prototipagem) ou desenvolvimento de projetos com participação de pessoal de diferentes setores; 4. Sistemas de disseminação da informação: jornal/mural/ reuniões periódicas, etc.; 5. Sistema de disseminação de informação com compartilhamento de dados via rede, uso de intranet e internet; 6. Desenvolvimento conjunto cliente e fornecedor (intercâmbio com clientes e fornecedores para desenvolvimento de projeto, interação continuada com a matriz, soluções para desenvolvimento e teste).
CODIFICAÇÃO	Somatório da ocorrência de eventos que estimulam o fluxo de aprendizagem na empresa por meio da codificação.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Codificação e especificação de materiais (códigos e padrões de engenharia, soluções modulares para projetos, etc.); 2. Elaboração de procedimentos administrativos (normas internas e memorandos, elaboração de procedimentos e instruções técnicas, etc.); 3. Certificações e recertificações; 4. Sistemas de controle operacionais e gerenciais (sistema de controle de contratos, integração de entre sistemas operacionais e corporativos); 5. Instruções técnicas e ferramentas específicas de para projetos; 6. Auditorias internas; 7. Desenvolvimento conjunto cliente e fornecedor (intercâmbio com clientes e fornecedores para desenvolvimento de projeto, interação continuada com a matriz, soluções para desenvolvimento e teste).

Quadro 15 – Macroíndice Mecanismos de aprendizagem: mesoíndices e descritores, unidades de processamento agroindustrial

MESOÍNDICE	INDICADOR	DESCRITORES
AQUISIÇÃO EXTERNA	Somatório da ocorrência de eventos que estimulam o fluxo de aprendizagem na empresa por meio da aquisição externa.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Assessoramento técnico público; 2. Assessoramento técnico privado 3. Treinamento externo de curta duração de perfil gerencial e de suporte (gestão agrícola, mercado agrícola, tipos de financiamento, informática, etc.); 4. Treinamento externo de curta duração de perfil tecnológico (práticas de manejo, manejo de cultivares, inseminação artificial, manejo de pastagem, etc.); 5. Treinamento externo de média e longa duração (graduação, de especialização e de pós-graduação); 6. Participação em congressos ou seminários ou eventos técnicos; 7. Participação em eventos (reuniões de classe, feiras, etc.); 8. Assinatura de jornal e revista; 9. Interação com clientes (fornecimento por contrato, integração, etc.)
CODIFICAÇÃO	Somatório da ocorrência de eventos que estimulam aprendizagem na empresa por meio da codificação.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistemas de controle operacionais e gerenciais (sistema de controle de administrativos, de procedimentos técnicos e dados de desempenho); 2. Certificações ou sistemas de rastreabilidade;

Quadro 16 - Macroíndice Mecanismos de aprendizagem: mesoíndices e descritores, unidades agrícolas

ARTICULAÇÃO E ACESSIBILIDADE (AA)

As atividades de inovação de uma empresa dependem parcialmente da variedade e da estrutura de suas relações com as fontes de informação, de conhecimento, de tecnologias e de práticas. Elemento como os fluxos de conhecimento entre a empresa e outras organizações, as práticas que promovam tal compartilhamento e demais interações da empresa com outros agentes, incluindo a formação de relacionamentos com fornecedores e as práticas de *marketing* para melhor atingir os consumidores, são elementos importantes para o desenvolvimento e a difusão de inovações (ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2005). A abordagem da inovação como um sistema enfatiza a noção de conjunto de agentes e de fluxos de interação entre as instituições, em especial, nos processos interativos no trabalho de geração, de difusão e aplicação de conhecimento e de tecnologias. Dadas as especificidades do setor agroalimentar, quanto mais coordenadas forem as ações nos diferentes elos da cadeia, maior tende a ser o controle sobre a tecnologia, ou seja, a coordenação das ações no ciclo de produção também pode revelar a capacidade tecnológica das empresas estudadas.

Neste sentido, o macroíndice Articulação e Acessibilidade contempla as variáveis referentes ao perfil de interações mantidas com o ambiente externo em termos de ações para absorver e gerar tecnologias, a relação com fornecedores em termos do perfil de interação e de captação de matéria-prima agrícola (percentual de captação de matéria-prima sob contrato com prestação de assistência técnica ou programa de desenvolvimento de fornecedor), a variedade de fontes de informação tecnológica acessadas pela empresa e a participação em evento (número de participações por ano em congressos, simpósios, fóruns de discussão, reuniões de associações empresariais, feiras, etc.) para as empresas de processamento agroindustrial (Quadro 16).

No caso do elo agrícola, aspectos de Articulação e Acessibilidade são estimados indiretamente pelo acesso a telefonia, a *internet*, a jornal, a revista ou a material de conteúdo técnico e uso de mecanismos de financiamento no último ano. Também são consideradas a variedade de fontes de informação tecnológica acessadas pela propriedade e a participação total em eventos de natureza não técnica (número de fóruns de discussão, reuniões de associações e cooperativas, feiras, etc.), conforme apresentado no Quadro 17.

MESOÍNDICE	INDICADOR	DESCRITORES	
Interações com ambiente externo	Perfil de interação com outras organizações	N1	Compra de bens e serviços e troca de informações esporádicas
		N2	Troca de informações em redes associativas
		N3	Compra de pacotes tecnológicos
		N4	Projeto de desenvolvimento de PD&I com fornecedor
		N5	Projeto de desenvolvimento de PD&I com participação direta do cliente
		N6	Ligações com instituições de ensino e pesquisa
		N7	Cooperação com centros de PD&I
		N8	Licenciamento de tecnologia
		N9	Transferência de tecnologia
Relação com fornecedores	Interação com fornecedores	N1	Compra em mercado <i>spot</i> / cotação de preços ou contratos de curto prazo
		N2	Programa de seleção de fornecedores com compra, a partir de cotação entre o cadastro de fornecedores
		N3	Relacionamento comercial com contratos de longo prazo e programa de desenvolvimento de fornecedor
		N4	Fornecedores exclusivos e programa de desenvolvimento e certificação de fornecedores
Captação de matéria-prima - Percentual de captação de matéria-prima sob contrato com prestação de assistência técnica ou programa de desenvolvimento de fornecedor.			
Fontes de informação tecnológica acessadas	Somatório das fontes constantemente acessadas pela empresa na busca de informações e conhecimentos tecnológicos utilizados pela empresa	(1) Departamento de P&D internas ou de empresa do grupo; (2) Fornecedores; (3) Clientes ou consumidores; (4) Visita a empresas no país; (5) Visita a empresas no exterior; (6) Consultoria ou assistência técnica especializada contratada – nacional; (7) Consultoria ou assistência técnica especializada contratada - internacional; (8) Contato com universidades/ Centros de Ensino Superior, Institutos de Pesquisa/ Centros tecnológicos; (9) Contato com centros de capacitação profissional e assistência técnica; (10) Contato com Institutos de testes, ensaios e certificados; (11) Assinatura ou compra frequente de revistas ou publicações técnicas; (12) Participação em congressos, seminários e outros eventos técnicos no país; (13) Participação em congressos, seminários e outros eventos técnicos no exterior; (14) Participação em feiras e exposições no país; (15) Participação em feiras e exposições no exterior; (16) Contato com associações de classe/setoriais, etc.; (17) Participação em rede de informação informatizada	
Intensidade de participação em evento	Participação em eventos técnicos - Número de eventos - congressos, seminários, simpósios e outros - que a empresa participa por ano		
	Participação em evento s - Número de feiras, exposições, reuniões de associação dentre outros que a empresa participa por ano.		

Quadro 17 - Macroíndice Articulação e acessibilidade: mesoíndice e indicadores, unidades de processamento agroindustrial

MESOÍNDICE	INDICADOR
Interações com ambiente externo	Acesso a telefone (SIM ou NÃO)
	Acesso a <i>internet</i> (SIM ou NÃO)
	Acesso a jornal, revista, etc. (SIM ou NÃO)
	Uso de mecanismos de financiamento (SIM ou NÃO)
Relação com fornecedores	Relação com fornecedores e compradores (Existência de contratos comercial SIM ou NÃO)
Fontes de informação tecnológica acessada	Somatório das fontes constantemente acessadas pela empresa na busca de informações e conhecimentos tecnológicos utilizados pela unidade agrícola: 1. Fornecedores; 2. Clientes ou consumidores; 3. Visita a propriedades no país; 4. Visita a propriedades no exterior; 5. Consultoria ou assistência técnica; 6. Contato com universidades/ Centros de Ensino Superior, Institutos de Pesquisa/ Centros tecnológicos; 7. Contato com centros de capacitação profissional e assistência técnica; 8. Assinatura ou compra frequente de revistas técnicas ou publicações especializadas; 9. Participação em congressos, seminários e outros eventos técnicos no país; 10. Participação em congressos, seminários e outros eventos técnicos no exterior; 11. Participação em feiras e exposições no país; 12. Participação em feiras e exposições no exterior; 13. Contato com associações de classe/setoriais, etc.
Intensidade de participação em evento	Participação em eventos (número de feiras, exposições, reuniões de associação dentre outros que a empresa participa) por ano

Quadro 18 - Mesoíndice Articulação e acessibilidade: mesoíndice e indicadores, unidades agrícolas

A obtenção do conjunto de pesos foi realizada através da metodologia de comparação par a par desenvolvida por Saaty (1971). O processo se baseia em uma matriz $n \times n$ de comparação entre os n indicadores em análise, em que as linhas e as colunas correspondem aos indicadores, colocados na mesma ordem para coluna e linha. Assim, os valores a_{ij} da matriz representam a importância relativa do indicador i comparado com o indicador j , sendo que se $a_{ij} = x$ então $a_{ji} = 1/x$ e a diagonal tem sempre um valor unitário ($a_{ii}=1$).

Os conjuntos de pesos foram estabelecidos de acordo com as seguintes etapas (RAMOS, 2000):

(a) Construção de matrizes de comparação par a par para o conjunto de macroíndices e para os conjuntos de mesoíndices e de microíndices de cada segmento estudado. Com base nestas matrizes $n \times n$, são atribuídos valores de julgamento de importância, segundo a escala de valoração do Quadro 18, par a par.

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
extrema -mente	bastante	muito	pouco	igual	pouco	muito	bastante	extrema -mente
MENOS IMPORTANTE					MAIS IMPORTANTE			

Figura 11 - Escala de comparação para preenchimento das matrizes de julgamento AHP

(b) Cálculo do vetor Eigen principal através da seguinte equação:

$$W_i = \left[\prod_{j=1}^n a_{ij} \right]^{1/n} / \sum_{k=1}^n \left[\left(\prod_{j=1}^n a_{kj} \right)^{1/n} \right]$$

Onde:

a_{ij} : é o valor da matriz par a par correspondente à comparação entre o indicador i e indicador j

n : número de indicadores

w_i : peso do indicador i

(c) Cálculo do máximo vetor Eigen. Obtido pela seguinte equação:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n \frac{w'_n}{w_n} \right)$$

Sendo que w'_n é o valor resultante da multiplicação da matriz A de comparação par a par e o vetor obtido na etapa anterior.

(d) Cálculo do índice de consistência (CI), obtido pela equação:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

(e) Cálculo do Grau de Consistência (CR). O grau de consistência é obtido pela razão entre o índice de consistência (CI) e o índice de aleatoriedade (RI). Saaty (1991) propõe valores de RI através do cálculo do valor médio de CI obtido por matrizes recíprocas geradas aleatoriamente, assim, os valores de RI, de acordo com o número de indicadores em análise, são os apresentados no Quadro 19.

n	RI								
1	0,00	4	0,09	7	1,32	10	1,49	13	1,56
2	0,00	5	1,12	8	1,41	11	1,51	14	1,57
3	0,58	6	1,24	9	1,45	12	1,48	15	1,59

Quadro 19 - Índice de aleatoriedade (RI) para n = 1 ... 15

Fonte: Saaty (1991)

Caso o grau de consistência (CR) seja superior a 0,1 ou 10%, é necessário fazer uma reavaliação da matriz de comparação, ou seja, reavaliar os valores definidos na matriz, propondo uma nova matriz de comparação par a par.

Tendo como base o pressuposto de especificidade de cada segmento em função da natureza da atividade produtiva e tecnológica, o estabelecimento do conjunto de ponderações dos indicadores foi realizado para cada um dos segmentos foco, ou seja, estabeleceu-se um conjunto de pesos para o ICT- trigo grão, ICT- moagem, ICT – massas, ICT – leite, ICT – leite fluído e ICT- queijo. Para cada um dos segmentos, foi elaborado um conjunto de pesos. Com base na primeira versão do modelo do índice, solicitou-se o preenchimento das matrizes de julgamento a quatro profissionais vinculados às áreas de manejo de culturas de inverno (matrizes

do segmento produção trigo grão), à qualidade tecnológica/cereais de inverno (matrizes dos segmentos moagem e massas), à bovinocultura de leite/manejo (segmento produção leite) e tecnologia de derivados de leite (segmento leite fluído e queijos). Posteriormente, com a alteração da estrutura dos índices, optou-se por construir as matrizes de julgamento com base neste primeiro exercício e nas informações obtidas durante a execução do trabalho. A partir dos julgamentos realizados, efetuou-se o cálculo dos pesos com o auxílio do *software Excel®*, como exemplifica a planilha na Figura 11. No Apêndice D, são apresentados quadros de composição do ICT para cada um dos segmentos (produção trigo grão, moagem, massas, produção leite, leite fluído e queijo) com os respectivos pesos utilizados para o cálculo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	MACROÍNDICES _ MOAGEM										
2											
3	Critérios	REC FIS	DeTEC	GPROROT	MAPRE	ART&ACE					
4	REC FIS	1,00	3,00	1,00	3,00	5,00					
5	DeTEC	0,33	1,00	1,00	1,00	3,00					
6	GPROROT	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00					
7	MAPRE	0,33	1,00	0,33	1,00	3,00					
8	ART&ACE	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00					
9	Soma	2,87	6,33	3,53	8,33	17,00					
10											
11	MATRIZ NORMALIZADA						Soma	vetor Eigen			
12	REC FIS	0,349	0,474	0,283	0,360	0,294	1,760	35,19%			
13	DeTEC	0,116	0,158	0,283	0,120	0,176	0,854	17,07%			
14	GPROROT	0,349	0,158	0,283	0,360	0,294	1,444	28,88%			
15	MAPRE	0,116	0,158	0,094	0,120	0,176	0,665	13,30%			
16	ART&ACE	0,070	0,053	0,057	0,040	0,059	0,278	5,56%			
17	Soma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	5,000	100,0%			
18											
19			lambda max	5,16			n =	5			
20			índice de consistência (CI)	4,09%							
21			Grau de consistência (CR)	3,65%							
22											

Figura 12 - Planilha de cálculo dos pesos do índice

Para a normalização das variáveis, empregou-se a distância do líder do grupo (FREUDENBERG, 2003) para cada variável, em que se designa valor 1 ao maior valor observado (líder) e se ordena os demais em relação ao valor do líder, ou seja,

$$\bar{x}_i = \frac{X_i}{X_i^*}$$

Em que: \bar{X}_i : variável normalizada

x_i : valor da variável e

x_i^* : valor máximo observado da variável

No caso de variáveis categóricas, optou-se por considerar o maior descritor como valor 1, independente de não haver registro da categoria no grupo entrevistado. Por exemplo, o indicador “Forma de pulverização - controle de carrapatos” (Atualização tecnológica - Manejo sanitário - Forma de pulverização) do ICT produção primária de leite é composta por quatro descritores (N1 - Bomba costal; N2 - Bomba capeta (tipo lava-jato) ou *pour on*; N3 - Câmaras de atomização e N4 - Banheiros de imersão), sendo o N4 considerado o líder mesmo não sendo observada nenhuma constatação de uso.

A operacionalização do índice envolve a caracterização de um valor unidimensional a partir da agregação de indicadores normalizados com base em um conjunto de pesos de ponderação de cada variável ou de cada agrupamento (mesoíndice e macroíndice).

O índice pode ser definido por:

$$I = \sum_{i=1}^x w_i \bar{X}_i$$

Em que: I : Índice,

\bar{X}_i : variável normalizada,

w_i : pesos de X_i , $\sum_{i=1}^x w_i = 1$ e $0 \leq w_i \leq 1$

i : 1, ..., n

O cálculo dos índices e a construção das saídas gráficas foram realizados em planilha eletrônica de dados *Excel*®. A Figura 12 exemplifica uma das planilhas de cálculo.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
2	Nº	ELEMENTOS	P 1	BERGA	STA	CF	DOURA	TAVOL	MATIN	ARGENZIO	MIN	MAX	
3	1	RF - II - % RLVe atividades P&D interna	0,23	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,00	2,50	
4	2	RF - II - % RLVe atividades P&D externa	0,13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	
5	3	RF - II - % RLVe aquisição de outros conhecimentos externos	0,05	0,0	0,0	6,0	1,0	2,5	0,0	0,0	0,00	6,00	
6	4	RF - II - % RLVe aquisição de software	0,04	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,00	2,00	
7	5	RF - II - % RLVe aquisição de máquinas e equipamentos	0,13	20,0	0,0	0,0	0,0	37,5	6,8	0,0	0,00	37,50	
8	6	RF - II - % RLVe atividades de treinamento	0,22	0,0	0,0	2,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,00	2,00	
9	7	RF - II - % RLVe atividade de projeto industrial e outras reparações técnicas	0,09	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	1,2	0,0	0,00	2,50	
10	8	RF - II - % RLVe atividades de lançamento de produtos ou processos novos	0,11	0,0	0,0	2,0	1,0	2,5	0,0	0,0	0,00	2,50	
11	1,00	TOTAL - RF - II	0,40										
12	9	RF - RH - Nível de qualificação (TECIGRAD PÓS-GRAD) RH da empresa	0,28	0,0	8,3	10,0	17,2	40,0	10,5	0,0	0,00	40,00	
13	10	RF - RH - Qualificação Engenharia e Ciência (TECIGRAD PÓS-GRAD) RH	0,11	0,0	100,0	0,0	100,0	9,0	0,0	0,0	0,00	100,00	
14	11	RF - RH - Treinamento (% do total de funcionários)	0,15	0,0	8,0	6,6	8,6	14,0	0,0	0,0	0,00	14,00	
15	12	RF - RH - Rotatividade de pessoal (% de permanência de pessoal na empresa no último	0,07	100,0	66,7	90,0	85,0	78,2	96,7	66,70	100,00		
16	13	RF - RH - % funcionários envolvidos atividades de P&D	0,28	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5	0,15	0,15	0,15	0,55	
17	14	RF - RH - Nível de qualificação (TECIGRAD PÓS-GRAD) dos funcionários atividades	0,11	0,0	50,0	0,0	33,3	50	0	0,00	50,00		
18	1,00	TOTAL - RF - RH	0,48										
19	15	E - IE - Possui Departamento ou função de P&D (SIM ou NÃO)	0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
20	16	E - IE - Possui departamento ou função de marketing (SIM ou NÃO)	0,13	0	0	0	0	1	1	0	0	1	
21	17	E - IE - Melhoria de layout (SIM ou NÃO)	0,06	0	0	0	0	1	1	0	0	1	
22	18	E - IE - Introdução ou aquisição de equipamentos e tecnologias avançadas (SIM ou NÃO)	0,38	1	0	0	0	1	1	0	0	1	
23	1,00	TOTAL - FR - IE	0,12										
24	1,00	TOTAL - RECURSOS FISICOS	0,32										
25	19	E - TO - PP - Tratamento adicionais (N1 N2 N3)	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
26	20	E - TO - PP - Resfriamento (N1 N2)	0,43	0	0	0	1	2	1	0	0	2	
27	21	E - TO - PP - Tempo de coleta (N1 N2)	0,38	1	2	2	2	1	2	1	1	2	
28	22	E - TO - PP - Recepção: Pesagem/Filtragem (N1 N2)	0,06	1	1	1	1	2	2	1	1	2	
29	1,00	TOTAL - DT - PP	0,26										
30	23	E - TO - P - Padronização (N1 N2)	0,10	0	0	0	1	1	1	0	0	1	
31	24	E - TO - P - Pasteurização (N1 N2 N3 N4)	0,12	2	4	4	4	4	4	1	1	4	
32	25	E - TO - P - Coagulação - tipo de acidulante (N1 N2)	0,28	2	1	1	2	2	1	1	1	2	
33	26	E - TO - P - Coagulação - tipo de fermento (N1 N2 N3)	0,04	1	3	3	2	1	1	1	1	3	
34	27	E - TO - P - Substâncias (N1 N2)	0,04	1	1	1	1	1	1	0	0	1	
35	28	E - TO - P - Corte mexedura (N1 N2)	0,04	1	1	1	1	2	2	1	1	2	
36	29	E - TO - P - Filagem (N1 N2 N3)	0,05	1	1	2	3	3	3	1	1	3	

Figura 13 - Planilha de cálculo dos pesos do índice

4.2.3 Pesquisa observacional II

O conjunto de entrevistas realizadas para validação do modelo de índice proposto é apresentada no Quadro 20. Ao todo, foram entrevistadas 200 propriedades rurais (20 propriedades com cultivo de trigo e 180 propriedades de leite) e 17 empresas agroindustriais²² (cinco unidades de moagem, quatro unidades de fabricação de massas, cinco unidades de processamento de leite fluído e seis unidades de fabricação de queijo). As entrevistas para realização dos testes-piloto foram realizadas nos meses de julho e agosto de 2009 e as demais entrevistas foram efetuadas entre novembro de 2010 e abril de 2011.

²² Uma das empresas entrevistadas possuía moagem e produção de massas e uma delas, processamento de leite fluído e fabricação de queijo.

Segmento agrícola		Segmento agroindustrial	
TRIGO	20 unidades agrícolas: RS_ 13 unidades; PR – 7 unidades	MOAGEM	MASSAS
		Empresa A - pequena_24 anos_PR	Empresa A - média_46 anos_PR
		Empresa B - média_16 anos_SP	Empresa B - média_55 anos_PR
		Empresa C - média_46 anos_PR	Empresa C - média_99 anos_SP
		Empresa D - média_55 anos_PR	Empresa D - grande_113 anos_PR
		Empresa E - grande_17 anos_PR	
LEITE	180 unidades agrícolas: MG – 8 regiões	LEITE FLUÍDO	QUEIJO
		Empresa A - pequena_12 anos_PR	Empresa A - micro_16 anos_SP
		Empresa B - média_3 anos_SP	Empresa B - micro_5 anos_SP
		Empresa C - média_29 anos_SP	Empresa C - pequena_32 anos_SP
		Empresa D - média_40 anos_SP	Empresa D - pequena_20 anos_SP
		Empresa E - grande_26 anos_PR	Empresa E - média_40 anos_SP
	Empresa F - média_101 anos_SP		

Quadro 20 - Conjunto de unidades do grupo de validação

No caso de propriedades rurais, contou-se com a contribuição de técnicos e parceiros da Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Sul (EMATER/RS) e do Paraná (EMATER/PR) e da Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais (FAEMG).

O conjunto de propriedades agrícolas de aplicação do ICT_Trigo grão foi composto de 13 estabelecimentos do estado do RS (município de Palmeira das Missões) e sete do estado do PR (município de Arapongas), ambas regiões tradicionais no cultivo do cereal nos dois principais estados produtores do grão.

O conjunto de propriedades agropecuárias de aplicação do ICT_Leite foi formado por 180 unidades de 48 municípios do Estado de Minas Gerais. Os municípios com registro de informação foram²³: Água Boa (5), Almenara (5), Araçuaí (5), Barbacena (5), Campestre (5), Campina Verde (2), Campos Altos (5), Canaã (5), Canápolis (1), Capinópolis (1), Caratinga (5), Carmo da Mata (5), Carmo de Minas (5), Cássia (1), Divinópolis (5), Funilândia (2), Governador Valadares (5), Gurinhatã (3), Ibiraci (4), Imbé de Minas (5), Inhaúma (2), Itanhandu (5), Itaobim (5), Ituiutaba (3), Jequeri (1), Jequitibá (1), Joáima (5), José Raydan (5), Lima Duarte (7), Madre de Deus de Minas (5), Maria da Fé (4), Martinho Campo (1), Monte Alegre de Minas (9), Monte Carmelo (3), Pará de Minas (1), Patrocínio do Muriaé (5), Pedra do Indaiá (2), Periquito (5), Piranguinho (1), Resplendor (5), Sabinópolis (5), Santa Maria de

23 Número de questionários/propriedades de cada município está indicado entre parenteses.

Itabira (1), Santo Antônio do Monte (3), Santos Dumont (5), São Felix de Minas (5), Tupaciguara (1) e Uberlândia (5).

No caso das unidades de processamento agroindustrial, foram realizadas entrevistas com gerentes (geral, técnico, industrial ou de produção), técnicos responsáveis e proprietários. Com o objetivo de salvaguardar a identidade das empresas, em face de questões éticas, os nomes das unidades foram substituídos pelos códigos de A a F.

A coleta dos dados foi realizada através de um questionário que contempla questões gerais sobre a propriedade/empresa e as variáveis integrantes do índice. No apêndice D, são apresentados os questionários do segmento de produção primária de trigo e do segmento de massas para exemplificação do material de apoio na coleta dos dados. Os dados coletados sofreram um processo de sistematização e tabulação, e realizou-se o cálculo do índice para cada unidade/empresa e das médias para o conjunto de unidades por segmento. No caso das propriedades agropecuárias (trigo e leite), após o cálculo individualizado do índice para cada propriedade, foram calculadas médias do grupo no total, por tamanho de propriedade ou volume de produção e por região e mesorregião geográfica do IBGE, respectivamente, assim como a distribuição de frequência por padrão de valores ICTs obtidos (insuficiente, básico, intermediário e avançado).

No capítulo que segue, são apresentados a sistematização das informações coletadas nas pesquisas observacionais e o teste de aplicabilidade do índice.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, expõem-se os resultados e a análise da aplicação do modelo de índice proposto e de características da dinâmica tecnológica observada para os diferentes segmentos estudados. A sistemática de apresentação foi dividida em (i) descrição geral do grupo ou das empresas entrevistadas, (ii) apresentação dos resultados do índice, saídas gráfica e discussão dos resultados e (iii) sistematização de informações de dinâmica tecnológica pautada nas variáveis consideradas no modelo e no perfil de inovações e estratégias tecnológicas adotadas.

Na caracterização geral do grupo de produtores rurais, são consideradas informações de área da propriedade, perfil de instrução, tempo de exercício na atividade, assistência técnica dentre outras. No caso de empresas do segmento de processamento industrial, informações sobre aspectos relacionados ao perfil de desenvolvimento de produtos, principais inovações implantadas, perfil de estratégia tecnológica, dentre outras são descritas.

O conjunto de informações sobre as principais inovações e marcos tecnológicos relacionados aos complexos estudados (trigo e leite) obtidos nas entrevistas realizadas com especialistas e empresas foi sistematizado e é apresentado como material adicional nos Apêndices F, denominado como Principais inovações do complexo trigo, e G, Principais Inovações do complexo leite.

Na parte final do capítulo, algumas considerações sobre a aplicação do modelo e de aspectos relacionados à dinâmica tecnologia das empresas entrevistadas são apresentadas.

5.1 Aplicação do ICT em segmentos agrícolas trigo grão, de moagem e de fabricação de massas

Neste item, são apresentados os resultados da aplicação do índice construído para os segmentos de produção de trigo grão, moagem e pastifício e as informações complementares da dinâmica tecnológica dos segmentos.

5.1.1 Aplicação do ICT, segmentos agrícolas trigo grão, moagem e fabricação de massas

A apresentação da aplicação do índice se inicia pela caracterização geral do grupo de produtores rurais no caso do segmento agrícola, ou das empresas no caso do segmento industrial. No caso de processamento industrial, informações sobre aspectos relacionados ao perfil de desenvolvimento de produtos, principais inovações implantadas, perfil de estratégia tecnológica, dentre outras, também são descritas. Após a descrição das características gerais do grupo, são apresentados os resultados da aplicação do índice, incluindo análises gráficas e discussões sobre os resultados.

5.1.1.1 Aplicação do ICT no segmento agrícola trigo grão

A amostra que participou da aplicação do ICT_Trigo grão foi composta de 20 propriedades rurais: treze propriedades do município de Palmeira das Missões, RS (região A), e sete unidades do município de Arapongas, PR (região B).

A área total das propriedades entrevistadas variou entre 9,7 hectares e 1.350,0 hectares. A área de cultivo de trigo oscilou de 5,0 a 522,0 hectares (área média de 94,5 hectares), e o cultivo do cereal ocupou, aproximadamente, 51,0% da área da propriedade.

A grande maioria das propriedades (80,0%) afirmou ter realizado introdução ou aquisição de equipamentos e tecnologias avançadas nos últimos três anos e todos relataram gastos com atividades inovativas no último ano. Tais gastos variaram de 1,0 a 90,0% da receita líquida, com valor médio de 27,5%, e estão relacionados, na maioria dos casos, com compras de máquinas e equipamentos. Treze propriedades realizaram compra de máquinas, tais como semeadoras (nove propriedades), pulverizadores autopropelidos (2), tratores (7) e colhedoras automotrizes (3).

A média de tempo exercício da profissão agrícola do grupo foi de 36,3 anos, e a escolaridade foi de 6,7 anos, variando de 1 a 15 anos de estudo formal. Todos os produtores participaram de eventos, como fóruns de discussão, reuniões de associações, feiras, dentre outros, e 80% afirmaram realizar pelo menos um treinamento técnico por ano. Todos os produtores possuíam acesso à telefonia, 35,0% tinham computador, 25%, acesso à *internet* e 30%, acesso a revistas e

jornais. Tais valores são bastante superiores ao observado no Censo Agropecuário 2006, que aponta que 3,6% das propriedades brasileiras possuíam computador e 1,5% tinham acesso à internet. Visitas a outras propriedades rurais, utilização de assistência técnica e a participação em feiras e exposições no país foram citadas como fontes de informação tecnológica acessadas por todos os produtores, sendo as duas últimas consideradas como principais formas de aquisição de conhecimentos externos utilizadas. Somente três propriedades apresentaram alguma experiência de registro formalizado de controles operacionais e gerenciais e certificações ou sistemas de rastreabilidade, ou seja, de codificação de dados e informações.

A maioria dos produtores (95,0%) utilizou mecanismos tradicionais de financiamento de custeio, investimento ou para comercialização²⁴ para a atividade agrícola, não havendo registro de uso de financiamento via novos instrumentos de captação de recursos²⁵. A compra de insumos foi feita sob mercado *spot*²⁶. Somente um produtor afirmou ter relação formal com fornecedores ou distribuidores de insumo. A grande maioria dos produtores comercializou a produção via cooperativas (85%), e o restante, via mercado “*spot*” (10,0%) e via contrato (5,0%).

Do ponto de vista de rotinas e processos desenvolvidos nas unidades, a maioria das propriedades (60,0%) apontou possuir um nível intermediário de planejamento de produção com uso de rotação de culturas e adubação com base em análise de solo, enquanto somente um produtor empregou planejamento com descrição de metas e indicadores, programação formal de atividades e agricultura de precisão. Metade das propriedades afirmou não possuir nenhum sistema de controle e apuração de custos, e a outra metade emprega um sistema formal de

²⁴ Modalidades de custeio (Cédulas Rurais, pignorísticas ou hipotecárias, operadas em programas como Proger Rural, Pronaf, Pronamp e fundos específicos), de investimento (operados através do Pronaf, Finame e programas específicos Moderagro, Proleite, Moderinfra, Moderfrota, etc.) e de comercialização (Empréstimo do Governo Federal – EGF, Linha Especial de Crédito a comercialização – LEC e Nota Promissória Rural ou Duplicata Rural). Informações adicionais: Banco do Brasil (2004).

²⁵ Novos títulos financeiros e securitização de recebíveis institucionalizados pela Lei no 11.076, de 30 de dezembro de 2004 ou seja, títulos do tipo Certificado de Depósito Agropecuário (CDA) e “Warrant Agropecuário” (WA), Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio (CDCA), Letras de Crédito do Agronegócio (LCA) e Certificado de Recebíveis Agropecuários (CRA). Informações adicionais Silva (2006).

²⁶ A palavra inglesa *spot*, traduzida como ponto, é empregada para qualificar um tipo de mercado, cujas transações ocorrem em um único instante do tempo (Azevedo, 2007). Compreende vendas para

acompanhamento de custos sem uso de *softwares* ou planilhas específicas. Relativo à gestão de qualidade, embora a grande maioria das propriedades (75,0%) apresentasse implantação de boas práticas de produção, poucas propriedades (10,0%) avançaram e apresentaram sistemas integrados de produção ou algum tipo de certificação.

Em termos de tecnologias de cultivo, em quatro indicadores, não se observou o registro do descritor de nível considerado mais avançado, como: origem de material genético, nível de adubação, controle de doenças e mecanismo de regulagem da plantadora. O acesso a máquinas e equipamentos de ordem mais avançada é restrito: nenhum produtor possuía mecanismo de regulagem de taxa variável; 20% possuíam sistema de trilhagem axial da colhedora e 15% realizava colheita com captura de dados.

A grande maioria executou plantio direto sem (50%) e com (45%) rotação de cultivos, 50% realizaram correção de pH, de acordo com análise e especificada por talhões e 70% fizeram adubação com base na análise de solo. No plantio, 60% dos produtores do grupo utilizaram em parte da área semente certificada e, em parte, grão comercial ou bolsa branca. No controle de doenças, 45% dos produtores fizeram aplicação sistemática de fungicidas sem realização de monitoramento de danos; 55%, controle através de critérios de danos, e nenhum produtor fez uso de sistemas de acompanhamento de variáveis climáticas ou de sistemas de alerta. O nível de manejo de controle de insetos mais avançado, uso de critérios de seletividade e periculosidade para tomada de decisão de controle e com alternância de princípios ativos, foi empregado por 35% dos produtores do grupo.

Em termos de técnicas de pós-colheita, 70% dos produtores realizaram a armazenagem em silos, porém, em 10% dos armazéns, não havia controle de temperatura e aeração, e, em 50%, a termometria/ aeração era operada manualmente. Parte expressiva dos armazéns (65%) não possuía certificação²⁷. Em

entrega imediata sem existência de contratos e não implica obrigatoriedade de uma nova venda futura

²⁷ A Instrução Normativa 33 de julho de 2007 estabeleceu Requisitos Técnicos Obrigatórios ou Recomendados para Certificação de Unidades Armazenadoras em Ambiente Natural, que se baseiam em: (1) aspectos técnicos, em que são exigidos os equipamentos indispensáveis para a guarda e a conservação do produto; (2) aspectos relativos à documentação, em que é exigida documentação que comprova, entre outras operações, o manejo adotado pelo armazenador durante o armazenamento; e (3) capacitação da mão-de-obra em que o armazém comprova possuir programa de treinamento de todos os empregados

termos de manutenção de identidade de produto, 55% dos produtores não executaram segregação e 30%, executaram segregação em, no máximo, dois níveis.

A Tabela 4 sumariza os valores (mínimo, máximo e médio) do ICT e dos macroíndices, a distribuição de frequência dos valores dos índices obtidos em quatro faixas e por segmentação por perfil de tamanho de propriedade (pequena, média e grande) e por região (A e B).

Tabela 4 - Valores mínimo, máximo e médio do ICT e dos macroíndices, distribuição de frequência do índice e mesoíndices e valores médio, segundo tamanho de propriedade* de unidades produtivas de cultivo de trigo

Itens	Nº de unidades	ICT	Macroíndices				
			IRE	IAT	IPR	IMA	IAA
Valor mínimo		0,21	0,08	0,32	0,00	0,33	0,26
Valor máximo		0,66	0,73	0,64	0,63	1,00	0,76
Valor médio		0,44	0,38	0,49	0,31	0,60	0,47
% $0 < I \leq 0,25$		5,0	25,0	0,0	15,0	0,0	0,0
% $0,25 < I \leq 0,5$		70,0	50,0	45,0	75,0	55,0	55,0
% $0,5 < I \leq 0,75$		25,0	25,0	55,0	10,0	30,0	40,0
% $0,75 < I \leq 1,0$		0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	5,0
Pequena propriedade*	10	0,37	0,32	0,42	0,21	0,53	0,39
Média propriedade*	3	0,45	0,37	0,50	0,38	0,61	0,47
Grande propriedade*	7	0,53	0,46	0,58	0,44	0,69	0,59
Região A	13	0,47	0,42	0,52	0,35	0,61	0,51
Região B	7	0,36	0,29	0,41	0,24	0,57	0,40

Siglas: Índice de Capacidade Tecnológica (ICT), Macroíndice Recursos (IRE), Macroíndice Atualização Tecnológica (IAT), Macroíndice Processos e Rotinas (IPR), Macroíndice Mecanismos de Aprendizagem (IMA) e Macroíndice Articulação e Acessibilidade (IAA)

* Valores médios por tamanho de propriedade segundo classificação de pequena (1 a 4 módulos fiscais), média (4 a 15 módulos fiscais) e grande (mais de 15 módulos fiscais), de conformidade com art. 4º da Lei nº 8.629/93.

Como se pode observar, o ICT do conjunto de produtores variou de 0,21 a 0,66, com valor médio de 0,44. Este valor médio confere ao grupo um padrão de capacidade tecnológica básico. Nenhuma unidade apresentou padrão considerado avançado, 25,0% do grupo demonstrou padrão intermediário e 70% obteve padrão básico. Os macroíndices *Recursos* e *Processos e rotinas* apresentaram os menores valores médios e os maiores coeficientes de variação, 52,7% e 46,4%, respectivamente. Isto sugere uma debilidade destes componentes em relação aos demais e uma alta heterogeneidade de situações dentro do grupo, podendo ser os mesmos considerados como os principais diferenciadores entre os produtores.

Na Figura 13, é possível visualizar além da importância de cada um dos macroíndices na composição do índice, considerando o peso atribuído a cada um deles, o estado atingido por cada uma das propriedades em cada um dos componentes. As unidades de melhor ICT apresentaram bons desempenhos em todos os macroíndices, como exemplo, as propriedades P11 (0,66), P3 (0,64) e P6 (0,55) em contraste com as propriedades P14 (0,21) e P12 (0,28), que apresentaram baixos valores em todos os macroíndices.

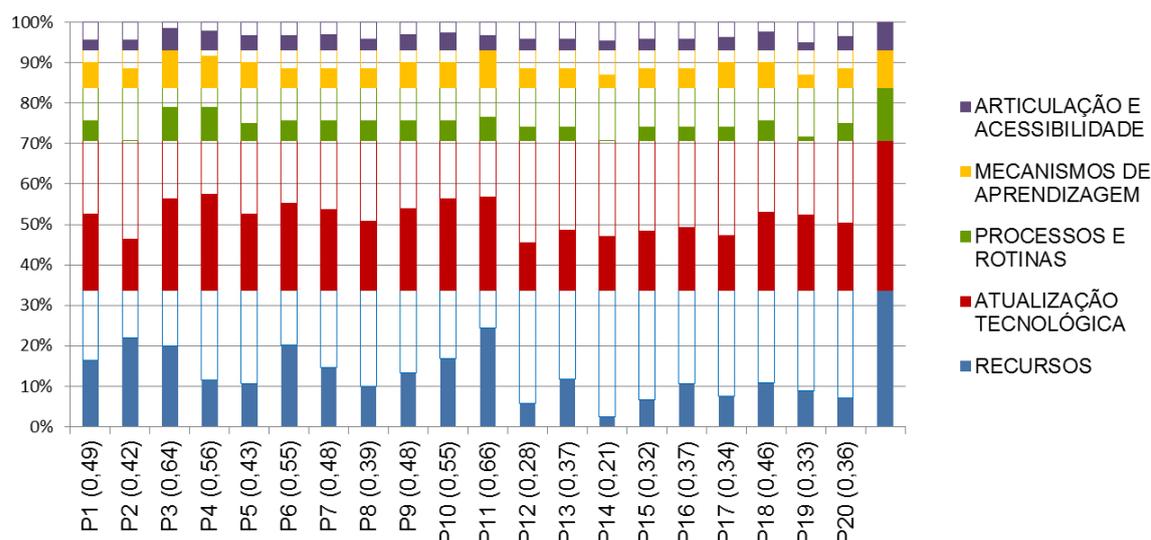


Figura 14 – Valores dos macroíndices obtidos pelas unidades agrícolas com cultivo de trigo

* O valor do ICT da unidade é apresentado entre parênteses.

A sistematização dos valores médios do ICT e macroíndices por tamanho de propriedade (pequena, média e grande), conforme apresentado na Tabela 4, demonstra aumento dos valores dos índices com aumento do tamanho. Este comportamento sugere uma relação positiva entre nível de capacidade tecnológica e escala produtiva com um índice de correlação moderada positiva ²⁸ (0,65). Observa-se que as grandes propriedades tiveram as maiores médias em 21 dos 42 indicadores considerados. Tal fato pode estar relacionado à adequação dos níveis considerados mais avançados a escalas produtivas maiores ou a restrição de acesso a tecnologias mais avançadas em decorrência de valores elevados ao porte de pequenas propriedades. Estes pontos podem ser alvos de estudos futuros, com a

²⁸ Padrão de escala, segundo Santos (2007), em que o valor de correlação $0,5 \leq r < 0,8$ é considerado moderadamente positivo.

avaliação de custos de implantação das tecnologias das escalas consideradas avançadas, pontos de equilíbrio ou escala mínima para adoção, fatores restritivos de disponibilidade em termos de oferta ou localização geográfica, dentre outras questões.

De forma semelhante, o agrupamento dos valores obtidos por região demonstra um melhor desempenho em termos de capacidade tecnológica da região A em relação à região B. As diferenças regionais foram mais acentuadas nos mesoíndices tratamentos fitossanitários (média de 0,62 na região A e 0,19 na região B), infraestrutura (média de 0,88 na região A e 0,51 na região B), manejo de solo (média de 0,85 na região A e 0,50 na região B) e planejamento e controle (média de 0,40 na região A e 0,11 na região B).

Para exemplificar as distinções entre as regiões, no caso de tratamentos fitossanitários, na região A, 100% dos produtores executou tratamento com fungicidas ou com inseticida de semente (nível N2), 76,9% realizaram controle de doenças através de critérios de danos (nível N2) e 46,2%, fizeram uso de critérios de seletividade e periculosidade para decisão de controle de praga com alternância de princípios ativos (nível N3). No caso da região B, os percentuais destes níveis foram 14,3%, 14,3% e 14,3%, respectivamente. No caso de infraestrutura, 92,3% dos produtores da região A realizaram a introdução ou a aquisição de equipamentos e tecnologias avançadas e 53,8% deles possuem computador. Já na região B, 57,1% dos produtores realizaram a introdução ou a aquisição de equipamentos e tecnologias avançadas e nenhum possui computador.

A correlação entre os valores do ICT obtidos e o número de inovações de produto e de processo adotadas relatadas por cada unidade indica uma correlação moderadamente positiva ($r = 0,69$) entre os dois conjuntos de dados.

Para visualização da potencialidade de uso do modelo para orientação de ações de melhoria, a Figura 14 apresenta os valores dos macro e meso índices das propriedades de menor e maior valor ICT do grupo e o valor médio do grupo para fins de comparação. Como se pode observar na Figura 14, a unidade de melhor valor de ICT apresentou valores acima da média do grupo e, em muitos elementos, observa-se o atingimento do nível considerado mais avançado, por exemplo, nos indicadores planejamento, tratamento de semente e manejo ambiental. No entanto, ações de melhoria podem ser direcionadas as lacunas existentes em termos de atualização tecnológica (implementar a adubação de precisão, a observação de

parâmetros climáticos e o uso de sistemas de alerta no controle de doenças, incorporar alguns equipamentos que melhorem eficiência de execução como pulverizador autopropelido e mecanismo de taxa variável, executar segregação em dois níveis inicialmente, migrar para o uso de produtos sintéticos nos controles efetuados na pós-colheita), de processo e rotinas (uso de planilhas ou *software* específico para gerenciamento de custos e contabilidade e rumar para sistemas integrados de produção) e de articulação e acessibilidade (buscar mecanismos de contrato para venda da produção, acesso a *internet*, revistas e jornais técnicos, ampliação na participação de fóruns, feiras e exposições).

Já na propriedade com menor valor de ICT, os valores dos índices e dos indicadores encontram-se em patamares baixos ou nulos. Como exemplificação, a participação em feiras, exposições e reuniões é baixa, não há participação em treinamentos técnicos, as fontes de acesso à informação tecnológica são restritas, o emprego de tecnologias mais avançadas é raro, e não há ações de gestão estratégica, de custos e de qualidade.

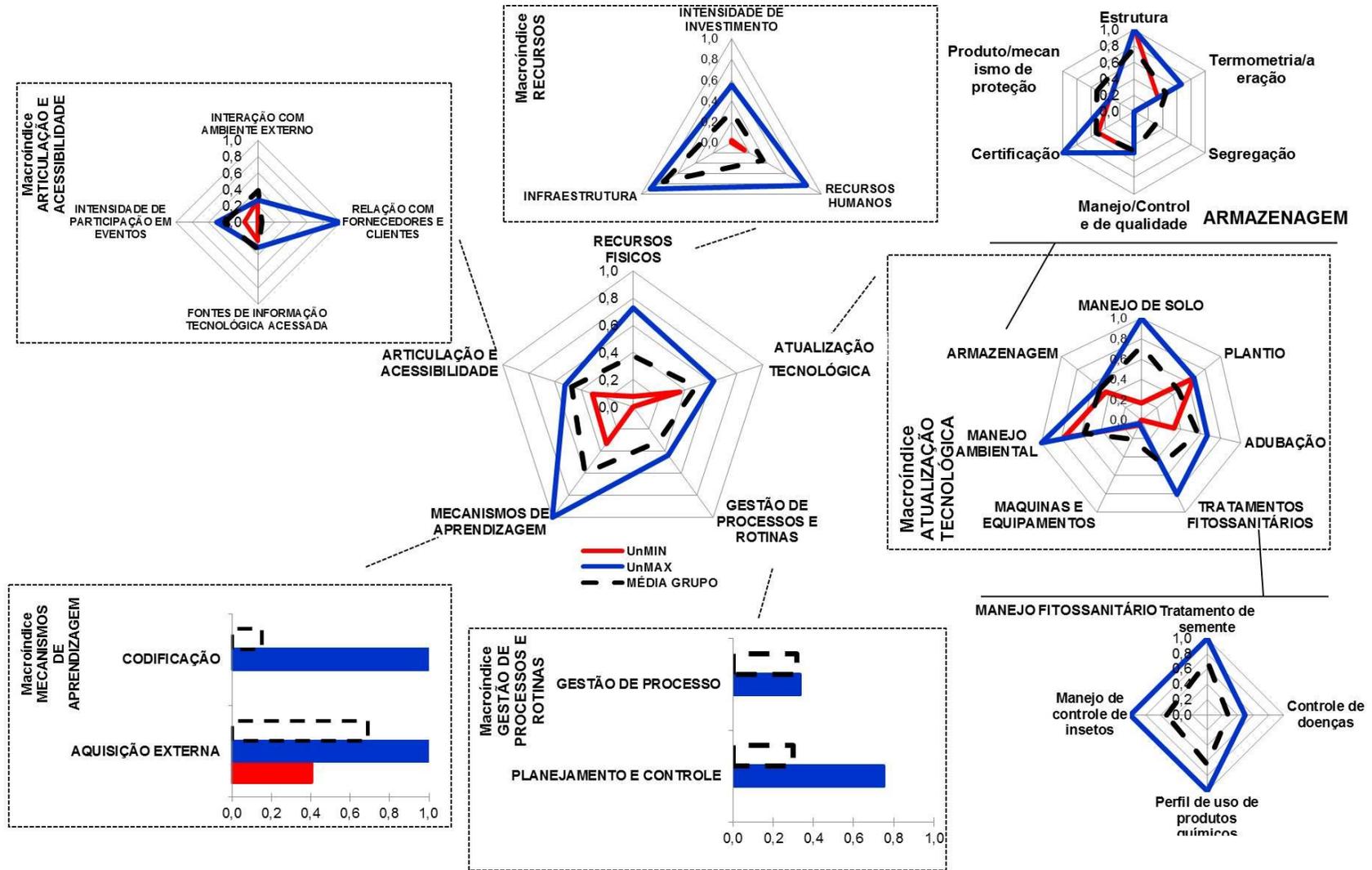


Figura 15 - Macro e mesoíndices das propriedades com cultivo de trigo de menor e maior valor obtido no ICT comparados com o valor médio do grupo

5.1.1.2 Aplicação do ICT segmentos moagem

O ICT_Moagem foi construído a partir de entrevistas realizadas em cinco empresas designadas por A-MO, B-MO, C-MO, D-MO e E-MO. A seguir, são apresentadas as principais características das empresas, sendo abordados aspectos referentes à descrição geral da empresa (tempo de atuação, porte, origem de capital, número de funcionários, *portfolio* e perfil de mercado) e ao perfil tecnológico e de recursos. Posteriormente, são apresentados os valores obtidos pela aplicação do ICT e discussões.

Empresa A-MO:

Esta empresa foi fundada em 1986, caracterizando-se por ser de pequeno porte e de capital nacional de base familiar. Atualmente, ela possui 25 funcionários. Com atuação no mercado regional (10% do volume de vendas) e nacional (90%), produz farinhas destinadas à indústria (panificação e integral) e farelo de trigo, totalizando 11 produtos ofertados. A compra da matéria-prima e de outros insumos do processo produtivo é feita via mercado *spot*. Sua interação com o ambiente externo é baseada em compra de bens e serviços, troca de informações com fornecedores e associados e compra de pacotes tecnológicos. Não possui departamento ou laboratório de PD&I e não conta com parcerias, cooperações, alianças ou afiliações para desenvolvimento de PD&I. Participa em média de seis eventos anuais (técnicos e não técnicos). Em termos de perfil do capital humano, 16% dos funcionários possuem graduação e pós-graduação, 8%, curso técnico e 44% possuem 1º grau completo ou incompleto, sendo que 4% dos funcionários recebem algum treinamento externo anualmente e a taxa de rotatividade média anual de funcionários é de aproximadamente 10%.

As principais inovações adotadas nos últimos três anos referem-se a inovações de processo e organizacionais, como a implantação de uma linha de mistura, instalação de equipamentos de controle de termometria, práticas de controle de qualidade e boas práticas de operação e alterações no organograma da empresa com divisão de funções. Basicamente, o perfil de desenvolvimento de produtos foca na reformulação/adaptação de produtos existente segundo especificação do cliente, e não há aplicação de metodologia formal de desenvolvimento de produto (DP). Em termos de estratégia tecnológica, a empresa realiza modificações do produto para

atender demandas específicas em um mercado maduro (engenharia de aplicação) acompanhando as mudanças tecnológicas com base na observação dos líderes do mercado (dependente).

Empresa B-MO:

Esta empresa constitui-se em unidade controlada, integrante de grupo empresarial de capital misto. Ela tem 16 anos de existência e, atualmente, 64 funcionários. Possui porte médio com atuação predominante no mercado estadual (70% do volume comercializado) e produz farinhas específicas e pré-misturas destinadas ao mercado industrial e atacado. A compra de trigo grão é feita via mercado *spot*, e, nos demais insumos, a empresa mantém um programa de seleção de fornecedores com compra a partir de cotação entre um cadastro de fornecedores. Sua interação com o ambiente externo é baseada em compra de bens e serviços, em troca de informações com fornecedores e associados e em compra de pacotes tecnológicos. A unidade não possui departamento ou laboratório específico de PD&I, mas sua equipe de técnicos auxilia nas ações desenvolvidas pela matriz que possui ações corporativas de atividades de PD&I, centro de inteligência, monitoramento de tecnologias, uso de ferramentas de prospecção e sistemas de geração de ideias. A unidade possui um orçamento anual para o desenvolvimento de atividades inovativas, que representa em média 8% do total de receita líquida de venda, e junto à matriz define as atividades que serão realizadas. Participa em média de quatro eventos anuais (técnicos e não técnicos). Em termos de perfil do capital humano, 28,1% dos funcionários possuem graduação, pós-graduação e curso técnico e 41% possuem 1º grau completo ou incompleto. Os treinamentos são internos e realizados com apoio da matriz. A taxa de rotatividade média anual de funcionários é de aproximadamente 4,7%.

As principais inovações adotadas nos últimos três anos referem-se a inovações de processo e organizacionais, como a implantação de linha de mistura de farinhas, melhorias no sistema de qualidade e rearranjo da estrutura comercial e de gestão de serviços de moagem. Neste processo de reestruturação comercial e de gestão de serviços, a empresa passou a se dedicar exclusivamente a ofertar produtos ao segmento de processadores de alimentos (indústrias, padarias e “*food service*”), não mais atuando na oferta de produtos para consumidor final. O perfil de desenvolvimento de produto centra-se na reformulação de produto existente

segundo especificação do cliente, bem como em melhorias incrementais de qualidade de produto em consonância com as diretrizes da matriz. Tomando como base o perfil da unidade matriz, a estratégia tecnológica conduzida pela empresa busca a liderança tecnológica e de mercado baseada em um programa de P&D e liderança técnica. No entanto, no caso específico da unidade, observa-se um perfil de engenharia de aplicação e uma postura reativa, promovendo mudanças sob solicitação de seus clientes ou da matriz.

Empresa C-MO:

Empresa de porte médio, capital nacional e de base familiar, ela foi fundada em 1964, possui 450 funcionários e atua no mercado estadual (40% do volume comercializado) e, mais fortemente, no mercado nacional (60% do volume comercializado). Sua oferta de produtos é composta por farinhas, pré-misturas e misturas prontas para bolo, destinados à indústria de processamento e ao consumidor final, assim como massas, atomatados e conservas direcionados ao consumidor final. Especificamente, a empresa produz treze produtos em termos de farinhas, pré-misturas e misturas para bolo. A compra de trigo grão é feita via mercado *spot*, e, nos demais insumos, a empresa mantém um programa de seleção de fornecedores com compra a partir de cotação entre o cadastro de fornecedores. Sua interação com o ambiente externo é baseada em compra de bens e serviços, troca de informações com fornecedores e associados, compra de pacotes tecnológicos e interação com fornecedores em projetos de PD&I. A empresa criou recentemente a função de PD&I, que é exercida por um funcionário com 2º grau que conta com a colaboração do departamento industrial e do laboratório de qualidade para execução de suas atribuições. Os gastos em atividades inovativas responderam em média por 5% do total de receita líquida de venda, e aproximadamente 80% do valor investido foi destinado à aquisição de máquinas e de equipamentos. A empresa participa, em média, de 20 eventos anuais (cinco de perfil técnico e 15 eventos como feiras, exposições, etc.). Em termos de capital humano, 16,7% dos funcionários possuem graduação, pós-graduação e curso técnico e 44,5% possuem 1º grau completo ou incompleto. Treinamentos externos e internos são realizados pela empresa e, em geral, referem-se a treinamentos sobre qualidade em manutenção e iniciais de execução de função. A taxa de rotatividade média anual de funcionários é de aproximadamente 45%.

As principais inovações adotadas nos últimos três anos referem-se a inovações de processo e organizacionais como, implantação de sistema e equipamentos de controles automatizados de produção e de estoque; novo organograma; novas embalagens e reestruturação do marketing da empresa com uso de propaganda. Em termos de perfil de desenvolvimento de produto, a empresa tem como base a reformulação de produtos existentes, segundo especificação do cliente-indústria de processamento, nova forma de produto existente e inovações de *marketing* (fracionamento, alteração de embalagem, *etc.*). A empresa não emprega metodologia DP formal, relata acompanhar as mudanças tecnológicas e procura aprender com os líderes (estratégia defensiva).

Empresa D-MO:

A empresa constitui-se em grupo empresarial de porte médio, de capital nacional e de base familiar. Ela foi fundada em 1954 e possui 200 funcionários. Com atuação no mercado estadual (40% do volume de vendas) e nacional (60%), a empresa oferta produtos de farinhas, pré-misturas, misturas especiais e misturas para bolo para indústrias de processamento e consumidor final e mistura para microondas, massas, pratos prontos, biscoito, *wafer*, azeite e café direcionados ao consumidor final. Especificamente, no segmento de farinhas e misturas, a empresa oferta ao mercado 58 produtos. A compra de trigo grão é feita via mercado *spot*, e, nos demais insumos, a empresa mantém um programa de seleção de fornecedores com compra a partir de cotação entre o cadastro de fornecedores. Sua interação com o ambiente externo é baseada em compra de bens e serviços, troca de informações com fornecedores e associados, compra de pacotes tecnológicos e alta interação com fornecedores e clientes em projetos de PD&I. A empresa possui função de PD&I e, recentemente, registrou patente de produto de mistura para bolo para microondas. Participa em média de oito eventos anuais. Em termos de perfil do capital humano, 20% dos funcionários possuem graduação, pós-graduação e curso técnico.

As principais inovações adotadas nos últimos três anos pela empresa referem-se a inovações de produto e de *marketing*, como, novo produto (mistura para preparo de bolo para microondas), extensão de linha de produtos (novos sabores de produtos já existentes) e novo formato de embalagem. Em termos de perfil de desenvolvimento de produto, a empresa tem investido em extensões de

produtos já existentes, nova forma de produtos existentes, produto novo ou melhorado com base em P&D interna e emprego de processo formal de DP, plano de *marketing* e lançamento de produtos. Embora a empresa já se oriente para estabelecimento de P&DI consolidado no intuito de obter a liderança tecnológica e de mercado (estratégia ofensiva), pode-se dizer que ela ainda mantém sua estratégia baseada em modificações de produtos existentes (engenharia de aplicação).

Empresa E-MO:

Empresa de grande porte, integrante de empresa cooperativista, foi fundada em 1993 e possui, atualmente, 120 funcionários. O moinho atua no segmento de farinhas comum para elos de processamento de alimentos e consumidor final e farinhas especiais (pastifício, salgados, biscoito, etc.) para indústrias de processamento. Especificamente, a empresa oferta oito produtos de linha e diversos produtos sob encomenda. A compra de trigo grão é feita via contratos (75% da quantidade comprada) e mercado *spot* (25%), e, nos demais insumos, a empresa tem um grupo de fornecedores de longo prazo, embora não haja contrato formal entre as partes. Sua interação com o ambiente externo é baseada em compra de bens e serviços, troca de informações com fornecedores e associados, compra de pacotes tecnológicos, ligações com instituições de ensino e pesquisa e parcerias de colaboração em projetos de pesquisa. Os gastos em atividades inovativas respondem, em média, por 2,0% do total de receita líquida de venda. Aproximadamente, 20,0% do valor investido são destinados a treinamento de pessoal e 35,0% do pessoal recebe treinamento externo. Participa em média de 15 eventos anuais (cinco de perfil técnico e dez eventos gerais como feiras, exposições, etc.). Em termos de capital humano, 46,7% dos funcionários possuem graduação, pós-graduação e curso técnico e 21,9% possuem 1º grau completo. A taxa de rotatividade média anual de funcionários é de aproximadamente 3,9 %.

As principais inovações adotadas nos últimos três anos referem-se a inovações de processo e organizacionais como, análise de microscopia, novos equipamentos de limpeza de grão, implantação de sistema de gestão (ISO 9001 e ISO 22000) e manejo integrado de pragas. A empresa possui procedimento formal de DP com integração das áreas de P&D, qualidade e de *marketing*, embora não empregue ferramentas de apoio como QFMA, FMEA, etc. nos procedimentos

adotados. A empresa tem como base a reformulação de produtos existentes segundo especificação do cliente-indústria e melhorias incrementais de qualidade de produto (engenharia de aplicação), acompanha as mudanças tecnológicas, procura aprender com os líderes (estratégia defensiva) e busca consolidar-se no mercado como referência em padrão de qualidade de produto.

O Quadro 21 sintetiza as principais características das empresas entrevistadas.

ITEM	Empresa A_MO	Empresa B-MO	Empresa C-MO	Empresa D-MO	Empresa E-MO
Ano de Fundação	1986 (24 anos)	1994 (16 anos)	1964 (46 anos)	1954 (56 anos)	1993 (17anos)
Capital/ perfil	Nacional/ Base familiar	Misto (nacional e estrangeiro) / Grupo empresarial -Controlada	Nacional/ base familiar	Nacional/ grupo empresarial	Nacional / Cooperativa
Nº de empregados	10 a 50 (25)	50 a 100 (64)	+ de 250 (450)	100 a 250 (200)	100 a 250 (120)
Receita Operacional	1,2 a 10,5 milhões (pequena empresa)	10,5 mil a 60 milhões (media)	10,5 a 60 milhões (media)	10,5 a 60 milhões (media)	Acima 60 milhões (grande empresa)
Nível de integração – trigo grão	Mercado <i>spot</i>	Mercado <i>spot</i>	Mercado <i>spot</i>	Mercado <i>spot</i>	Contratos (75%) + Mercado <i>spot</i> (25%)
Perfil de mercado da empresa	Estadual (10%) + Nacional (90%)	Estadual (70%) + Nacional (30%)	Estadual (40%) + Nacional (60%)	Estadual (40%) + Nacional (60%)	Nacional (100%)
Produtos	Farinhas destinadas à indústria (panificação e integral) / farelo	Farinhas específicas e pré-misturas (indústria e consumidor final)	Farinhas, pré-misturas, misturas prontas para bolo (indústria e consumidor final), massas, atomatados, conservas e derivados de trigo (consumidor final)	Farinhas, pré-misturas, misturas especiais e misturas para bolo (indústria e consumidor final) e mistura para microondas, massas, pratos prontos, biscoito, <i>wafer</i> , azeite e café (consumidor final).	Farinhas comuns (indústria e consumidor final), e farinhas especiais (pastifício, salgados, biscoito, etc.) para indústria de processamento
Nº de produtos	11	35 ou mais	13	58	8
Perfil de desenvolvimento de produto	Reformulação de produto existente segundo especificação do cliente-indústria. Não possui departamento ou laboratório de PD&I. Não emprega metodologia DP formal.	Reformulação de produto existente segundo especificação do cliente-indústria, melhorias incrementais de qualidade de produtos e, e consonância com a matriz. Emprego de processo formal de DP (QFMA, FMEA, etc.) / obs.: matriz.	Reformulação do produto existente segundo especificação do cliente-indústria, nova forma de produto existente e inovações de <i>marketing</i> (fracionamento, alteração de embalagem, etc.). Não emprega metodologia DP formal.	Extensões de linhas, nova forma de produtos existentes, produto novo ou melhorado com base em P&D interna Emprego de processo formal de DP (QFMA, FMEA, etc.), plano de <i>marketing</i> , etc.	Reformulação do produto existente segundo especificação do cliente-indústria; melhorias incrementais de qualidade de produtos. Processo formal de DP com integração de áreas/depto.
Perfil das inovações adotadas	Inovações de processo e organizacionais: linha de mistura, equipamentos de controle termometria, BPO e práticas de controle de qualidade; novo organograma.	Inovações de processo e organizacionais: linha de mistura de farinhas, sistemas de qualidade, gestão de serviços de moagem	Inovações organizacionais e de <i>marketing</i> : controles automatizados de produção e de estoque; novo organograma; novas embalagens; propaganda	Inovações de produtos e de <i>marketing</i> : novos produtos (ex. mistura para preparo de bolo para microondas com patente); extensões de linhas e novas embalagens.	Inovações de processo e organizacionais: sistema de gestão (ISO 9001 e 22000), manejo integrado de pragas; microscopia, equipamentos de limpeza grão.
Estratégia tecnológica	Engenharia de aplicação/Dependente	Primeiro no mercado/ Ofensiva (matriz) Engenharia de aplicação/Dependente (filial)	Engenharia de aplicação/ Defensiva	Engenharia de aplicação + P&D/ Ofensiva	Engenharia de aplicação/Defensiva

Quadro 21 - Descrição das empresas entrevistadas, complexo trigo, segmento moagem

A Tabela 5 apresenta os valores do ICT e dos macroíndices das empresas entrevistadas, e a Figura 15 permite a visualização da composição/grau de importância dos macroíndices e do posicionamento cada empresa. A empresa E-MO obteve o maior valor de ICT (0,74), e a empresa A-MO, o menor valor (0,26). A empresa E-MO exibiu padrão avançado em termos de Recursos, Articulação e acessibilidade e Mecanismos de aprendizagem, enquanto a empresa A-MO apresentou baixos valores em termos de Recursos e Processos e Rotinas.

Tabela 5 - Valores de ICT e dos macroíndices obtidos pelas empresas de moagem entrevistadas

Itens	ICT	Macroíndices				
		IRF	IAT	IPR	IMA	IAA
A-MO (0,26)	0,26	0,17	0,39	0,22	0,39	0,33
B-MO (0,52)	0,52	0,52	0,59	0,48	0,60	0,30
C-MO (0,42)	0,42	0,31	0,45	0,48	0,54	0,48
D-MO (0,68)	0,68	0,53	0,61	0,88	0,84	0,48
E-MO (0,74)	0,74	0,79	0,61	0,61	1,00	0,77
MÉDIA	0,52	0,46	0,53	0,53	0,67	0,47

ã

Siglas: Índice de Capacidade Tecnológica (ICT), Macroíndice Recursos (IRE), Macroíndice Atualização Tecnológica (IAT), Macroíndice Processos e Rotinas (IPR), Macroíndice Mecanismos de Aprendizagem (IMA) e Macroíndice Articulação e Acessibilidade (IAA)

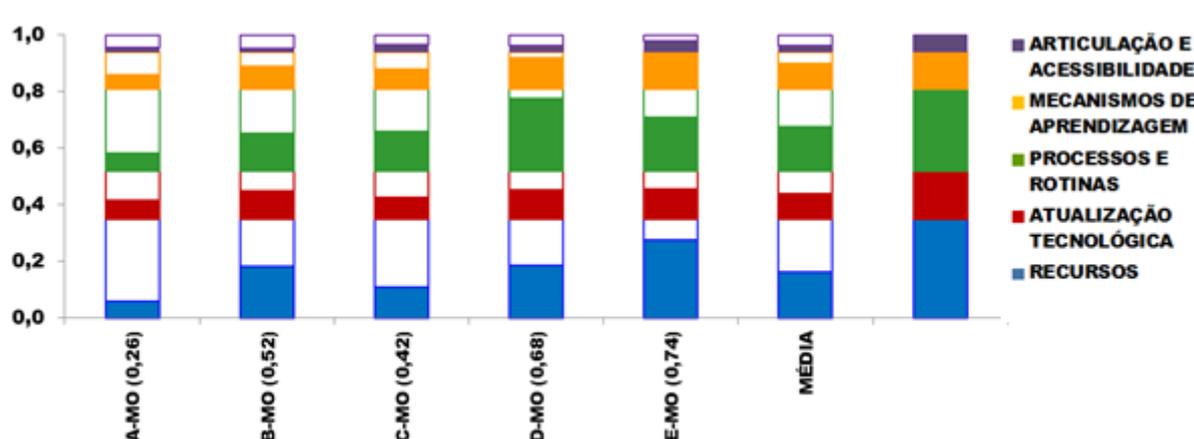


Figura 16 -Valores do ICT e macroíndices obtidos pelas empresas de moagem do grupo teste

* O valor do ICT da unidade é apresentado entre parênteses.

O macroíndice de Atualização tecnológica obteve a menor amplitude de variação de 0,39 a 0,61, e o menor coeficiente de variação, 19,3%, o que pode

indicar um grau de similaridade no estado de incorporação de tecnologias de planta industrial entre as unidades entrevistadas. Enquanto que, em termos de “processamento” e de “estocagem, empacotamento e distribuição”, as empresas apresentaram padrão de uso de tecnologias consideradas mais avançadas, nos elementos de “pré-processamento” e “controles”, observou-se padrões de inexistência de uso de tecnologias ou tecnologias de padrão básico com os menores valores médios dos indicadores e maiores coeficientes de variação, como exemplo, se observarmos no mesoíndice de Pré-processamento na Figura 16, em que se nota o baixo uso de tecnologias mais avançadas. O uso de seleção através de frações por peso específico em mais de 4 frações e uso de seleção por cor de grão não são feitos por nenhuma empresa. No caso de controles, somente duas empresas apresentaram controles semi-automatizados de algumas variáveis.

Por outro lado, aspectos relacionados a Recursos e Processos e rotinas apresentaram as maiores amplitudes entre o valor mínimo e máximo e os maiores coeficientes de variação indicando comportamentos diferenciados das empresas nestas dimensões.

O mesoíndice de Recursos Humanos apresentou maior variação (coeficiente de variação de 80,6%) e menor média dentre os três mesoíndices que compõem o macroíndice Recursos. O percentual de treinamento externo de funcionários variou de 0,0% a 35,0%, o percentual de funcionários com curso técnico, graduação e pós-graduação foi de 16,7% a 46,7%, e o percentual de funcionários envolvidos em atividades de PD&I oscilou de 0,0% a 1,2%. Isto evidencia o direcionamento diferenciado entre as empresas no intuito de formar e aprimorar o estoque de habilidades para conduzirem seus processos de mudança técnica.

Em termos de Processos e Rotinas, as habilidades relacionadas à engenharia de produto exibiram estágio considerado básico na maioria das empresas e são os elementos mais vulneráveis do conjunto de variáveis do grupo entrevistado. A grande maioria foca seu desenvolvimento de produto em pequenas modificações e inovações de *marketing*, e algumas buscam melhorias incrementais de qualidade de produto. Duas empresas não utilizaram metodologia formal de DP, duas apresentaram um processo formalizado com integração das áreas/departamento e somente uma avançou no sentido de utilizar ferramentas de apoio na atividade, além de procedimentos formalizados e integração de áreas.

Em termos de mecanismos de aprendizagem usados pelas empresas, observa-se um grau de similaridades no tipo de mecanismos usados, por exemplo, no caso de participação em eventos e interação com fornecedores como forma de aprendizagem externa. As ações de codificação apresentaram distinção entre as empresas. Somente duas delas apresentaram ações mais consistentes neste sentido e possuíam descrição de procedimentos administrativos, codificação e especificação de materiais, instruções técnicas e ferramentas específicas para projetos, certificação e auditoria interna.

O estado de articulações das empresas com o meio externo apresentam padrão básico em quase todas variáveis consideradas, exceção feita à interação entre empresas e produtores de matéria-prima. Neste caso, a maioria das empresas atua em mercado *spot*, demonstrando uma tendência de não interação entre os elos. Tal interação poderia resultar em ações de planejamento de produção, direcionamento de perfil de qualidade e maior estabilidade de quantidade produzida e melhoria do perfil tecnológico de cultivo do cereal, resultados benéficos para todos os elos da cadeia. O perfil de intensidade de participação em eventos é bastante diferenciado entre as empresas e variou de 4 a 20 eventos (técnicos e não técnicos) por ano.

A correlação entre os valores do ICT obtidos e o número de inovações tecnológicas implementadas relatadas por cada empresa se apresentaram moderadamente positivos²⁹ ($r = 0,70$).

²⁹ Padrão de escala, segundo Santos (2007), em que valores de correlação entre $0,5 \leq r < 0,8$ indicam relação moderadamente positiva.

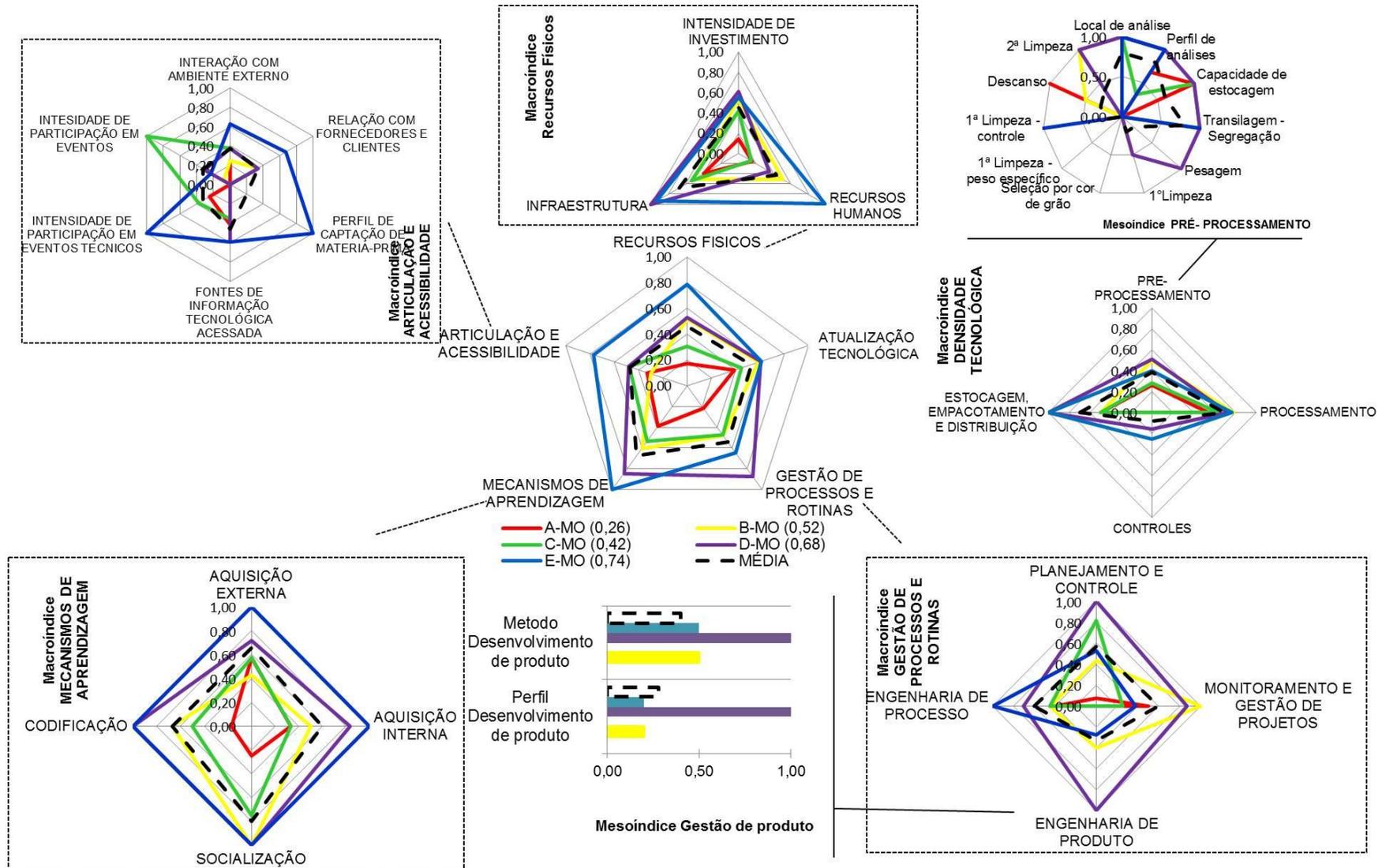


Figura 17 - Macro e mesoíndices do ICT das empresas moageiras entrevistadas, comparados com o valor médio do grupo

5.1.1.3 Aplicação do ICT segmentos de fabricação de massas

Para aplicação do ICT_Massas, foram entrevistadas três empresas designadas por A-MA, B-MA e C-MA. A seguir, são apresentadas as principais características destas empresas, os valores do ICT obtidos para as mesmas e algumas considerações.

Empresa A-MA:

Esta empresa de porte médio, capital nacional e de base familiar foi fundada em 1964. Atualmente, possui 450 funcionários e atua no mercado estadual (40% do volume comercializado) e no mercado nacional (60% do volume comercializado). Ela produz macarrão tradicional, de sêmola e de sêmola com ovos (massas curtas e longas), macarrão instantâneo, *cup noodle*, farinhas, pré-misturas, misturas prontas para bolo, atomatados e conservas. A empresa oferta 220 produtos de massas com marca própria e fabricação para terceiros. A compra de trigo grão é feita via mercado *spot*, e, nos demais insumos, a empresa mantém um programa de seleção de fornecedores com compra a partir de cotação do cadastro formado. Sua interação com o ambiente externo é baseada em compra de bens e serviços, troca de informações com fornecedores e associados, compra de pacotes tecnológicos e interação com fornecedores e clientes em projetos de PD&I. A empresa criou recentemente a função de PD&I, exercida por um funcionário com 2º grau que conta com a colaboração do departamento industrial e o laboratório de qualidade para execução de suas atribuições. Embora, a empresa esboce direcionamento para atividades inovativas via P&D, a mesma não emprega metodologia formal DP. Os gastos em atividades inovativas respondem em média 5% do total de receita líquida de venda, e, aproximadamente, 80% do valor foi destinado à aquisição de máquinas e equipamentos. Em termos de capital humano, 16,7% dos funcionários possuem graduação, pós-graduação e curso técnico e 44,5% possuem 1º grau completo ou incompleto. Somente 3,3% dos funcionários receberam cursos externos. A taxa de rotatividade média anual de funcionários é de aproximadamente 45,0%.

As principais inovações adotadas nos últimos três anos pela empresa se referem a inovações de produto, de processo, organizacional e de *marketing*, por exemplo, novos formatos de massas, novo produto (*cup noodle*), secagem em alta

temperatura, automatização de processos, nova linha de empacotamento, controles automatizados de produção e de estoque, novo organograma, novas embalagens e reestruturação do *marketing* da empresa com uso de propaganda. Em termos de perfil de desenvolvimento de produto, a empresa tem como base a reformulação de produtos existentes e uso de engenharia reversa, em um perfil estratégico misto de engenharia de aplicação, reação aos sinais de mercado e observação do comportamento dos líderes (seguir o líder/defensiva).

Empresa B-MA:

Esta empresa de porte médio, de capital nacional e de base familiar foi fundada em 1911 e, atualmente, possui 45 funcionários. Com atuação forte no mercado estadual (95% do volume de vendas), a empresa produz macarrão de sêmola e de sêmola com ovos (massas curtas e longas), massa caseira, massa caseira instantânea e massas especiais, totalizando 54 produtos ofertados. A compra da matéria-prima e de outros insumos do processo produtivo é feita via mercado *spot*. Sua interação com o ambiente externo é baseada em compra de bens e serviços, troca de informações com fornecedores e associados e compra de pacotes tecnológicos. Não possui departamento ou laboratório de PD&I, bem como parcerias, cooperações, alianças ou afiliações para desenvolvimento de PD&I. Em termos de perfil do capital humano, 17,8% dos funcionários possuem curso técnico e graduação e 57% possuem 1º grau completo ou incompleto. A taxa de rotatividade média anual de funcionários é de aproximadamente 20%.

As principais inovações adotadas nos últimos três anos pela empresa se relacionam a inovações de produto, de processo, organizacional e de *marketing*, tais como: novos formatos de massas, substituto ao macarrão instantâneo com menor teor de gordura, linha contínua, secagem de alta temperatura, substituição de ingrediente natural, implantação de APPCC, implantação de sistema de controle de estoque e alterações no perfil de *marketing* da empresa com ações de propaganda em meios específicos.

O perfil de desenvolvimento de produto adotado pela empresa está baseado na reformulação/adaptação de produtos existentes e melhorias incrementais de qualidade de produto. A empresa não aplica metodologia formal de DP e tem investido na concessão de estágio a estudantes de engenharia de alimentos. Em termos de estratégia tecnológica, a empresa realiza modificações do

produto para atender demandas específicas em um mercado maduro (engenharia de aplicação), e seu proprietário tem conseguido identificar oportunidades de mercado e implementar ações com pouco esforço de desenvolvimento.

Empresa C-MA:

Esta empresa consiste de unidade integrante de grupo empresarial de grande porte e de capital nacional. A Unidade foi fundada em 1897 e possui, atualmente, 260 funcionários. Com atuação no mercado estadual (66% do volume de vendas), nacional (29%) e regional (5%), a empresa oferta ao mercado macarrão de sêmola, de sêmola integral e de sêmola com ovos (massas curtas e longas), massa caseira, massa recheada seca, macarrão instantâneo, pratos prontos, bolos prontos, biscoito, *wafer*, farinhas, pré-misturas, misturas prontas, azeite e café. No segmento massas, a empresa oferta ao mercado 100 produtos, na maioria com marca própria, mas também produz para terceiros. A compra de trigo grão é feita sob contratos de longo prazo, e, nos demais insumos, a empresa mantém relacionamentos comerciais com contratos de longo prazo e programa de desenvolvimento de fornecedor. Sua interação com o ambiente externo é baseada em compra de bens e serviços, troca de informações com fornecedores e associados, compra de pacotes tecnológicos, interação e projetos com fornecedores e clientes e em ligações com instituições de ensino e pesquisa. A matriz possui departamento de PD&I, e, na unidade, quatro pessoas do setor de Controle de Qualidade atuam em tempo parcial em ações de PD&I em parceria com a matriz. Em termos de perfil de capital humano, 9,6% dos funcionários possuem graduação, pós-graduação e curso técnico e 44,3% possuem 1º grau completo ou incompleto. A empresa tem política de treinamento de funcionários, e 5% dos funcionários receberam cursos externos, além de cursos realizados na empresa pelo pessoal da empresa (matriz) e contratados. A taxa de rotatividade de pessoal média é de 3,9% ao ano.

As principais inovações adotadas nos últimos três anos pela Unidade foram inovações de processo, organizacional e de *marketing*, tais como: implementação de automatização (controles, empacotamento e linha de produção de macarrão instantâneo), aquisição de equipamentos com maior velocidade, execução de planejamento estratégico e contratação de consultoria gerencial, alteração de organograma e novas funções/departamentos, documentação de processos e

especificações, reestruturação da forma de distribuição de produtos e alteração da política de *marketing* da empresa. Em termos de estratégia tecnológica, a empresa apresenta perfil “primeiro no mercado”/ ofensiva. Seu perfil de desenvolvimento de produto é orientado pela extensão de linhas, novas formas de produtos existentes, produto novo ou melhorado com base em P&D interna. A empresa adota processo formal de DP e plano de *marketing* e lançamento de produtos.

O Quadro 22 sintetiza as principais características das empresas entrevistadas.

ITEM	Empresa A-MA	Empresa B-MA	Empresa C-MA
Ano de Fundação	1964 (46 anos)	1911 (99 anos)	1897 (113 anos)
Capital/ perfil	Nacional/ base familiar	Nacional/ base familiar	Nacional/ grupo empresarial - controlada
Nº de empregados	+ de 250 (450)	11 a 50 (45)	+ de 250 (260)
Receita Operacional	10,5 a 60 milhões (media)	10,5 a 60 milhões (media)	+ 60 milhões (grande)
Nível de integração	Mercado <i>spot</i>	Mercado <i>spot</i>	Contratos de longo prazo
Perfil de mercado da empresa	Estadual (40%) + Nacional (60%)	Estadual (95%) + Nacional (5%)	Regional (5%) + Estadual (66%) + Nacional (29%)
Produtos	Macarrão tradicional, sêmola e sêmola com ovos (massas curtas e longas), macarrão instantâneo, <i>cup noodle</i> , farinhas, pré-misturas, misturas prontas para bolo, atomatados, conservas e derivados de trigo.	Macarrão sêmola e sêmola com ovos (massas curtas e longas), massa caseira, massa caseira instantânea e massas especiais.	Macarrão sêmola, sêmola integral, sêmola com ovos (massas curtas e longas), massa caseira, massa recheada seca, macarrão instantâneo, pratos prontos, bolos prontos, biscoito, <i>wafers</i> , farinha, pré-misturas, misturas prontas, azeite e café.
Nº de produtos	220	54	100
Perfil de desenvolvimento de produto	Nova forma de produto existente/ Uso de engenharia reversa. Não emprega metodologia DP formal.	Nova forma de produto existente, reformulação de produto existente e melhorias incrementais de qualidade de produto. Não possui metodologia formal.	Extensões de linhas, nova forma de produtos existentes, produto novo ou melhorado com base em P&D interna. Emprego de processo formal de DP (QFMA, FMEA, etc.), plano de <i>marketing</i> , etc.
Perfil das inovações adotadas	Inovações de produtos, de processos, organizacionais e de <i>marketing</i> : novos formatos de massas e novo produto (<i>cup noodle</i>), secagem em alta temperatura, automatização de processos, linhas de empacotamento, controles automatizados de produção e de estoque, novo organograma (gerência/PCP, P&D, etc.), novas embalagens e uso de propaganda.	Inovações de produto, processo, organizacionais e de <i>marketing</i> : Novos formatos de massas e substituto ao macarrão instantâneo com menor teor de gordura, linha contínua e secagem alta temperatura, substituição de ingredientes (natural), APPCC, controle de estoque e uso de propaganda.	Inovações de produto, processo, organizacionais e de <i>marketing</i> : Automatização (controles, empacotamento e linha de produção de macarrão instantâneo), equipamentos com maior velocidade, planejamento estratégico/consultoria gerencial, alteração organograma e novas funções/departamentos, documentação de processos e de especificações, reestruturação de distribuição de produtos e uso de propaganda.
Estratégia tecnológica	Seguir o líder/ Defensiva	Engenharia de aplicação/ Oportunista	Primeiro no mercado/ Ofensiva

Quadro 22 – Descrição das empresas entrevistadas, complexo trigo, segmento massas

A Tabela 6 apresenta os valores do ICT e dos macroíndices das empresas de fabricação de massas, e a Figura 17 permite a visualização da composição/grau de importância dos macroelementos e do posicionamento de cada empresa. A empresa C-MA obteve o maior valor de ICT (0,76), bem como o maior valor em quatro dos cinco macroíndices. Já a empresa B-MA apresentou o menor valor do ICT (0,39) e baixos valores em quatro dos cinco macroíndices. As empresas apresentaram valores do macroíndice atualização tecnológica acima de 0,70. Já o macroíndice de articulação e acessibilidade apresentou o menor valor médio (0,45) e a maior amplitude entre o valor mínimo e o valor máximo.

Tabela 6 - Valores de ICT e dos macroíndices obtidos pelas empresas de fabricação de massas entrevistadas

Itens	ICT	Macroíndices				
		IRF	IAT	IPR	IMA	IAA
A-MA	0,57	0,52	0,93	0,53	0,44	0,39
B-MA	0,39	0,39	0,70	0,27	0,29	0,19
C-MA	0,76	0,62	0,93	0,86	0,81	0,77
MÉDIA	0,58	0,51	0,85	0,55	0,51	0,45

Siglas: Índice de Capacidade Tecnológica (ICT), Macroíndice Recursos (IRE), Macroíndice Atualização Tecnológica (IAT), Macroíndice Processos e Rotinas (IPR), Macroíndice Mecanismos de Aprendizagem (IMA) e Macroíndice Articulação e Acessibilidade (IAA)

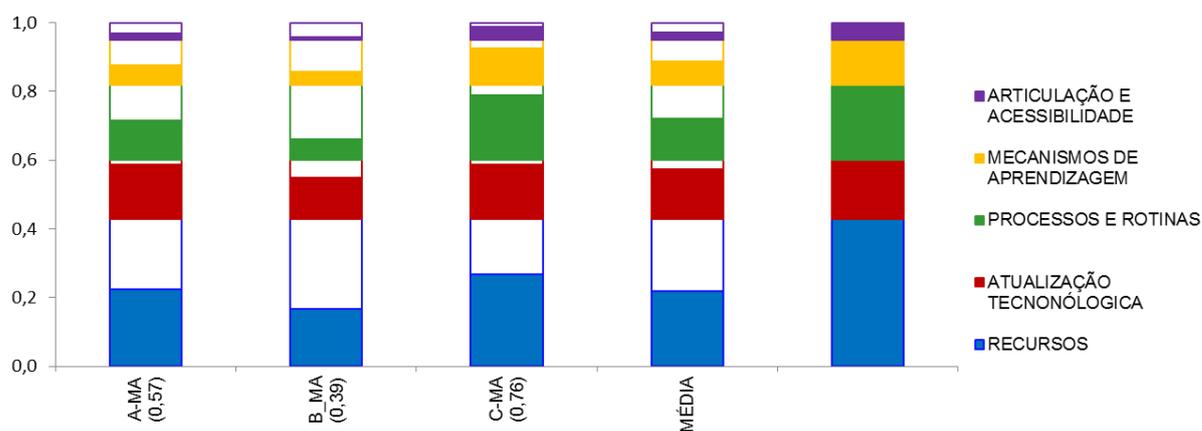


Figura 18 -Valores dos macroíndices obtidos pelas empresas de fabricação de massas

* O valor do ICT da unidade é apresentado entre parênteses.

Neste aspecto de ligações com o ambiente, uma das empresas apresentou esforços de aproximação dos demais elos da cadeia por meio de

manutenção de contratos de longo prazo, de programas de desenvolvimento de fornecedores, de alta participação em eventos e de interação com fornecedores, clientes e instituições de ensino e pesquisa. As demais empresas realizaram esforços considerados básicos para ampliação de sua articulação e interação.

As empresas apresentaram valores do macroíndice de atualização tecnológica muito próximos entre si, sendo o macroíndice com menor amplitude de variação de 0,70 a 0,93. Isto indica um grau de similaridade no estado de incorporação de tecnologias de planta industrial e de habilidade tecnológicas de produção. As principais variações se relacionam ao perfil de controle de variáveis (nível de automação) e ao perfil de embalagens usadas pelas empresas. Por outro lado, há importantes diferenças em termos de Processos e rotinas, seja do ponto de vista da identificação de diferenças de direcionamento das empresas, por exemplo, no caso de elementos de monitoramento e gestão de processos, em que somente uma das empresas apresentou ações mais concisas de monitoramento tecnológico e estudos de viabilidade; seja na constatação de certa desatenção por parte de empresas em alguns elementos, por exemplo, no caso de elementos de engenharia de processo em que as empresas apresentaram somente ações de boas práticas de fabricação (BPF) e ações tímidas em termos de melhoria contínua.

A Figura 18 apresenta detalhamento da posição dos valores obtidos nos macro e mesoíndices da empresa de menor valor ICT (B-MA) comparados com o valor médio do grupo de empresas entrevistadas. Com base nesta Figura, é possível explorar a potencialidade de melhorias possíveis para esta unidade que permitam expandir seu potencial tecnológico e, conseqüentemente sua competitividade. De maneira geral, a empresa B-MA apresenta valores menores ou iguais ao valor médio do grupo em quase todos os macro e mesoíndices. Com relação à dimensão de Recursos, os indicadores de capital humano estão próximos ou melhores que as demais empresas. No entanto, o grau de intensidade de investimento encontra-se bem abaixo dos valores das outras empresas (0,5% da receita líquida de venda, comparado com o maior percentual observado de 5,0%), e a empresa não tem institucionalizada a função de PD&I. Do ponto de vista de incorporação de tecnologias de processamento industrial, a empresa apresenta lacunas com baixa capacidade para análise e controle de seu principal ingrediente, reduzida eficácia em termos de controles realizados manualmente e possibilidade de expansão na oferta de tipos de embalagens. Em termos de processo e rotinas, a

empresa não desenvolve ações de planejamento estratégico, monitoramento tecnológico, estudos de viabilidade de projetos e metodologia formal de desenvolvimento de produto. Ações de socialização e codificação estão em níveis insuficientes, e há espaço para implantação de grupos de soluções compartilhadas de problemas, de integração de departamentos e de funções no desenvolvimento de projetos, desenvolvimento conjunto com clientes e fornecedores, codificação e especificação de materiais, implantação de sistemas de registro de procedimentos e auditorias internas. Por fim, o perfil de interação da empresa com seus fornecedores e outros agentes deve ser ampliado e estreitado.

A correlação entre os valores do ICT obtidos e o número de inovações de produto e de processo relatadas por cada empresa indica uma correlação fracamente positiva³⁰ ($r = 0,40$).

³⁰ Padrão de escala, segundo Santos (2007), em que valores de $0,3 \leq r < 0,5$ indicam uma correlação considerada fracamente positiva.

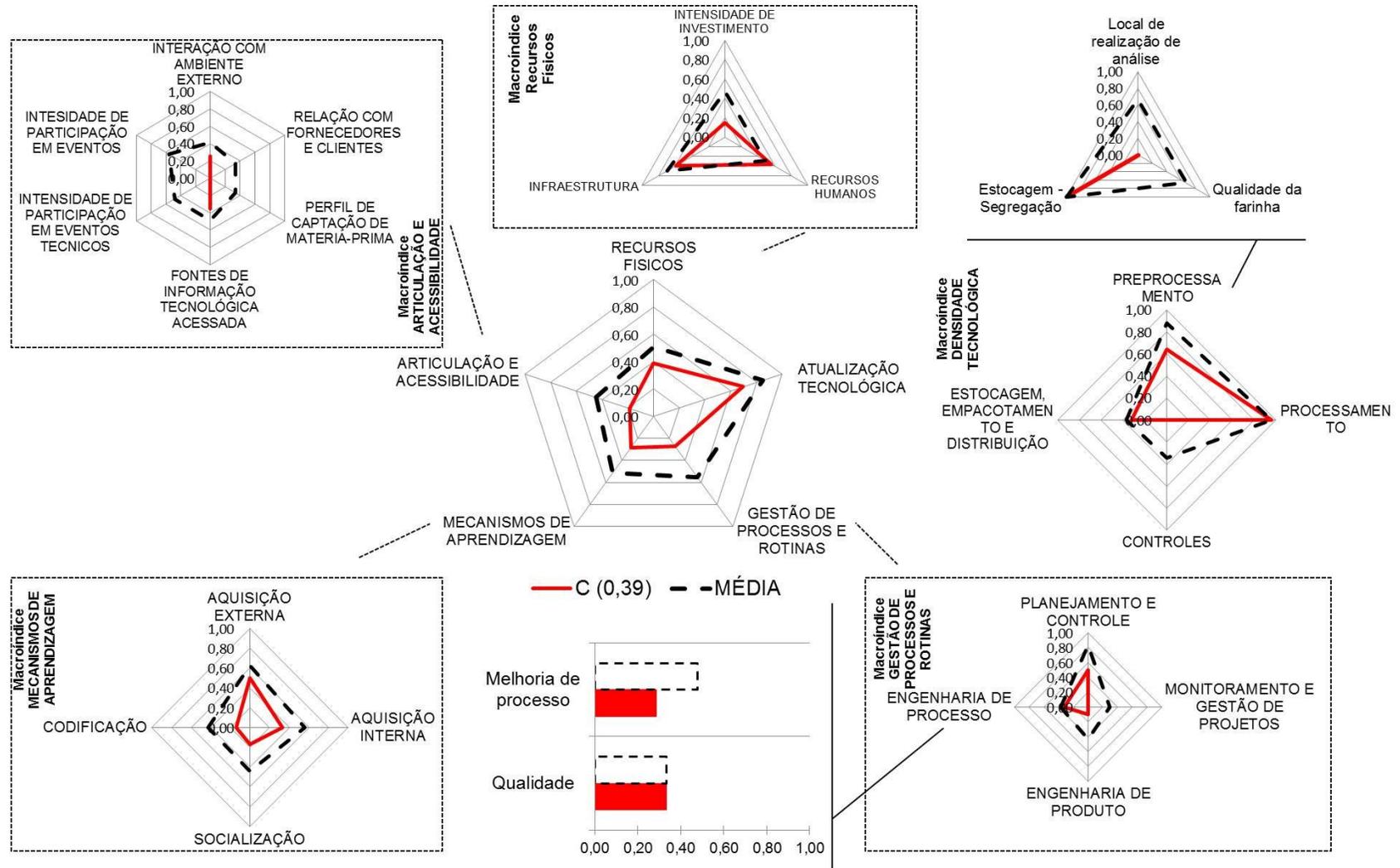


Figura 19 - Posicionamento de valores de macro e mesoíndices da empresa de menor valor ICT e valor médio do grupo, segmento massas

5.1.2 Principais aspectos da dinâmica tecnológica dos casos estudados dos segmentos trigo grão, moagem e massas

Com relação aos dispêndios em atividades inovativas, os padrões de intensidade de gasto do segmento se apresentam próximos aos observados nos dados da PINTEC. No caso das empresas de moagem, o percentual variou de 1,3% a 8,0% (média de 3,9%) e, nas empresas de pastifício de 0,5% a 5,0% (média de 3,5%).

Embora ambos os segmentos concentrem os gastos na aquisição de máquinas e equipamentos, a observação dos percentuais investidos nas demais atividades, e o porte das empresas expõem algumas peculiaridades: (a) há uma diferença entre as empresas de moagem e de pastifício, quanto à distribuição e o foco dos investimentos, pois, no caso da moagem, os investimentos em “treinamento” representaram o segundo item em importância, com média de 13,7%, diferente do segmento massas, em que o item “atividade de projeto industrial e outras preparações técnicas”, ocupou este lugar com média 6,7%; (b) no caso de moinhos, há maior registro de investimento em *software* em função da necessidade de gerenciamento de programação e da complexidade de variáveis de controle no processo produtivo; e (c) em empresas com maior desenvolvimento tecnológico, observa-se número maior de investimento em diferentes tipos de atividades, mesmo que estes percentuais sejam baixos.

Nas empresas de moagem, o percentual médio de funcionários com formação técnica em segundo grau, graduados e pós-graduados foi de 27,1% e de 14,7% nas empresas de massas. Metade a três quartos destes funcionários possuem nível superior. No entanto, pouco menos da metade dos funcionários que possuem nível superior tem formação nas áreas de ciência ou engenharia. Boa parte dos graduados atua em funções administrativas e contábeis, e, dadas as peculiaridades do processamento industrial e as exigências de profissionais multidisciplinares, as empresas têm investido pouco em profissionais com qualificação formal e nas áreas foco do negócio.

A oferta de treinamentos externos aos funcionários varia bastante entre as empresas, desde a não ocorrência de treinamentos até o treinamento de 35% do total de funcionários durante o último ano. Nas empresas de moagem, os percentuais médios de empregados que realizam treinamento externo em relação ao

total de empregados da empresa foram de 9,5% e de 6,8% nas empresas de massas. Boa parte destes treinamentos são ofertados por empresas fornecedoras e são referentes a temas de gestão de qualidade, procedimentos de operação, manutenção de equipamentos e manejo integrado de pragas.

Chama a atenção o percentual de rotatividade dos empregados com média anual de 17,1%, chegando a 45% em uma delas. Tal situação decorre, segundo os entrevistados, pelo mercado aquecido de mão-de-obra e pelo perfil de candidatos de faixa etária entre 18 e 23 que tem dificuldades de se ajustar ao tipo de atividade da empresa. A constante renovação de pessoal implica em um menor grau de cumulatividade de habilidades e conhecimentos nos RHs da empresa e exige das empresas uma reestruturação da política de contratação de pessoal e maior atenção aos mecanismos de aprendizagem existentes na empresa.

Embora a grande maioria das empresas não possua um departamento de PD&I formalizado, parte das empresas entrevistadas criaram recentemente cargo/função vinculado a PD&I, o que demonstra a importância que o tema tem tomado no setor empresarial, e outra parte tem a atuação, em tempo parcial, de pessoal vinculado à gerência industrial e/ou de gestão de qualidade em atividade de DP e PD&I. A representatividade deste grupo de pessoas com função específica ou dedicação parcial no total de empregados da empresa é bastante baixo com média de 0,5% nas empresas de moagem e de 0,7%, no caso do segmento massas.

Outro ponto importante é o perfil de estruturação do desenvolvimento da atividade de PD&I e desenvolvimento tecnológico nestas empresas. As empresas de moagem apresentaram a adoção de procedimentos e rotinas relacionados ao monitoramento tecnológico, o estudo de viabilidade e o uso de metodologias de desenvolvimento de produto de forma mais estruturada e em níveis mais avançados em relação às empresas de fabricação de massas. Somente faz-se exceção ao tema perfil de desenvolvimento de produto, que, no caso das empresas de moagem, ainda está focado em pequenas modificações e inovações de *marketing* (fracionamento, alteração de embalagem, etc.) e melhorias incrementais de qualidade de produto. Já no caso das indústrias de massas, observam-se avanços para ações de engenharia reversa (caso do *cup noodle*) ou produto novo ou melhorado com base em P&D interna (como o caso de pratos prontos e projetos de produtos *low fat*). Nenhuma das empresas relatou o uso de instrumentos de apoio de financiamento e subvenção econômica à inovação disponíveis para empresas.

Em relação a estímulo à aprendizagem, as empresas entrevistadas possuem direcionamento a ações em termos de aquisição, socialização e codificação. Dentre as atividades, registrou-se o uso de treinamentos externos de curta duração, treinamentos internos, participação em eventos, interações com clientes e fornecedores, estímulo às ações de grupo para solução de problemas e elaboração de projetos, bem como ações de elaboração de normas, procedimentos e instruções e auditorias internas. Destacam-se a ausência de estímulo a treinamentos de longo prazo e menor foco em estruturação de processos de socialização nestas empresas. Como a maioria das empresas entrevistadas é de médio e grande porte, o estabelecimento de ações neste sentido seria benéfico para a maior disseminação de habilidades e informações.

A forma de interação das empresas entrevistadas com o ambiente tecnológico se baseia, na grande maioria das empresas, na compra de bens e serviços, na troca de informações com diversos agentes e em redes associativas e na compra de pacotes tecnológicos. Algumas empresas avançam na execução de projetos de desenvolvimento de PD&I com fornecedores, que se referem, na maioria das vezes, a adaptações de máquinas e equipamentos e formulações de produtos ou ajustes de ingredientes. Ressalta-se a importância de ações de associações setoriais no intuito de criar fluxo de informações tecnológicas e assessoria técnica, como no caso da ABIMA. A Associação possui corpo técnico para ações de assessoria e serviços tecnológicos, realiza eventos e treinamentos e possui ação de interação entre as indústrias associadas com reuniões nas dependências das indústrias. Uma das empresas entrevistadas relatou a alteração de processo tecnológico a partir de uma destas reuniões-visita.

As principais fontes de informação tecnológica das empresas entrevistadas são: fornecedores e clientes; congressos, feiras e exposições realizados no Brasil; visitas e relacionamentos entre as empresas do setor e as associações. Dentre as empresas, duas delas, uma unidade de moagem (multinacional) e um pastificio, apresentaram avanços na forma de interação com o envolvimento direto de clientes no desenvolvimento de produtos e de projetos de P&D, ligações com instituições de pesquisa e cooperações em ações de pesquisa nem sempre formalizadas. Metade das empresas entrevistadas relatou manter contatos e atividades conjuntas com universidades/ centros de ensino superior/institutos de pesquisa. O perfil de relacionamentos entre as empresas e estas instituições

compreende a oferta conjunta de cursos, ações específicas de pesquisa e suporte técnico a projetos de pesquisa e implantação de projetos fabril. Tais atividades apresentam um caráter esporádico e com baixo grau de formalização.

A grande maioria das empresas mantém um programa de seleção de fornecedores de insumos, e suas compras são feitas a partir de cotação de preços nos fornecedores selecionados. Somente duas empresas apresentaram ações de desenvolvimento de fornecedores. No caso dos moinhos, a compra de trigo grão é feita em mercado *spot*, não havendo ações de integração ou de programação conjunta com o elo de produção. Diferenciam-se uma empresa cooperativa, a qual possui ações de programação e assistência técnica, e um pastifício, o qual possui contratos de longo prazo de compra de trigo grão, via importação, e associação com um moinho para fabricação de farinha.

O Quadro 23 sistematiza as principais alterações de produto, de processo, organizacionais e de *marketing* relatadas pelos moinhos e pastifícios entrevistados.

As principais alterações ocorridas nas empresas de moagem são inovações de processo e organizacionais. Tal comportamento pode estar relacionado à especificidade do produto “moagem”, pois um produto intermediário possui ampla gama de especificações, de acordo com o produto final e a “receita” do cliente em um mercado maduro. Somada à complexidade de gerenciamento de variabilidade da matéria-prima e à especificação de produto final e pequena margem de lucratividade dos produtos, de maneira geral, predominam, neste segmento, o uso de estratégia de engenharia de aplicação e o foco na eficiência do processo produtivo e na qualidade do produto final.

Na grande maioria das empresas entrevistadas, o desenvolvimento de produto se baseia na reformulação de produto existente segundo especificações do cliente-indústria e em melhorias incrementais de qualidade do produto. Algumas empresas têm estendido sua linha de produtos e ofertam itens específicos para produto final (misturas para pão francês integral, pão de milho, mistura para nhoque, etc.) para os elos intermediários. Também se observam empresas que passaram a ofertar produtos de maior conveniência, como as pré-misturas para bolo, a pré-mistura de bolo para microondas e pré-mistura para pães, direcionados ao consumidor final. Neste sentido, há um esforço das empresas deste setor na expansão de seu mercado e na incorporação de produtos de maior valor agregado.

As inovações de processo se referem a ajuste para flexibilização do processo produtivo (execução de mistura após a moagem para produção de farinhas demandada pelos clientes) ou fabricação de um novo produto (farinhas específicas e misturas) e automação de processo de controle e melhorias de qualidade do processo (novos equipamentos e práticas de gestão e certificação). As alterações organizacionais estão vinculadas à percepção da necessidade de incorporação de novas funções e de profissionalização da gestão dos empreendimentos.

INOVAÇÃO	MOAGEM	MASSAS
Inovações de produto	<ul style="list-style-type: none"> - farinhas específicas (integral, com fermento, para massas, etc.); - pré-misturas produto específica (pão francês, pão de batata, nhoque, etc.); - novos "sabores" de mistura para bolo; - mistura para preparo de bolo para microondas. 	<ul style="list-style-type: none"> - novos formatos de massas; - macarrão instantâneo em copo termoresistente porção individual; - macarrão integral; - macarrão instantâneo com menor teor de gordura/ substituto similar ao macarrão instantâneo caseiro com menor teor de gordura.
Inovações de processo	<ul style="list-style-type: none"> - implantação de linha de mistura de farinhas/misturadores; - equipamentos de controle de termometria; - automatização de controles de produção e de estoque; - equipamentos de laboratório/ qualidade, p.ex: microscopia; - equipamentos de limpeza grão; - implantação ou melhoria de sistemas de gestão de qualidade, p.ex. implantação de BPO, de controle de variáveis de qualidade, de ISO 22000, de manejo integrado de pragas. 	<ul style="list-style-type: none"> - implantação de linha continua de produção de massa; - troca de equipamentos com maior velocidade de produção; - secagem em alta temperatura; - automatização de processos: empacotamento, controles de produção e de estoque, parte de processo na linha de produção de macarrão instantâneo; - substituição de ingredientes (ingrediente de origem natural); - implantação ou melhoria de sistemas de gestão de qualidade, p. ex. implantação de APPCC.
Inovações organizacionais	<ul style="list-style-type: none"> - alterações de organograma: divisão de gerencias/ criação de funções específicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - alterações de organograma: divisão de gerencias/ criação de funções específicas; - planejamento estratégico/ consultoria gerencial; - controle gerencial de estoque; - documentação de processos e de especificações.
Inovações de marketing	<ul style="list-style-type: none"> - implantação de gestão de serviços de moagem; - novo <i>design</i> de embalagem; - uso de propaganda; - implantação de SAC. 	<ul style="list-style-type: none"> - novo <i>design</i> de embalagem; - uso de propaganda; - reestruturação da logística de distribuição.

Quadro 23 - Inovações de produto, de processo, organizacionais e de marketing implantadas nas empresas entrevistadas, segmentos moagem e massas

No segmento massas, as inovações de processo e organizacionais também foram as de maior registro entre as empresas entrevistadas. A

automatização de parte do processo, a implantação de linha contínua de produção e a secagem em alta temperatura são as modificações de maior relato. A alteração de organograma e a adoção de publicidade foram as inovações organizacionais mais citadas.

Em termos de inovações de produtos, em todas as empresas predominam o lançamento de nova forma de produto existente (em especial, oferta de novos formatos de massas) e a incorporação de inovações de *marketing* (alteração de *design* e tipo de embalagem e *design* com foco em nichos de mercado, por exemplo, público infantil ou mercado *premium*). Destaca-se a experiência de uma das empresas de introdução de macarrão instantâneo em copo termorresistente que implicou em parceria com fornecedores para desenvolvimento de máquinas, processo produtivo e insumos, em uma espécie de engenharia reversa. Outras duas peculiaridades observadas se referem a prestação de serviço de terceirização (fabricação de produtos para marcas próprias para terceiros ou contratação de empresas para produção de um novo produto incorporado na linha de produtos) e à incorporação de produtos complementares (azeite, atomatados, etc.) e de maior valor agregado (biscoitos, bolos prontos, pratos prontos, etc.) na linha de produtos da empresa. Neste segmento de maior proximidade ao mercado consumidor, observa-se uma maior amplitude de perfis de estratégia tecnológica sendo adotado pelas empresas: ofensiva, defensiva e oportunista.

Em termos de organização e direcionamento das empresas para desenvolvimento de produtos novos ou extensões de linha, as empresas apresentam comportamentos diferenciados. Enquanto uma delas, uma das empresas líderes do segmento massas secas, aposta na institucionalização da atividade de PD&I com a formação de grupo específico e em parcerias informais com instituições de ensino superior, outra empresa investe em engenharia reversa com apoio de empresas de equipamentos. A terceira empresa, com base na experiência do proprietário que identifica lacunas e oportunidades de mercado, emprega um desenvolvimento adaptativo de produtos e processos com base na planta industrial e nos recursos disponíveis.

5.2 Aplicação do ICT em segmentos agropecuário leite, de processamento de leite fluído e de fabricação de queijo

Neste item, são apresentados os resultados da aplicação do modelo de índice construído para os segmentos de produção de leite, leite fluído e queijo, bem como informações complementares da dinâmica tecnológica dos segmentos.

5.2.1 Aplicação do ICT agropecuário leite, de processamento de leite fluído e de fabricação de queijo

A apresentação dos resultados nestes segmentos é feita de maneira similar a efetuada nos segmentos do complexo trigo: caracterização do grupo de entrevistados, exposição dos resultados obtidos, discussão geral e exemplificação da aplicação gerencial do instrumento proposto.

5.2.1.1 Aplicação do ICT no segmento agropecuário leite

O conjunto de propriedades entrevistadas é formado por 180 unidades agrícolas de 48 municípios do Estado de Minas Gerais, distribuídos em oito mesorregiões geográficas do IBGE, a saber: Jequitinhonha (3103), Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (3105), Metropolitana de Belo Horizonte (3107), Vale do Rio Doce (3108), Oeste de Minas (3109), Sul/Sudoeste de Minas (3110), Campo das Vertentes (3111) e Zona da Mata (3112).

A área total das propriedades entrevistadas variou de 1,2 a 633,0 hectares com valor médio de 61,0 hectares, sendo que 27,8% do grupo equivale a propriedades de 20,0 a 50,0 hectares. A área de pastagem oscilou de 0,5 a 480,0 hectares (média de 33,7 hectares), e, em 66,5% das propriedades, esta área representou mais de 50,0% da área total da propriedade. A produção leiteira diária deste conjunto de propriedades variou de 12,0 a 1.100,0 litros com média de 186,7 litros/dia. Produções menores que 50,0 litros/dia foram observadas em 10,6% das propriedades, e quase 40,0% do grupo apresentou produção diária de 100,0 a 250,0 litros.

A totalidade do grupo possuía assistência técnica. Com relação à sua origem, esta prestação de era realizada por instituição pública (governo federal, estadual ou municipal) em 37,8% das propriedades, e, em 31,1%, a assistência era feita por agente privado (técnicos contratados pelo produtor). Um quarto das propriedades (25,0%) tinha a orientação feita por técnicos habilitados por cooperativas e 4,5% tinham a assistência de técnicos de cooperativas e assistência privada. Os percentuais de propriedades que receberam assistência privada e via cooperativa foram superiores aos observados no Censo Agropecuário 2006, de 6,8% e 18,1%, respectivamente. Adicionalmente, o grupo integra o Projeto “Balde Cheio”³¹, programa de acompanhamento e capacitação técnica conduzido pela Embrapa Pecuária Sudeste e uma rede de parcerias.

A Tabela 7 apresenta os valores mínimo, máximo e médio do ICT e dos macroíndices, bem como a distribuição de frequência dos valores obtidos por perfil de padrão e os valores médios do ICT e dos macroíndices por agrupamentos, segundo tamanho de produção leiteira e mesorregião geográfica do IBGE.

Como se pode observar na Tabela 7, o ICT do conjunto de produtores de leite variou de 0,13 a 0,78 com valor médio de 0,45. Somente 1,1% das unidades apresentaram valores de ICT acima de 0,75 e 35,6%, das propriedades apresentaram valores de ICT entre 0,5 a 0,75. Os valores médios dos macroíndices apresentaram variação de 0,35 a 0,52. O grupo demonstra capacidades de absorção e operativas intermediárias, tendo o valor médio do macroíndice de atualização tecnológica, alcançando valor de 0,52 e mais de 60,0% das unidades obtiveram valores de IAT superiores a 0,5.

Três propriedades alcançaram valores do macroíndice IAT acima de 0,75³². Os mesoíndices relacionados a manejo ambiental (0,21) e manejo reprodutivo (0,33) apresentaram os menores valores médios, seguidos pelos mesoíndices de manejo sanitário (0,44) e ordenha (0,46). Nos mesoíndices referentes a conforto animal e controle de qualidade de leite, o percentual de

³¹ O Projeto Balde Cheio, criado pela Embrapa Pecuária Sudeste em 1998, tem por objetivo promover transferência de tecnologias de produção e gerenciais aos técnicos e produtores de leite, por meio da capacitação e do acompanhamento das propriedades. Atualmente, o Projeto tem atuação em 360 municípios de dezenove estados brasileiros, parceria com mais de 40 instituições e um total de atendimento de 3.500 propriedades rurais.

³² Valores de IAT de 0,77; 0,82 e 0,84.

propriedades que apresentaram valores acima de 0,75: 58,3% e 46,7%, respectivamente. Por outro lado, nos mesoíndices de manejo ambiental e manejo reprodutivo, o percentual de propriedades com valores menores de 0,25 foi alto com percentuais de 66,7% e 52,78%, respectivamente. Dentre os 31 indicadores que compõem o macroíndice, sete apresentaram médias menores que 0,25, a saber: forma de pulverização para controle de carrapato (0,04), controle de vermes (0,07), manejo de efluentes (0,08), controle de carrapato (0,13), sistema de ordenha (0,23), prática ambiental (0,24) e irrigação (0,24) ³³.

Tabela 7 - Valores mínimo, máximo e médio do ICT e dos macroíndices, distribuição de frequência por faixas e valores médios segundo tamanho de produção leiteira diária* e mesorregião geográfica IBGE**

Itens	ICT	Macroíndices				
		IRE	IAT	IPR	IMA	IAA
Valor mínimo	0,13	0,12	0,20	0,00	0,15	0,19
Valor máximo	0,78	0,95	0,84	1,00	0,85	0,78
Valor médio	0,45	0,48	0,52	0,35	0,44	0,46
% 0,00 < I ≤ 0,25	5,0	3,9	3,3	18,9	6,1	6,1
% 0,25 < I ≤ 0,50	58,3	51,7	35,6	70,0	68,3	50,0
% 0,50 < I ≤ 0,75	35,6	42,8	59,4	8,3	25,0	42,2
% 0,75 < I ≤ 1,00	1,1	1,7	1,7	2,8	0,6	1,7
< 50 l/dia *	0,40	0,47	0,44	0,28	0,41	0,42
50 ≤ I < 150 l/dia *	0,42	0,46	0,50	0,32	0,41	0,44
150 ≤ I < 300 l/dia *	0,47	0,49	0,55	0,38	0,47	0,47
≥ 300 l/dia *	0,52	0,52	0,60	0,44	0,50	0,50
Região 3103 (20) **	0,38	0,50	0,44	0,28	0,40	0,42
Região 3105 (34) **	0,50	0,48	0,60	0,49	0,47	0,48
Região 3107 (07) **	0,26	0,35	0,35	0,11	0,28	0,33
Região 3108 (46) **	0,43	0,49	0,55	0,33	0,45	0,49
Região 3109 (10) **	0,36	0,39	0,48	0,27	0,41	0,42
Região 3110 (30) **	0,39	0,48	0,47	0,31	0,42	0,41
Região 3111 (10) **	0,44	0,50	0,50	0,40	0,51	0,50
Região 3112 (23) **	0,48	0,51	0,58	0,43	0,49	0,48

Siglas: Índice de Capacidade Tecnológica (ICT), Macroíndice Recursos (IRE), Macroíndice Atualização Tecnológica (IAT), Macroíndice de Gestão de Processos e Rotinas (IGPR), Macroíndice de Mecanismos de Aprendizagem (IMA) e Macroíndice de Articulação e Acessibilidade (IAA)

* Valores médios segundo quatro estratos de quantidade de produção leiteira diária: < 50 l/dia, 50 ≤ I < 150 l/dia, 150 ≤ I < 300 l/dia e ≥ 300 l/dia.

** Mesorregiões do IBGE: 3103 - Jequitinhonha, 3105 - Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, 3107 - Metropolitana de Belo Horizonte, 3108 - Vale do Rio Doce, 3109 - Oeste de Minas, 3110 - Sul/Sudoeste de Minas, 3111 - Campo das Vertentes, 3112 - Zona da Mata. Número de unidades integrantes de cada mesorregião entre parênteses.

³³ 87,4% dos produtores utilizam bomba costal via aspersão (N1) para realizar a pulverização no controle de carrapatos; 89,9% adotam o controle químico dos efeitos da ação dos vermes (N1); 77,8% das unidades não possuem sistema de armazenamento ou tratamento de efluentes (N1); 60,3% dos produtores tem sistemas de ordenha manual (N1); 35,6% das unidades não aplica conservação de solo (terraços em nível, preparo de solo em nível e plantio direto) (N1); e 69,3% não utiliza irrigação de pastagens (N1).

O macroíndice Processos e Rotinas apresentou o menor valor médio assim como o maior percentual de unidades com valor do macroíndice menor que 0,25 (18,9%) e o maior coeficiente de variação³⁴ (50,4%). Isto indica lacunas expressivas em habilidades de planejamento, controle e gestão de processo e heterogeneidade no grupo com relação ao estado das propriedades nestes elementos. Do ponto de vista de habilidades de gestão de processos e rotinas que permitam medir, avaliar e comparar desempenho/ opções tecnológicas e operacionalizar/ atualizar sistemas de qualidade, observa-se que o grupo apresenta um padrão básico (70% das propriedades obtiveram índice entre 0,25 a 0,50).

A maioria das propriedades (77,6%) apontou possuir um nível intermediário de planejamento de produção com uso de rotação de culturas e adubação com base em análise de solo, no entanto, poucos ainda (7,3%) empregam agricultura de precisão e programação formal de atividades. Em termos do sistema de controles executado nas propriedades, 57,3% delas possuíam sistema de custo formal. Há a sinalização de uso de informática no auxílio desta atividade. No que tange a procedimentos e rotinas vinculados à qualidade, embora a grande maioria (71,1%) das propriedades apresentasse implantação de boas práticas de produção (nível N2), poucas propriedades (9,4%) avançaram para sistemas integrados de produção (nível N3) ou na obtenção de algum tipo de certificação (nível N4).

O macroíndice Recursos variou de 0,12 a 0,95 com valor médio de 0,48 e coeficiente de variação de 26,4%. O mesoíndice de Intensidade de investimentos apresentou menor valor médio (0,17), seguido pelo mesoíndice Recursos Humanos (0,47), elementos de maior importância ponderada no macroíndice (peso igual a 60%). O gasto em atividades inovativas no último ano variou de 0% a 80% da receita líquida de venda, e 23,3% dos produtores afirmaram não ter realizado gasto deste tipo. A média de gastos foi de 16,5% da receita líquida de venda e as faixas de percentuais de gasto com maior registro foram as de 10 a 15% (19,4% das propriedades) e de 20 a 30% (16,7% das propriedades).

Com relação ao grau de instrução do proprietário, 40,2% possuíam 1º grau incompleto, 9,5%, 1º grau completo, 10,6%, 2º grau incompleto, e 31,3%, 2º

34 Os mesoíndices que compõem o macroíndice também apresentaram altos coeficientes de variação, a saber: "Planejamento Estratégico" (51,4%), "Gestão de custo" (58,5%) e "Gestão de processo/Gestão de qualidade" (64,7%).

grau completo. Proprietários que possuíam ensino superior totalizaram 7,4% e os demais 1,1% são proprietários com curso de pós-graduação. O perfil de instrução de 2º grau e nível superior do grupo está acima dos percentuais observados nos dados do Censo Agropecuário de 2006 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2009). Segundo estes dados, os proprietários com 2º grau completo e formação superior representaram 7,3% e 2,8%, respectivamente. O grupo apresentou uma elevada frequência de participação em treinamentos técnicos e eventos. Mais da metade dos produtores afirmou realizar dois ou mais cursos técnicos por ano, o que demonstra a busca frequente de atualização e a possibilidade de manter uma ampla rede de informações tecnológicas e sobre o setor. No entanto, 19,5% afirmaram não ter participado de nenhum treinamento.

Em termos de estrutura de informática, 17,8% dos produtores possuem computador. Tais valores são superiores aos observados no Censo Agropecuário 2006, em que 3,6% das propriedades brasileiras possuem computador.

Com relação aos aspectos de “Mecanismos de aprendizagem” e “Articulação e acessibilidade”, ressaltam-se os seguintes aspectos:

- (a) A assistência técnica, a visita a outras propriedades e a participação nos eventos foram às fontes de informação mais acessadas pelo grupo;
- (b) Poucas propriedades, 15 unidades ao todo, estabeleceram algum tipo de mecanismos de codificação como, sistemas de controle formais e documentação de procedimentos;
- (c) Do ponto de vista do perfil de interação com o mercado comprador de matéria-prima, a maior parte da produção leiteira do grupo foi comercializada com cooperativas, ou seja, 44,1% da quantidade produzida pelo grupo. A comercialização via mercado *spot* representou 28,6% da quantidade produzida por este grupo, a comercialização via mecanismo de integração com agroindústria contabilizou 20,2% e a comercialização via contratos formais, 7,1%;
- (d) A quase totalidade dos produtores (92,2%) possuía acesso à telefonia, seja fixa ou móvel, 7,8% possuíam acesso à *internet*³⁵ e 5,0% tinham assinatura de jornais, de revistas e de outros materiais impressos. Somente 1,1% dos

produtores fizeram uso de financiamento via novos instrumentos de captação de recursos;

- (e) A compra de insumos é feita sob mercado *spot*. Somente 3,9% dos produtores afirmaram ter contrato formal com fornecedores ou distribuidores de insumo.

Conforme apresentado na Tabela 7, observa-se um aumento dos valores médios do ICT e dos macroíndices das propriedades com o aumento da produção leiteira diária. Os elementos relacionados à atualização tecnológica (0,44 a 0,6) e a processos e rotinas (0,28 a 0,44) apresentaram os maiores aumentos de valor. As propriedades com maior produção leiteira tiveram as maiores médias em 34 dos 48 indicadores considerados na composição do índice. Este comportamento sugere uma relação positiva entre nível de capacidade tecnológica e de escala produtiva com um coeficiente de correlação moderada positiva (0,65) e pode expressar aspectos relacionados a potencialidades de investimentos, maior acesso a canais de informação e possibilidade de treinamentos, adequação de determinadas tecnologias avançadas para escalas de produção maiores, dentre outros aspectos que poderão ser tema de estudos futuros. Outro aspecto de investigação decorre da constatação de que parte dos valores médios dos mesoíndices do grupo de propriedades de 150 a 300 litros/dia ficaram abaixo das médias de propriedades de 50 a 150 litros/dia.

A Figura 19 apresenta a composição do ICT por mesorregião do IBGE. Conforme os dados apresentados na Tabela 7 e a visualização na Figura 19, os produtores das mesorregiões 3105 - Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (0,50) e 3112 - Zona da Mata (0,48) apresentaram os melhores valores de ICT entre as mesorregiões. O grupo de produtores da mesorregião 3107 - Metropolitana de Belo Horizonte obteve os menores valores médios do ICT e dos macroíndices componentes.

As diferenças regionais foram mais acentuadas no elemento de Processos e rotinas com coeficiente de variação igual a 35,7%. Por outro lado, os macroíndices de Recursos (12,5%) e Articulação e acessibilidade (12,8%) apresentaram maior homogeneidade comparativa dentre as regiões. Em termos de indicadores, houve uma maior homogeneidade em termos de “acesso a telefone”

³⁵ Valores superiores ao observado no Censo Agropecuário 2006 em 1,5% das propriedades brasileiras, e 1,0% das propriedades que pertencem ao grupo de atividade econômica pecuária e criação de outros animais tinham acesso à internet.

(valor médio de 0,93 e coeficiente de variação de 8,6%), “fontes de informação acessadas” (0,69 e 9,3%), “vacinações” (0,76 e 9,4%) e “instalações de ordenha” (0,51 e 14,0%). Já os indicadores “acesso a jornal, revista, etc.” (0,05 e 163,4%), “forma de pulverização de carrapatos” (0,06 e 151,3%) e “irrigação” (0,19 e 126,0%) apresentaram maior heterogeneidade entre as regiões.

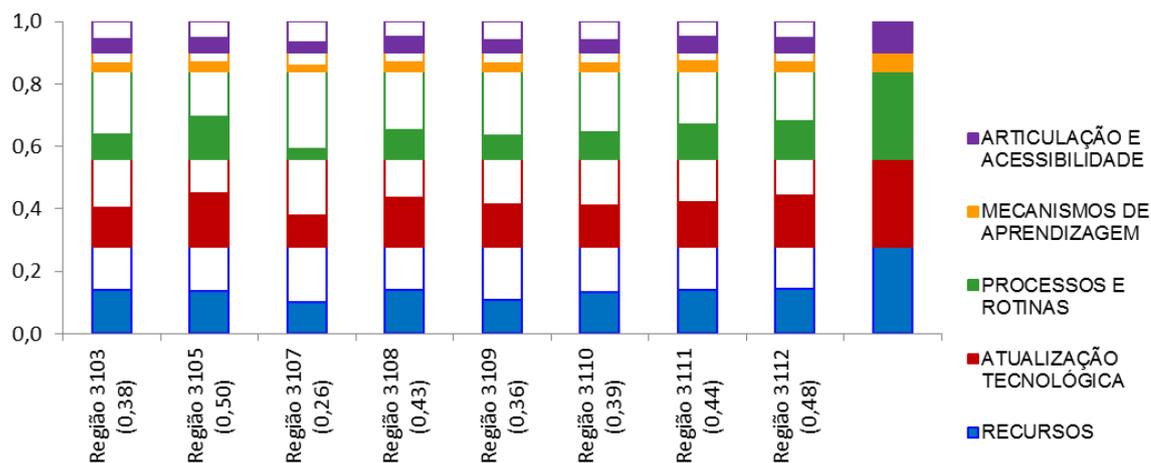


Figura 20 – Valores dos mesoíndices obtidos pelas unidades agrícolas leiteiras do grupo de teste.

* Mesorregiões do IBGE: 3103 - Jequitinhonha, 3105 - Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, 3107 - Metropolitana de Belo Horizonte, 3108 - Vale do Rio Doce, 3109 - Oeste de Minas, 3110 - Sul/Sudoeste de Minas, 3111 - Campo das Vertentes, 3112 - Zona da Mata

** O valor do ICT da mesorregião é apresentado entre parênteses.

A correlação entre os valores do ICT obtidos e o número de inovações tecnológicas de produto e de processo relatadas pelas propriedades leiteiras indica uma correlação fraca positiva³⁶ ($r = 0,42$) entre os dois conjuntos de dados.

A Figura 20 apresenta os valores dos macro e mesoíndices para as unidades que obtiveram o menor (0,14) e maior (0,78) valor de ICT e o valor médio do grupo para fins de comparação e estabelecimentos de pontos de melhoria. Como se pode observar na respectiva Figura, a unidade de menor ICT apresenta médias dos macroíndices menores que 0,25, enquanto a unidade de maior ICT demonstra altos valores dos macroíndices em termos de Processos e rotinas e em Mecanismos de aprendizagem e valores intermediários nos demais macroíndices.

³⁶ Padrão de escala, segundo Santos (2007), em que a correlação $0,5 \leq r < 0,8$ é considerada moderadamente positiva.

A propriedade com maior valor de ICT apresentou valores acima de 0,75 em 22 dos 50 indicadores que compõem o índice. Elementos como a intensidade de investimento realizado em atividades inovativas, aspectos tecnológicos relacionados ao controle de qualidade, manejo reprodutivo e manejo ambiental e a forma de interação com o ambiente externo, com fornecedores e clientes podem ser focos de melhorias.

Já a propriedade que obteve menor valor de ICT apresenta inúmeros pontos de melhoria, tais como: (i) a unidade não apresentou ações em nenhum dos elementos que permitem desenvolver habilidade de gestão de desempenho e de qualidade e de avaliação de alternativas (processos e rotinas); (ii) do ponto de vista das tecnologias operativas de produção incorporadas na propriedade, com exceção do elemento ordenha, todos os demais elementos apresentaram um padrão tecnologicamente insuficiente; e (iii) não houve participação em treinamentos técnicos ou outros eventos, nem algum tipo de investimento em atividades inovativas.

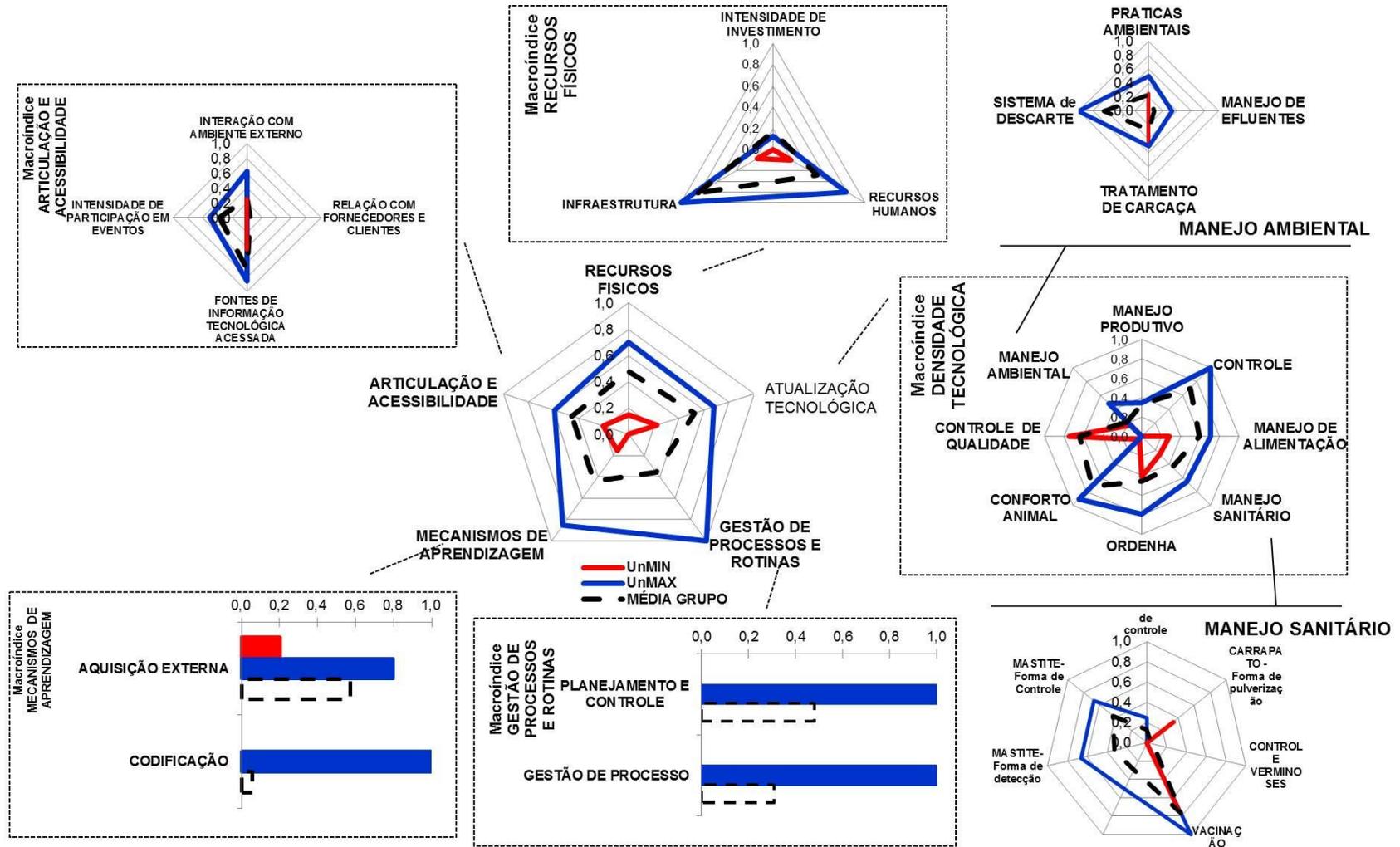


Figura 21 - ICT e macroíndices das propriedades de menor e maior valores obtidos comparados com o valor médio do grupo segmento leite

5.2.1.2 Aplicação do ICT segmentos leite fluído

O grupo de empresas entrevistadas para aplicação do ICT_Leite fluído foi composto de seis laticínios designados por A-FLU, B-FLU, C-FLU, D-FLU e E-FLU, os quais são descritos a seguir.

Empresa A-FLU:

Esta empresa, cooperativa de pequeno porte e de capital nacional, foi fundada em 1998 e possui seis funcionários. Com atuação no mercado regional, ela produz leite fluído (saco plástico) e bebida láctea, totalizando seis produtos ofertados. A matéria-prima leite advém dos cooperados, e sua interação com o ambiente externo é baseada na compra de bens e serviços, na troca de informações com fornecedores e associados e na compra de pacotes tecnológicos. A empresa não possui departamento ou função de PD&I e de *marketing*. Ela também não possui parcerias formais para o desenvolvimento de PD&I, mas tem contado com o apoio de uma universidade local e do SEBRAE para dar suporte a problemas tecnológicos e desenvolvimento de novos projetos e produtos. No último ano, o percentual de investimento em atividades inovativas representou 5% da receita líquida de venda. A empresa participa em média de dois eventos anuais (técnicos e não técnicos). Em termos de perfil do capital humano, 33,4% dos funcionários possuem curso técnico ou graduação, no entanto, nenhum deles relacionados a áreas de engenharia e ciências e sim, a ciência de administração e contabilidade. A taxa de rotatividade média anual de funcionários é de aproximadamente 16,7%.

As principais inovações adotadas, nos últimos três anos, foram inovações de produto, de processo e de *marketing* como a oferta de novo produto (leite desnatado e leite padronizado), novos equipamentos de empacotamento, clarificador, câmara de resfriamento com maior capacidade e atuação em novo segmento de mercado. O perfil de desenvolvimento de produtos da empresa está direcionado para novas formas dos produtos existentes no portfólio da empresa. A empresa não apresenta metodologia formal de desenvolvimento de produto e tem utilizado a contratação de consultoria ou auxílio de instituições públicas. Em termos de estratégia, busca atingir uma capacidade de produção superior com controle de custo (estratégia “eu também”) e tem restrições que impedem seu avanço tecnológico, embora tenha interesse nas mudanças tecnológicas.

Empresa B-FLU:

Empresa de médio porte e de capital nacional tem três anos de existência e emprega 15 funcionários. Ela possui inspeção federal e tem atuação predominante no mercado estadual. Seu portfólio de produtos é composto por leite fluído (saco e garrafa plástica), creme de leite e iogurte, totalizando dez produtos ofertados ao mercado. A empresa possui integração vertical da produção de matéria-prima e, nos demais insumos, efetua a aquisição em mercado *spot*. O perfil de interação da empresa com o ambiente externo engloba a compra de bens e serviços, a troca de informações com fornecedores e associados e a compra de pacotes tecnológicos. A unidade não possui departamento ou função específica de PD&I e de *marketing*, e seu investimento em atividade inovativas representou 10% do total de receita líquida de venda no último ano. Participa, em média, de dois eventos anuais (técnicos e não técnicos). Em termos de perfil do capital humano, 13,7% dos funcionários possuem curso técnico e graduação e 66,6% possuem 1º grau completo ou incompleto. A taxa de rotatividade de funcionários, no último ano, foi de 13,0%.

As principais inovações adotadas, nos últimos três anos, foram inovações de produto e de processo como, a oferta de um novo produto (leite desnatado e padronizado) e outros derivados (iogurte), a implantação de boas práticas de fabricação, o redesenho do fluxo de produção e a instalação de novos equipamentos para fabricação de iogurte. O perfil de desenvolvimento de produtos está centrado na reformulação de produto existente e na extensão de linhas (engenharia de aplicação) e busca acompanhar a oferta tecnológica e o comportamento dos líderes (ofensiva).

Empresa C-FLU:

Empresa de capital nacional tem porte médio e sua origem é familiar. Ela foi fundada em 1981, possui 60 funcionários e atua no mercado regional (50% do volume comercializado) e estadual (50% do volume comercializado). A empresa produz leite fluído (saco e garrafa plástica), leite fluído light (garrafa plástica) e creme de leite, totalizando quatro produtos. Possui integração vertical da matéria-prima e, nos demais insumos, mantém programa de seleção de fornecedores com compra a partir de cotação de preços entre as empresas do cadastro. Sua interação com o

ambiente externo é baseada na compra de bens e serviços, na troca de informações com fornecedores e associados e na compra de pacotes tecnológicos. A unidade não possui departamento ou função específica de PD&I, mas possui departamento estruturado de *marketing*. No último ano, seu investimento em atividades inovativas representou 7,0% do total de receita líquida de venda. Participa em média de 3 eventos anuais (técnicos e não técnicos). Em termos de perfil do capital humano, 30,0% dos funcionários possuem curso técnico, graduação e pós-graduação e 70,0% possuem 2º grau completo ou incompleto. A empresa possui sistema de incentivo à escolarização de seus funcionários, e, em média, 8% dos funcionários receberam treinamento técnico externo. A taxa de rotatividade de funcionários média foi de 2,0%.

As principais inovações adotadas nos últimos três anos referem-se a inovações de processo, organizacional e de *marketing*, tais como reestruturação e compra de equipamentos (tanques de estocagem, pasteurizador, homogeneizador, linha de envase, encaixoteira, implantação de sistema de limpeza *Cleaning-in-place* (CIP)³⁷, equipamentos de análise *full time* do leite individualizada por vaca) e reestruturação da função de *marketing* da empresa. Em termos de perfil de desenvolvimento de produtos, a empresa tem como base a reformulação de produtos existentes e melhorias incrementais de qualidade de produto com redução de custo. Não há o emprego de metodologia formal de desenvolvimento de produto, e a implantação de projetos conta com a contratação de consultoria externa. A empresa é referência no mercado em termos de leite tipo A, acompanha as mudanças tecnológicas (estratégia ofensiva) e procura manter uma capacidade de produção superior e controle de custos (“eu também”).

Empresa D-FLU:

Empresa de porte médio e de capital nacional integra um grupo empresarial. Ela foi fundada em 1970 e possui 220 funcionários. A unidade opera com inspeção federal e tem forte atuação no mercado regional (80% do volume de vendas) e, complementarmente, no mercado estadual (20%). Sua linha de produtos contempla leite fluído (saco plástico e embalagem cartonada), iogurte (saco, garrafa

e copo plásticos), bebidas lácteas (saco plástico e embalagem cartonada), manteiga, queijo, requeijão, leite fermentado e creme de leite, em um total de 34 produtos ofertados. A aquisição da matéria-prima é feita via mercado *spot*, e, nos demais insumos, a empresa tem relacionamentos comerciais com contratos de longo prazo e programa de desenvolvimento de fornecedor. Seu perfil de interação com o ambiente externo está pautado na compra de bens e serviços, na troca de informações com fornecedores e associados, na compra de pacotes tecnológicos e na interação com fornecedores em projetos de desenvolvimento de produtos e atualizações tecnológicas. A empresa não possui departamento ou função de PD&I, sendo esta função exercida pelo departamento técnico em parceria com o departamento de *marketing*. Em função de inúmeras alterações produtivas ocorridas na empresa, os gastos em atividades inovativas responderam por 48,5% do total de receita líquida de venda no último ano. A aquisição de máquinas e equipamento representou 77,6% do total destes gastos. A empresa participa, em média, de vinte eventos anuais. Em termos de perfil do capital humano, 40% dos funcionários possuem curso técnico, graduação e pós-graduação e 47,0% possuem 2º grau completo. No entanto, somente 9,0% dos graduados e pós-graduados têm vinculação a áreas de engenharia e ciência.

Nos últimos três anos, a empresa implantou inovações de produto, de processo, organizacional e de *marketing*, dentre elas, a ampliação de oferta de derivados (leite desnatado, leite enriquecido, bebida láctea achocolatada UHT e creme de leite), a implantação de linha UHT direta de maior capacidade instalada, os misturadores de pó e líquidos, o padronizador, os tanques de estocagem, o redesenho de fluxo, a caldeira a gás, a automatização (de processos intermediários, de padronização e de empacotamento e controles), a alteração de organograma (implantação de gerências/funções industrial, controle e gestão de qualidade e gestão ambiental) e as alterações na estrutura de *marketing* da empresa. A empresa tem se direcionado para extensões de produtos já existentes e nova forma de produtos existentes, bem como melhorias de qualidade de produto com redução de custo. No desenvolvimento de novos produtos, faz uso de processo formal de DP com uso de ferramental (QFMA, FMEA, etc.) e plano de *marketing* e de lançamento

³⁷ Sistema de limpeza interna de uma peça ou de um equipamento sem relocação ou desmontagem. É feita normalmente com ácido cáustico ou uma combinação de ambos, com enxágue final com água de qualidade injetável.

de produto. Neste sentido, a empresa mantém sua estratégia baseada em modificações dos produtos existentes ou extensões de linha (engenharia de aplicação), buscando uma capacidade de produção superior e controle de custos em determinados produtos (“eu também”). Embora tenha o direcionamento para atualização tecnológica, apresenta restrições para acompanhamento das empresas líderes (imitativa).

Empresa E-FLU:

Unidade integrante de empresa cooperativista de grande porte foi fundada em 1984 e possui 450 funcionários. A empresa atua no mercado regional (25% do volume de venda), estadual (50%) e nacional (25%) e oferta ao mercado de leite fluído (saco plástico e embalagem cartonada), bebidas lácteas (saco plástico), leite em pó (granel e fracionado), manteiga, creme de leite e leite evaporado, em um total de 19 produtos. O suprimento de matéria-prima é feita pelos cooperados e não cooperados, neste último caso com base em contratos. Nos demais insumos, a empresa possui relacionamento comercial com contratos de longo prazo e programa de desenvolvimento de fornecedor. Sua forma de interação com o ambiente externo contempla a compra de bens e serviços, a troca de informações com fornecedores e associados e a compra de pacotes tecnológicos. Os gastos em atividades inovativas responderam por 9,4% do total de receita líquida de venda no último ano. Recentemente, a empresa criou as funções de P&D e de *marketing* com contratações de pessoal específico para tais funções. Participa, em média, de 24 eventos anuais (seis de perfil técnico e 18 de eventos como feiras, exposições, etc.). Em termos de capital humano, 22,2% dos funcionários possuem curso técnico, graduação e pós-graduação e 50,5% possuem 2º grau completo ou incompleto. Por ano, 27% dos funcionários participam de cursos externos. A taxa de rotatividade média anual de funcionários foi de aproximadamente 3,0 %.

Nos últimos três anos, houve implantação de inovações de produto, de processo, organizacional e de *marketing*. As principais inovações adotadas foram ampliação da oferta de derivados (bebidas lácteas, leite em pó desnatado, leite em pó vitaminado e creme de leite), implantação de nova linha UHT direta de maior capacidade; reformulação de *layout* da planta industrial, automatização de processos de recepção e empacotamento, alterações no organograma da empresa (funções de controle de qualidade, de PD&I e de *marketing*), reposicionamento de mercado alvo;

fracionamento de produto, novo *layout* da marca e *design* de embalagem. A empresa tem como base a reformulação de produtos existentes e extensão de linha (estratégia de engenharia de aplicação) e melhorias incrementais de qualidade de produto com redução de custo (estratégia “eu também”). A empresa não emprega um procedimento formal de desenvolvimento de produto, procura acompanhar as mudanças tecnológicas e aprender com os líderes (estratégia defensiva) e busca consolidar-se no mercado como referência em padrão de qualidade de produto.

O Quadro 24 sintetiza as principais características das empresas entrevistadas.

ITEM	Empresa A-FLU	Empresa B-FLU	Empresa C-FLU	Empresa D-FLU	Empresa E-FLU
Ano de Fundação	1998 (12 anos)	2007 (três anos)	1981 (29 anos)	1970 (40 anos)	1984 (26 anos)
Capital/ perfil	Nacional/ Cooperativa	Nacional/ base familiar	Nacional/ base familiar	Nacional/ grupo empresarial	Nacional / Cooperativa
Nível de inspeção	Estadual	Federal	Federal	Federal	Federal
Nº de empregados	Menor 10 (6)	10 a 50 (15)	50 a 100 (60)	100 a 250 (220)	+ 250 (450)
Receita Operacional	1,2 a 10,5 milhão (pequena)	10,5 a 60 milhões (media)	10,5 a 60 milhões (media)	10,5 a 60 milhões (media)	+ R\$ 60 milhões (grande)
Nível de integração	Integração vertical	Integração vertical	Integração vertical	Mercado spot	Integração + contrato
Perfil de mercado da empresa	Regional (100%)	Estadual (100%)	Regional (50%) + Estadual (50%)	Regional (80%) + Estadual (20%)	Regional (25%) + Estadual (50%) + Nacional (25%)
Produtos	Leite fluído (saco) e bebida láctea.	Leite fluído (saco e garrafa), creme de leite e iogurte.	Leite fluído (saco e garrafa) e creme de leite.	Leite fluído (saco e tetra), iogurte (saco, garrafa e copo), bebidas lácteas (saco e tetra), manteiga, queijo, requeijão, leite fermentado e creme de leite.	Leite fluído (saco e tetra); bebidas lácteas (saco); leite em pó (granel e fracionado); manteiga, creme de leite; leite evaporado.
Nº de produtos	6	10	4	34	19
Perfil de desenvolvimento de produto	Nova forma de produto existente. Não emprega metodologia DP formal.	Nova forma de produto existente e extensão de linhas. Não emprega metodologia DP formal.	Reformulação de produto existente e melhorias incrementais de qualidade de produto com redução de custo. Não emprega metodologia DP formal.	Nova forma do produto existente, extensões de linhas e melhorias de qualidade de produto com redução de custo. Emprego de processo formal de DP (QFMA, FMEA, etc.), plano de <i>marketing</i> .	Nova forma do produto existente e melhorias incrementais de qualidade de produto com redução de custo. Não emprega metodologia DP formal.
Perfil das inovações adotadas	Inovações de produto, processo e de <i>marketing</i> : ampliação do tipo de leite (desnatado e padronizado), novos equipamentos de empacotamento, clarificador, câmara de resfriamento com maior capacidade, novo segmento de mercado.	Inovações de produto e de processo: ampliação do tipo de leite (desnatado) e outros derivados (iogurte), boas práticas de fabricação e redesenho de fluxo.	Inovações de processo, organizacional e de <i>marketing</i> : reestruturação e compra de equipamentos (tanques de estocagem, pasteurizador, homogeneizador, linha de envase, encaixoteira, CIP (<i>cleaning in place</i>), análise <i>full time</i> vaca por vaca), contratação de consultoria em engenharia de alimentos, organização de <i>marketing</i> da empresa.	Inovações de produto, de processo, organizacional e de <i>marketing</i> : ampliação de derivados, linha UHT (direta), misturadores de pó e líquidos, padronizador, tanques de estocagem, redesenho fluxo, caldeira a gás, automatização (processos intermediários, padronização, empacotamento e controles), alterações organograma (industrial, controle e gestão de qualidade, gestão ambiental), uso de propagandas.	Inovações de produto, de processo, organizacional e de <i>marketing</i> : ampliação de derivados, linha UHT (direta), redesenho fluxo, automatização (processos de recepção e empacotamento), alterações organograma (controle de qualidade e P&D), reposicionamento de mercado, fracionamento de produto, novo layout marca e <i>design</i> de embalagens.
Estratégia tecnológica	"eu também" / Imitativa	"engenharia de aplicação" / ofensiva	"primeiro no mercado" + "eu também" / ofensiva	"eu também" + "engenharia de aplicação" / imitativa	"eu também" + "engenharia de aplicação" / defensiva

Quadro 24 - Descrição de empresas entrevistadas, complexo leite, segmento leite fluído

A Tabela 8 apresenta os valores do ICT_Leite Fluído e dos macroíndices das empresas do grupo de laticínios produtores de leite fluído, e a Figura 21 permite a visualização da composição e do grau de importância dos macroelementos e do estado obtido por cada empresa. Os valores do ICT variaram de 0,35 a 0,77. A empresa D-FLU obteve o maior valor de ICT (0,77), e a empresa A-FLU, o menor valor (0,35). Três empresas (A-FLU, B-FLU e C-FLU) obtiveram valor de ICT e da maioria dos macroíndices entre 0,25 a 0,5. Já as empresas D-FLU e E-FLU, os macroíndices apresentaram valores acima de 0,5.

Tabela 8 - Valores de ICT e dos macroíndices obtidos pelas empresas de leite fluído do grupo entrevistado

Item	ICT	Macroíndice				
		IRE	IAT	IPR	IMA	IAA
A-FLU	0,35	0,28	0,44	0,30	0,38	0,38
B-FLU	0,44	0,50	0,52	0,25	0,49	0,34
C-FLU	0,45	0,39	0,48	0,42	0,56	0,43
D-FLU	0,77	0,68	0,83	0,75	0,96	0,55
E-FLU	0,69	0,56	0,85	0,54	0,89	0,70
MÉDIA	0,54	0,48	0,62	0,45	0,66	0,48

Siglas: Índice de Capacidade Tecnológica (ICT), Macroíndice Recursos (IRE), Macroíndice Atualização Tecnológica (IAT), Macroíndice Processos e Rotinas (IPR), Macroíndice Mecanismos de Aprendizagem (IMA) e Macroíndice Articulação e Acessibilidade (IAA)

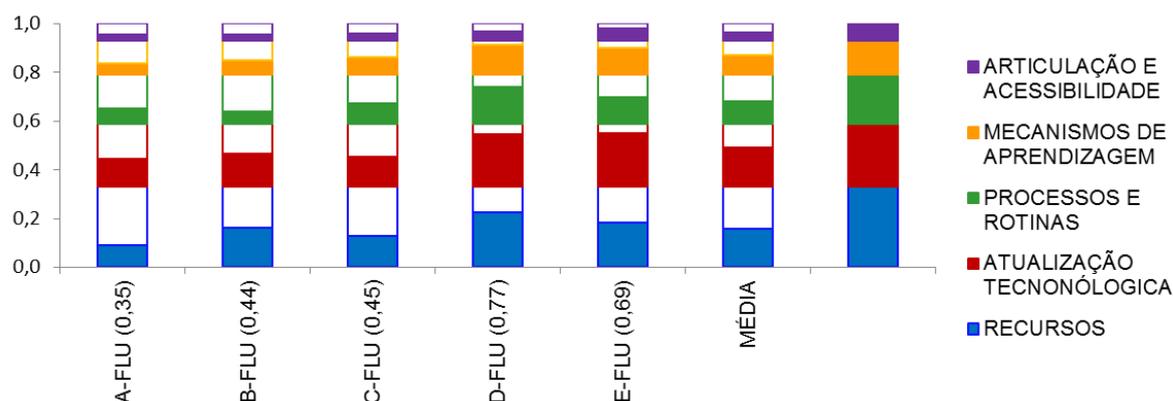


Figura 22 -Valores do ICT e macroíndices obtidos pelas empresas de leite fluído do grupo teste

* O valor do ICT da unidade é apresentado entre parênteses.

O macroíndice “Processos e Rotinas” apresentou o menor valor médio (0,45) e o maior coeficiente de variação (44,4%), indicando menores esforço das empresas deste grupo no desenvolvimento de ações de suporte e de coordenação de recursos e habilidades e comportamento mais disperso do perfil das em relação

aos demais elementos. A observação dos mesoíndices integrantes deste macroíndice na Figura 22 demonstra que a maioria das empresas apresentou padrão insuficiente a básico em termos de ações de engenharia de produto e monitoramento e gestão de projetos.

Com relação ao macroíndice Recursos, as empresas apresentaram alta variação na intensidade de investimento em atividades inovativas, sendo este indicador de maior coeficiente de variação (61,7%). O percentual de investimento sobre a receita líquida de venda variou de 5% a 48,5%, sendo a maior intensidade de investimento realizada pela empresa D-FLU, empresa de maior valor de ICT e maior registro de inovações nos últimos três anos. Do total investido por esta empresa, 77,3% foi direcionado para aquisição de máquinas e equipamentos, relacionados à implantação da linha de iogurte, à troca do sistema de UHT e às alterações de fonte de energia para o processamento. Em termos de RH, há certa proximidade de posicionamento das empresas, e, relacionado a infraestrutura, somente uma empresa E-FLU destacou-se por possuir funções de PD&I e de *marketing* estruturadas e realizou alterações de *layout* e aquisição de equipamentos e máquinas nos últimos três anos.

Com relação ao perfil da atualização tecnológica, é possível fazer uma distinção de dois subgrupos em função do processamento propriamente dito. Como se pode observar na Figura 22, as empresas D-FLU e E-FLU apresentaram nível tecnológico mais avançado por empregar processo de tratamento UHT, realizar processo de padronização, possuir envase asséptico e ofertar diferentes perfis de envase (saco plástico, garrafa plástica de alta densidade e embalagem cartonada).

Em termos de mecanismos de aprendizagem, duas empresas, D-FLU e E-FLU, apresentaram maior número de ações se comparadas com as demais do grupo, obtendo valores do macroíndice de 0,87 e 0,80, respectivamente. Estas empresas têm implementado em torno de 65% das ações listadas, como indicativos de condução e estímulo a mecanismos de aprendizado no cotidiano da organização consideradas no macroíndice.

Do ponto de vista das interações, articulações e acessibilidade das empresas, destacam-se três aspectos:

- (i) similaridade do perfil e nível restrito de interações com o ambiente externo, englobando compra de bens e serviços, troca de informações com fornecedores e associados, compra de pacotes tecnológicos, em alguns casos, interação com

fornecedores em projetos de desenvolvimento de produtos e atualizações tecnológicas;

- (ii) com relação à integração com agentes de suprimento, no caso da matéria-prima, há uma prevalência de integração ou relacionamento fixo, benéfico no sentido de orientação tecnológica e controle de qualidade do produto; já no caso dos demais insumos, observam-se variações de modalidades relacionamentos, tais como compra em mercado *spot*, cotação de preços entre fornecedores selecionados, relacionamento comercial com contratos de longo prazo e programa de desenvolvimento de fornecedores, sem ocorrência de fornecimento exclusivo ou programas de certificação;
- (iii) similaridade no perfil de fontes de informação acessadas.

A correlação entre os valores do ICT obtidos, e o número de inovações de produto e de processo relatadas por cada empresa indicam uma correlação forte positiva³⁸ ($r = 0,92$) entre os dois conjuntos de dados.

³⁸ Padrão de escala, segundo Santos (2007), em que a correlação é considerada forte positiva quando apresentar valores de $0,8 \leq r < 1,0$.

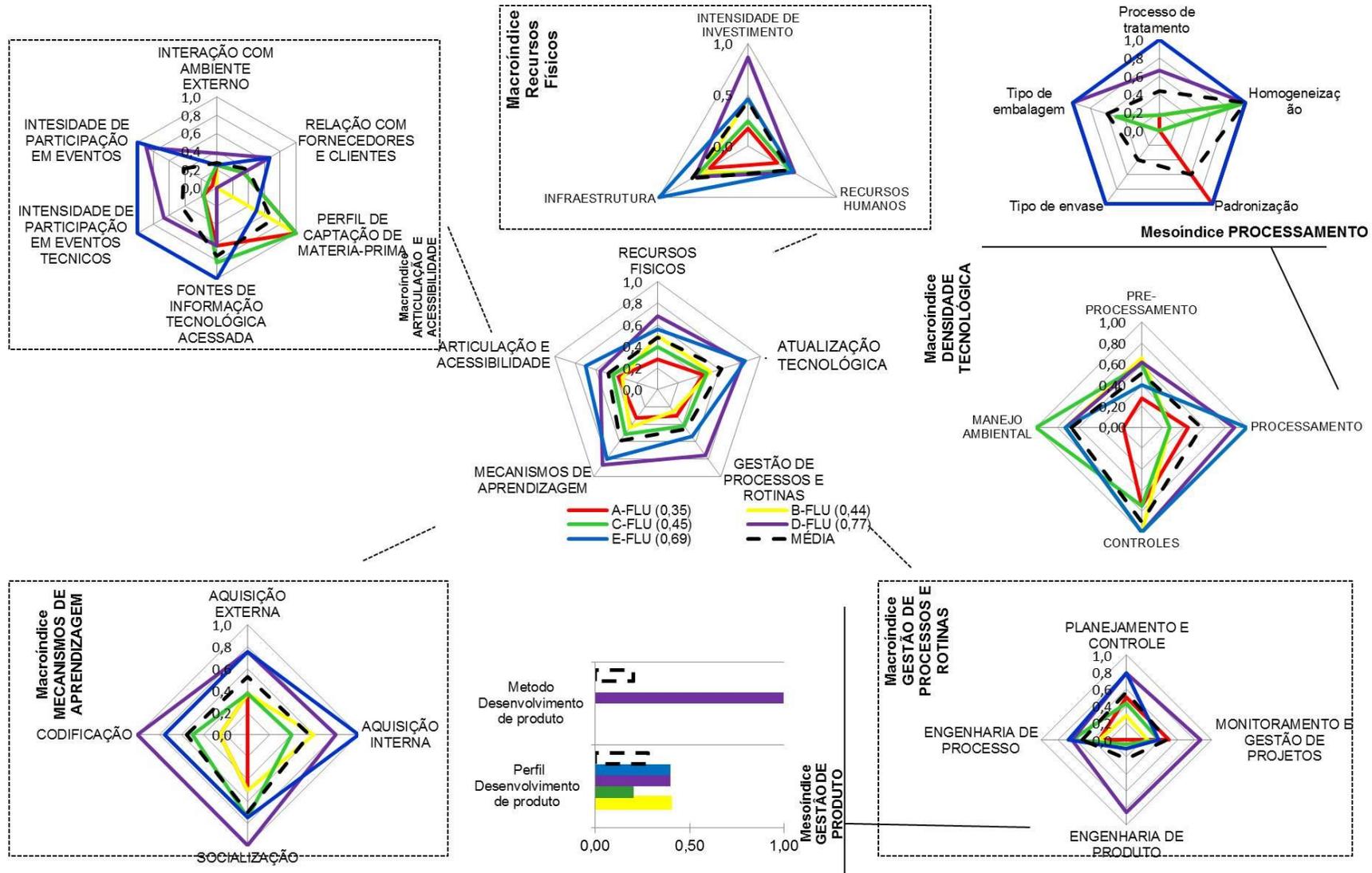


Figura 23 - Macro e mesoíndices do ICT de empresas de leite fluido comparados com o valor médio do grupo

5.2.1.3 Aplicação do ICT segmentos de fabricação de queijos

O grupo de aplicação do modelo de índice proposto ICT_Queijo foi composto de seis empresas designadas por A-QUE, B- QUE, C- QUE, D- QUE, E-QUE e F- QUE, as quais são descritas a seguir.

Empresa A-QUE:

Microempresa de base familiar foi fundada em 2005 e possui oito funcionários. Com inspeção estadual, atua no mercado regional (5% do volume de vendas) e estadual (95%), ofertando queijos mussarela, minas frescal, ricota e manteiga, totalizando 12 produtos. A compra da matéria-prima e de outros insumos é feita via mercado *spot*. Sua interação com o ambiente externo é baseada na compra de bens e serviços e na troca de informações esporádicas com fornecedores. A empresa não possui divisões ou funções específicas de qualquer natureza. Participa, em média, de 1 evento técnico anualmente. Em termos de formação de recursos humanos, 62,5% dos funcionários possuem 1º grau completo e 37,5% tem 1º grau incompleto.

Há menos de dois anos, a empresa lançou um novo produto (queijo frescal de leite de búfala), e seu foco consiste na extensão de linha existente e oferta de novas formas do produto existente (engenharia de aplicação). Não há aplicação de metodologia formal de desenvolvimento de produto, e este procedimento tem como base a experiência profissional de mais de 20 anos do proprietário. A empresa demonstra interesse por novas tecnologias e equipamentos, mas tem restrições para sua implantação (imitativa).

Empresa B-QUE:

Esta empresa foi fundada em 1994 e possui 12 funcionários. Microempresa com inspeção estadual, atua predominante no mercado regional. O conjunto de produtos ofertados pela empresa é composto por queijos mussarela, provolone, minas padrão, ricota e temperado, leite fluído (saco plástico) e iogurte (saco e garrafa plástica), totalizando 16 produtos. O fornecimento do leite é feito por um grupo fixo de produtores sem existência de contrato formal, e, nos demais insumos, a empresa efetua a aquisição em mercado *spot*. Sua interação com o

ambiente externo engloba a compra de bens e serviços e a troca de informações com fornecedores. A empresa não apresenta divisões administrativas ou funções específicas e não tem realizado investimentos em atividade inovativas. Em termos de perfil do capital humano, 8,3% dos funcionários possuem curso técnico, graduação ou pós-graduação e 58,3% possuem 2º grau completo ou incompleto. A taxa de rotatividade de funcionários foi de 33,3% no último ano.

A empresa não registrou adoção de nenhuma inovação nos últimos três anos e seu direcionamento ao longo de sua existência tem sido a oferta de nova forma de produto existente (engenharia de aplicação). A empresa demonstra ausência de interesse em mudanças já que tem atuação de mercado restrita e limitada (tradicional). Sua expectativa de mudanças técnicas reside no aumento da capacidade de produção e no controle de custo (estratégia “eu também”).

Empresa C-QUE:

A empresa C-QUE pode ser caracterizada como empresa de pequeno porte, de capital nacional e de base familiar. Ela foi fundada em 1978, possui 15 funcionários e, com inspeção federal, atua no mercado estadual (59% do volume comercializado) e nacional (41% do volume comercializado). O conjunto de produtos é composto por 17 variações de formatos e apresentações de queijo mussarela e queijo *cashew*. Grande parte do suprimento de leite é feito via integração vertical (75%), e o restante via contrato com produtores locais. A maioria dos demais insumos é adquirida via mercado *spot*, e alguns insumos são comprados sob contratos de curto prazo. Sua interação com o ambiente externo é baseada na compra de bens e serviços e na troca de informações com fornecedores e com outras empresas do setor. O processo de produção de leite tem auxílio de instituição de ensino e pesquisa. A empresa não possui divisões ou funções específicas, e as atividades de desenvolvimento de produtos e de monitoramento e avaliação de alterações tecnológica são feitas pela proprietária com contratação de consultoria. Os gastos em atividades inovativas responderam por 10% do total de receita líquida de venda no último ano e foram destinados à aquisição de conhecimento, de treinamentos e de lançamento de produto. Em termos de formação de recursos humanos, 10,0% dos funcionários possuem curso técnico, graduação ou pós-graduação e 50,0% possuem 1º grau completo ou incompleto. A taxa de rotatividade média anual de funcionários é de aproximadamente 10,0%.

Nos últimos três anos, as principais inovações adotadas se referem a inovações de produto e de processo, a saber: novos produtos (mussarela em bolas embalada com soro e queijo *cashew*), implantação de boas práticas de fabricação (BPF) e de Procedimentos Padrões de Higiene Operacional (PPHO). Em termos de perfil de desenvolvimento de produtos, a empresa tem como base nova forma de produto existente (engenharia de aplicação) e inovações de *marketing* (fracionamento, alteração de embalagem, etc.). Não há o emprego de metodologia de desenvolvimento de produto formal, e a atividade tecnológica é desenvolvida pela proprietária da empresa que tem no mercado internacional sua fonte de informação. A empresa mantém uma rede de contatos com empresas e profissionais da Itália. Embora a empresa demonstre interesse em realizar mudanças tecnológicas em termos de melhoria de processo produtivo, há restrições de caráter econômico e de volume de produção que dificultam a implantação de determinado padrão tecnológico.

Empresa D-QUE:

Empresa de capital nacional e de base familiar foi fundada em 1986. Ela é classificada como empresa de porte médio e, atualmente, emprega 35 funcionários. Detentora de inspeção estadual, a empresa tem atuação no mercado regional (50% do volume de vendas) e estadual (60%) e produz queijos (minas; minas frescal; ricota; suíço; parmesão; gouda; mussarela bloco, palito, bolinha e temperada; meia cura e curado), requeijão, bebidas lácteas (saco plástico), iogurte (bandeja) e leite fluído, totalizando 33 produtos. O suprimento de leite é feito por um grupo de produtores sem contrato formal, e, no caso dos demais insumos, a empresa mantém um programa de seleção de fornecedores com compra a partir de cotação de preços entre o cadastro de fornecedores. Sua interação com o ambiente externo é baseada na compra de bens e serviços, na troca de informações com fornecedores e cliente, na compra de pacotes tecnológicos e na interação com fornecedores em projetos de desenvolvimento de produto. A empresa não possui departamento ou função específica de PD&I e/ou de *marketing*. Participa, em média, de quatro eventos anuais. Em termos de perfil do capital humano, 17,2% dos funcionários possuem curso técnico, graduação e/ou pós-graduação e 54,3% possuem 1º grau completo ou incompleto. A taxa anual de rotatividade de pessoal é

de 15,0%. Os gastos com atividades inovativas foram de 5,0% do total de receita líquida de venda no último ano.

As principais inovações adotadas nos últimos três anos se referem a inovações de processo relacionadas à implantação de boas práticas de fabricação (BPF) e de Procedimentos Padrões de Higiene Operacional (PPHO) e inovações de *marketing* de fracionamento e novas embalagens. Segundo o proprietário, o foco do desenvolvimento de produtos tem se pautado em extensões das linhas de produtos e, mais recentemente, em mudanças que propiciem o aumento da capacidade e o controle de custo (estratégia “eu também”).

Empresa E-FLU:

Empresa de porte médio e de capital nacional pertence a grupo empresarial. Ela foi fundada em 1970 e possui 220 funcionários. Embora tenha inspeção federal, tem forte atuação no mercado regional (80% do volume de vendas) e, complementarmente, no mercado estadual (20%). Sua linha de produtos contempla queijo (mussarela), requeijão, leite fluído (saco plástico e embalagem cartonada), iogurte (saco, garrafa e copo plásticos), bebidas lácteas (saco plástico e embalagem cartonada), manteiga, leite fermentado e creme de leite, totalizando 34 produtos. No caso específico do produto queijo, a fabricação de tal produto pela empresa assume conotação de complementariedade na oferta de um *mix* de produto e auxilia no planejamento de produtos. O produto não é considerado uma linha de grande importância para a empresa. A aquisição da matéria-prima é feita via mercado *spot*, e, nos demais insumos, a empresa tem relacionamentos comerciais com contratos de longo prazo e programa de desenvolvimento de fornecedor. Seu perfil de interação com o ambiente externo engloba compra de bens e serviços, troca de informações com fornecedores e associados, compra de pacotes tecnológicos e interação com fornecedores em projetos de desenvolvimento de produtos e atualizações tecnológicas. A empresa não possui departamento ou função de PD&I, sendo esta função desenvolvida pelo departamento técnico em parceria com o departamento de *marketing*. Em função de inúmeras alterações ocorridas na empresa, os gastos em atividades inovativas responderam por 48,5% do total de receita líquida de venda no último ano. A aquisição de máquinas e equipamentos representou 77,6% do total do investimento. Participa, em média, de 20 eventos anuais. Em termos de perfil do capital humano, 40% dos funcionários

possuem curso técnico, graduação e/ou pós-graduação e 47,0% possuem 2º grau completo. No entanto, somente 9,0% dos graduados e pós-graduados têm vinculação com as áreas de engenharia e ciência.

A empresa implantou inovações de produto, de processo, organizacional e de *marketing* nos últimos três anos. As inovações adotadas foram: ampliação de oferta de derivados (leite desnatado, leite enriquecido, bebida láctea achocolatada UHT e creme de leite); implantação de linha UHT direta de maior capacidade instalada; misturadores de pó e líquidos; padronizador; tanques de estocagem; redesenho de fluxo; caldeira a gás; automatização (de processos intermediários, de padronização e de empacotamento e controles), alteração de organograma (implantação de gerências/funções industrial, controle e gestão de qualidade e gestão ambiental), alterações na estrutura de *marketing* da empresa. A empresa tem se direcionado para extensões de produtos já existentes e nova forma de produtos existentes, bem como melhorias de qualidade de produto com redução de custo. No desenvolvimento de novos produtos, faz uso de processo formal de DP com uso de ferramental (QFMA, FMEA, etc.) e plano de *marketing* e de lançamento de produto. Neste sentido, a empresa mantém sua estratégia baseada em modificações dos produtos existentes ou extensões de linha (engenharia de aplicação), buscando uma capacidade de produção superior e controle de custos em determinados produtos (“eu também”). Embora conduza uma estratégia de modificações e extensões para demais produtos, no caso específico do queijo, a estratégia da empresa pode ser considerada como “tradicional”, já que a empresa não demonstra interesse em mudanças, e não há pressões de mercado.

Empresa F-QUE:

Empresa de capital nacional e de base familiar foi fundada em 1909. Ela é considerada empresa de porte médio e possui 124 funcionários. Embora tenha inspeção federal, a empresa tem atuação regional (30% do volume de vendas) e estadual (70%) e oferta 45 produtos lácteos: queijos (mussarela, minas padrão, prato, provolone, parmesão, minas frescal, ricota e *Kiefer*), iogurte (saco e garrafa plástica), bebidas lácteas (saco plástico), leite fluído (saco plástico e UTH), doce de leite, requeijão, manteiga e creme de leite. A matéria-prima leite é adquirida via mercado *spot*, e a empresa mantém um programa de seleção de fornecedores e de compra a partir de cotação de preços entre o cadastro de fornecedores no caso dos

demais insumos. A compra de bens e serviços, a troca de informações com fornecedores e clientes, a compra de pacotes tecnológicos e a interação com fornecedores em projetos de desenvolvimento de produto são as formas pelas quais a empresa interage com o ambiente externo. A empresa não possui departamento ou função de PD&I, sendo esta função desenvolvida pelo departamento industrial em parceria com o departamento de *marketing*. Participa, em média, de dois eventos anuais. Em termos de formação de recursos humanos, 10,5% dos funcionários possuem curso técnico, graduação e/ou pós-graduação e 36,2% possuem 1º grau completo ou incompleto. A taxa de rotatividade de pessoal é de 3,3% ao ano. Os gastos com atividades inovativas foram de 8,0% do total de receita líquida de venda no último ano, sendo 85% destes gastos direcionados à aquisição de máquinas e equipamentos.

As principais inovações adotadas, nos últimos três anos, foram inovações de produtos e de processo, por exemplo, novas linhas de produtos lácteos (iogurte e leite fluído UHT), equipamentos e projeto para implantação dos novos processos produtivos, embaladora a vácuo e equipamentos para empacotamento. A empresa não emprega procedimento formal de DP e tem contado com auxílio técnico de fornecedores para o desenvolvimento de seus produtos. Seu direcionamento em termos de novos produtos tem como base a extensão de linhas de produtos lácteos e melhorias incrementais de qualidade de produto. Segundo a empresa, sua estratégia está baseada na capacidade de reagir prontamente, seguindo os líderes de mercado, mas relatam restrições financeiras à implantação integral de tecnologias avançadas..

O Quadro 25 sintetiza as principais características das empresas entrevistadas.

ITEM	Empresa A-QUE	Empresa B-QUE	Empresa C-QUE	Empresa D-QUE	Empresa E-QUE	Empresa F-QUE
Ano de Fundação	2005 (cinco anos)	1994 (16 anos)	1978 (32 anos)	1986 (24 anos)	1970 (40 anos)	1909 (101 anos)
Capital/ perfil	Nacional/ Base familiar	Nacional/ base familiar	Nacional/ base familiar	Nacional/ base familiar	Nacional/ grupo empresarial	Nacional/ base familiar
Nível de inspeção	Estadual	Estadual	Federal	Estadual	Federal	Federal
Nº de empregados	Até 10 (8)	10 a 50 (12)	10 a 50 (15)	10 a 50 (35)	100 a 250 (220)	100 a 250 (124)
Receita Operacional	Menor que 1,2 mil (microempresa)	Menor que 1,2 mil (microempresa)	1,2 a 10,5 milhões (pequena)	10,5 a 60 milhões (media)	10,5 a 60 milhões (media)	10,5 a 60 milhões (media)
Nível de integração	Mercado <i>spot</i>	Grupo de fornecedores sem contrato	Integração vertical + Contratos	Mercado <i>spot</i>	Mercado <i>spot</i>	Mercado <i>spot</i>
Perfil de mercado da empresa	Regional (5%) + Estadual (95%)	Regional (100%)	Estadual (59%) + Nacional (41%)	Regional (50%) + Estadual (50%)	Regional (80%) + Estadual (20%)	Regional (30%) Estadual (70%)
Produtos	queijos mussarela, minas frescal, ricota e manteiga (12 produtos).	Queijos mussarela, provolone, minas padrão, ricota e temperado; leite fluído (saco plástico) e iogurte (saco e garrafa plástica) (16 produtos).	Queijos Mussarela (18 produtos).	Queijos (13 produtos), bebidas lácteas, iogurte, leite fluído, requeijão.	Queijo mussarela (3 produtos), leite fluído, iogurte, bebidas lácteas, manteiga, requeijão, leite fermentado e creme de leite.	Queijos (25 produtos), iogurte, bebidas lácteas, leite fluído, doce, requeijão, manteiga e creme de leite.
Nº de produtos	12	16	18	33	34	45
Perfil de desenvolvimento de produto	Extensão de linha e nova forma de produto existente. Não emprega metodologia DP formal.	Nova forma de produto existente. Não emprega metodologia DP formal.	Nova forma de produto existente. Não emprega metodologia DP formal.	Nova embalagem para produto existente. Não emprega metodologia DP formal.	Melhorias de qualidade de produto com redução de custo. Emprego de processo formal de DP e plano de <i>marketing</i> .	Extensão de linhas e melhorias de qualidade de produto com redução de custo. Não emprega metodologia DP formal.
Perfil das inovações adotadas	Inovação de produto: novo produto (queijo frescal de leite de búfala).	Não houve nos últimos três anos.	Inovações de produto e de processo: novos produtos (mussarela em bolas embalada com soro e queijo <i>cashew</i>), BPF e PPHO.	Inovações de processo: novas embalagens (fracionamento), implantação das boas práticas de fabricação (BPF) e Procedimentos Padrões de Higiene Operacional (PPHO).	Inovações de processo, organizacional e de <i>marketing</i> : padronizador, tanques de estocagem, redesenho de fluxo, caldeira a gás, automatização (processos intermediários), alterações organograma, uso de propagandas.	Inovações de processo: embaladora a vácuo OBS: novos derivados, equipamentos e projeto para novos produtos, equipamentos empacotamento.
Estratégia tecnológica	"engenharia de aplicação" /imitativa	engenharia de aplicação/ tradicional	"engenharia de aplicação" / Imitativa	"eu também" + "engenharia de aplicação" / imitativa	"eu também" / Tradicional	"seguidor do líder" / Imitativa

Quadro 25 - Descrição das empresas entrevistadas, complexo leite, segmento fabricação de queijo

A Tabela 9 apresenta os valores do ICT e dos macroíndices das queijarias entrevistadas, e a Figura 23 permite a visualização da composição e grau de importância dos macroelementos e do estado de cada empresa. A empresa E-QUE apresentou o maior valor de ICT (0,79), e as empresas B-QUE e A-QUE obtiveram os menores valores de ICT (0,19 e 0,23, respectivamente). A observação dos valores obtidos pelas empresas e o valor médio configuram o conjunto de queijarias como detentor de padrão de CT básico. Os valores dos macroíndices das empresas A-QUE, B-QUE e C-QUE se situaram em valores menores que 0,5. Já nas empresas D-QUE e F-QUE apresentaram ampla variação dos valores dos macroíndices: ora menores que 0,25 ora maiores que 0,7 estes valores oscilaram. Tal comportamento sinaliza um desequilíbrio de esforços, atitudes e recursos que permitiriam a geração de capacidades para a empresa.

Tabela 9 - Valores de ICT e dos macroíndices obtidos pelas empresas de fabricação de queijo entrevistadas

Itens	ICT	Macroíndices				
		IRE	IAT	IPR	IMA	IAA
A-QUE	0,23	0,28	0,32	0,15	0,33	0,13
B-QUE	0,19	0,31	0,33	0,00	0,28	0,06
C-QUE	0,33	0,35	0,38	0,22	0,45	0,42
D-QUE	0,42	0,43	0,72	0,22	0,60	0,42
E-QUE	0,79	0,80	0,79	0,74	1,00	0,63
F-QUE	0,38	0,21	0,80	0,29	0,58	0,32
MÉDIA	0,39	0,40	0,56	0,27	0,54	0,33

Siglas: Índice de Capacidade Tecnológica (ICT), Macroíndice Recursos (IRE), Macroíndice Atualização Tecnológica (IAT), Macroíndice Processos e Rotinas (IPR), Macroíndice Mecanismos de Aprendizagem (IMA) e Macroíndice Articulação e Acessibilidade (IAA)

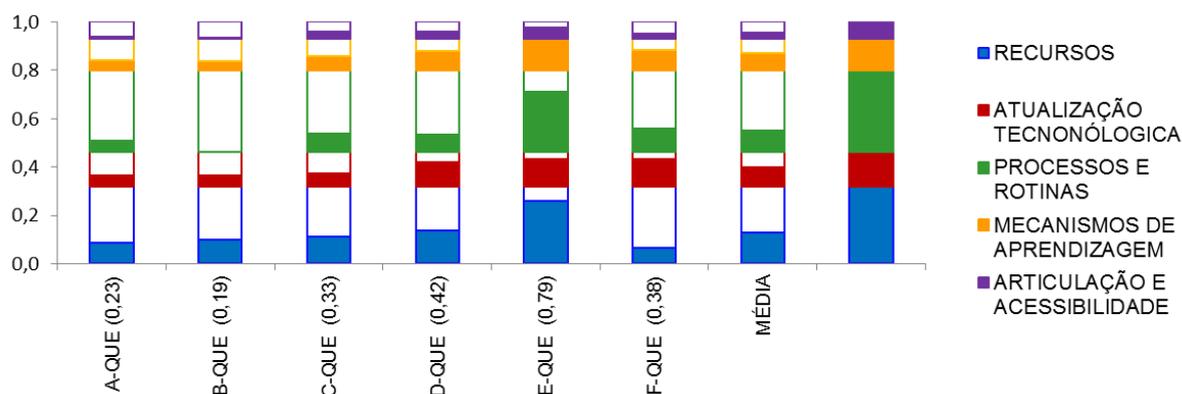


Figura 24 -Valores do ICT e macroíndices obtidos pelas empresas de fabricação de queijo do grupo teste

* O valor do ICT da unidade é apresentado entre parênteses.

Os macroíndices de “Processos e Rotinas” e “Articulação e Acessibilidade” apresentaram os menores valores médios do conjunto (0,27 e 0,33, respectivamente), sinalizando maior fragilidade destes elementos em relação aos demais em análise. No caso do macroíndice “Processo e Rotinas”, com exceção da empresa E_QUE, todas as demais empresas apresentaram valores menores que 0,25 nos indicadores “monitoramento e gestão de projeto” e “engenharia de produto” e nível básico nos indicadores “planejamento e controle” e “engenharia de processo”.

O macroíndice Atualização tecnológica variou de 0,32 a 0,80, com valor médio de 0,56. As empresas A-QUE, B-QUE e C-QUE, micro e pequenas empresas, apresentaram IAT de 0,32 a 0,38, enquanto as empresas D-QUE, E-QUE e F-QUE, empresas médias, apresentaram IAT entre 0,66 e 0,80. A observação dos estados das empresas nos diferentes indicadores considerados no macroíndice sugere que alguns indicadores (“tipo de resfriamento”, “execução de procedimento de padronização”, “automatização do corte/ mexedura”, “tipo de envase” e “tratamento de efluentes”) atuam como elementos de diferenciação entre os grupos.

Ressalta-se a desatenção deste grupo de empresas para ações de estímulo a aprendizagem interna (valor médio de 0,33), de interação com o meio externo (valor médio de 0,21) e com fornecedores e clientes (valor médio de 0,22). Diferentemente da situação do grupo de laticínios anterior, o grupo em análise apresenta um baixo nível de integração com o suprimento de matéria prima leite (média de 0,17), evidenciando fragilidade da relação entre os elos.

A correlação entre os valores do ICT obtidos e o número de inovações tecnológicas relatadas por cada empresa indicam uma correlação forte positiva³⁹ ($r = 0,88$) entre os dois conjuntos de dados.

A Figura 24 apresenta o posicionamento dos valores dos macroíndices obtidos pelas empresas E-QUE e F-QUE, empresas de porte médio, número de funcionários entre 100 - 250 e nível de inspeção federal. Tal ilustração tem o objetivo de refletir sobre a potencialidade de captação de diferenças entre as empresas e a utilidade do instrumento formulado, considerando duas empresas de tamanho e perfis de atuação similares e os valores de ICT ($ICT_{E-QUE} = 0,79$ e $ICT_{F-QUE} = 0,38$) em diferentes padrões de capacidade tecnológica.

As duas empresas apresentaram padrões de atualização tecnológica próximos com diferenciações em termos de pré-processamento e controles. Com exceção ao macroíndice IAT, a empresa F-QUE apresentou valores expressivamente menores nos demais macroíndices com destaque para o macroíndice Recursos. Neste caso, o padrão de intensidade de investimento e de perfil de recursos humanos são bastante distintos entre as empresas.

Especificamente com relação à intensidade de investimento, ressalva deve ser feita ao fato da empresa E-QUE encontrar-se em fase de reestruturação com a abertura de novas linhas de produtos e ampliação da planta industrial, o que resultou em um investimento de 48,5% da receita líquida de vendas nos últimos três anos, em comparação a 8,0% no caso da empresa F-QUE.

Em relação ao conjunto de recursos humanos, enquanto 40% dos funcionários da empresa E-QUE possuem formação técnica ou de nível superior, na empresa F-QUE, somente 10,5% de seus funcionários possuem capacitação formal equivalente. No caso da empresa E-QUE, 9% dos funcionários graduados são qualificados em cursos de engenharia e ciências, enquanto na empresa F-QUE não há nenhum graduado nestas áreas. Na empresa E-QUE, 14% dos funcionários receberam treinamento externo no último ano, e a empresa mantém 0,5% dos funcionários envolvidos em atividades de PD&I. No caso da empresa F-QUE, não houve treinamento externo, e a empresa mantém 0,15% de seus recursos humanos envolvidos em atividades de PD&I.

No que tange ao elemento de Processos e rotinas, a empresa E-QUE (i) realiza planejamento estratégico formal com envolvimento de funcionários e sistema de mensuração de desempenho; (ii) executa previsão de demanda, possui controle de estoques e ERP (formal e informatizado); (iii) efetua monitoramento tecnológico com base na análise de relatórios setorial, revistas especializadas, participação em feiras e seminários e realização de estudos de *marketing*; (iv) executa projeto de viabilidade detalhado, plano de *marketing* e de lançamento de produto; (v) emprega processo formal de DP com fases distintas, integração de áreas/departamentos, uso de pesquisa de *marketing*, ferramentas de desenvolvimento (QFD, FMEA, etc.) e elaboração de plano de lançamento; e (vi)

³⁹ Padrão de escala, segundo Santos (2007), a correlação é considerada moderadamente positiva para valores $0,8 \leq r < 1,0$.

possui sistema de gestão de qualidade com emprego de Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle (APPCC).

Já a empresa F-QUE (i) executa planejamento estratégico formal com envolvimento de funcionários sem existência de um sistema de mensuração de desempenho formal; (ii) realiza previsão de demanda e possui controle de estoques; (iii) realiza monitoramento tecnológico por meio do pessoal de vendas, observações e intuição do proprietário ou pela oferta de fornecedores; (iv) realiza a elaboração de projeto de viabilidade detalhado com participação de pessoal interno e/ou contratação de consultoria; (v) não possui procedimento ou metodologia formal de desenvolvimento de produto; e (vi) adotam boas práticas de fabricação (BPF). As empresas apresentam similaridades em termos de (i) gestão de custos feita com apoio no método de custeio por absorção; (ii) perfil de desenvolvimento de produtos baseado em pequenas modificações, extensão de linha, inovações de *marketing* (fracionamento, alteração de embalagem, etc.) e melhorias incrementais de qualidade de produto; (iii) as ações de melhorias de processo contemplam programa de manutenção preventiva, SAC e ações corretivas e programa formal de melhoria contínua; e (iv) mudanças da forma de organização de trabalho ou de estrutura organizacional/divisão de setores.

Em relação aos mecanismos de aprendizagem, a empresa E-QUE apresenta maior número de ações⁴⁰ de estímulo. Dentre as atividades desenvolvidas pela empresa E-QUE adicionais às implementadas pela empresa F-QUE, tem-se uso de treinamentos externos, contratação de especialistas, usos de grupos de qualidade e resolução de problemas com uso de comitês ou equipes, pautando-se na partilha de soluções, na codificação e especificação de materiais e nas instruções técnicas e ferramentas específicas para projetos. Em relação à interação com o ambiente externo, ambas empresas possuem perfil baseado em compra de bens e serviços, troca de informações com fornecedores e cliente, compra de pacotes tecnológicos e interação com fornecedores em projetos de desenvolvimento de produto. No entanto, a empresa E-QUE possui contratos de longo prazo e programa de desenvolvimento de fornecedor, participação superior em eventos (20 eventos por ano em comparação a dois eventos da empresa F-QUE) e maior acesso a fontes de informação, como consultoria, assinatura ou compra frequente de revistas

⁴⁰ A empresa E-QUE totalizou 18 ações, enquanto a empresa F-QUE apresentou 11 ações.

técnicas ou publicações especializadas e contato com associações de classe/setoriais.

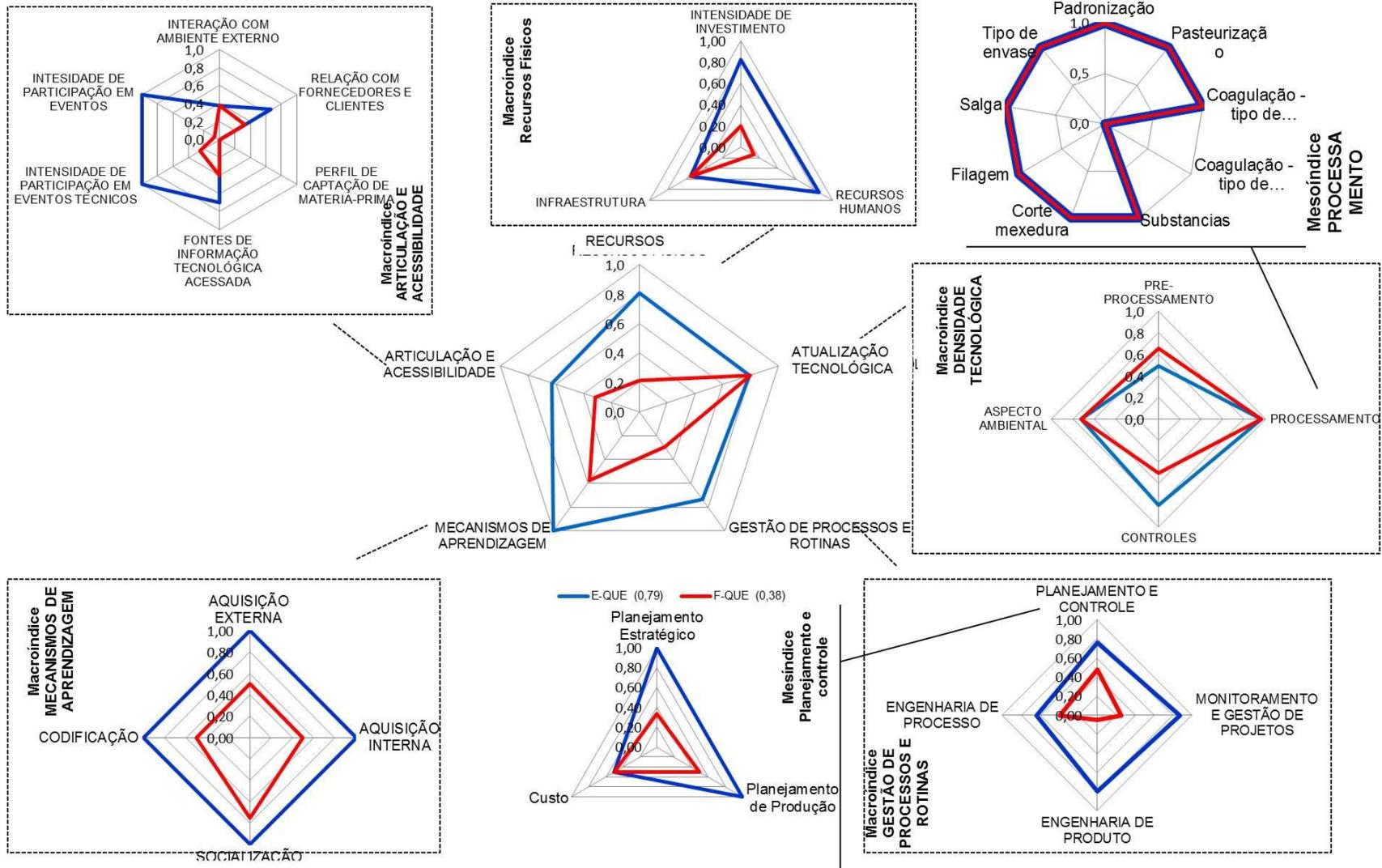


Figura 25 - Macro e mesoíndices do ICT obtidos pelas empresas de fabricação de queijo de porte médio

5.2.2 Principais aspectos da dinâmica tecnológica dos casos estudados nos segmentos leite, leite fluído e queijo

No segmento de produção primária, a quase totalidade das propriedades (93,9%) realizou introdução ou aquisição de equipamentos e tecnologias nos últimos três anos. Inovações de produto foram implementadas nos últimos três anos por 38,4% das unidades, inovações de processo ocorreram em 95,0% das propriedades, e 82,2% e 7,2% das propriedades afirmaram ter implantado inovações organizacionais e inovações de *marketing*, respectivamente. A atividade leiteira tem como característica um uso intensivo de mão-de-obra, e técnicas e procedimentos são aspectos tecnológicos de grande importância para o bom desempenho das atividades. Este perfil justificaria o alto percentual de inovações de processo e organizacionais observados. Além disso, a base das ações do Projeto Balde Cheio concentra-se em tecnologias de processo, como o caso de pastoreio rotacionado, balanço de nutrientes, gestão da informação e sistemas de mensuração de desempenho dentre outras técnicas, o que também colabora para prevalência desses dois tipos de inovação.

As inovações de produto relatadas foram: produto refrigerado com a adoção de tanques de resfriamento impulsionada pela exigência legal e produtos de maior valor agregado (queijos, doces, requeijão e iogurte). No caso de inovações de processo, as práticas de manejo rotacionado de pastagem, a inseminação artificial e o plantio de novo tipo de forragem (nova espécie de forrageira ou cana de açúcar) foram às inovações adotadas mais citadas pelos produtores. A implementação do gerenciamento de informação e de sistemas de avaliação de desempenho com planilhas de controle e alterações na forma de compra de insumos (implantação de compra sob pesquisa de preço, planejamento de compras e compras conjuntas) constituíram as inovações organizacionais de maior adoção. As inovações de *marketing* incluíram o uso de propaganda, a abertura de novo canal de comercialização, a adoção de marca ou logotipo para a propriedade, a alteração de embalagem e de rotulagem e a introdução de selo de certificação.

No caso das empresas de processamento de leite entrevistadas, as unidades apresentaram percentuais de intensidade de investimento em atividades inovativas maiores que os do segmento de derivados de trigo e acima das médias da

PINTEC. Em empresas de leite fluído, o percentual da receita líquida de venda investido em atividades inovativas foi de 5,0% a 48,5%, média de 11,07%. No caso de empresas fabricantes de queijo, houve empresas que não realizaram investimentos até percentuais de 48,5%, com média de 15,3% da RLVe. Em termos de destino do investimento nos diferentes tipos de atividades, observou-se maior diversidade de investimento e de intensidade em diferentes atividades se comparada com as empresas do complexo de trigo, em especial, nas atividades de treinamento e aquisição de outros conhecimentos externos. O investimento em “aquisição de máquinas e equipamentos” também foi o item de maior investimento com médias de 69,2% nas empresas de leite fluído e 52,5% nas queijarias, valores mais próximos aos valores constatados na PINTEC.

O percentual médio de funcionários com formação técnica, graduados e pós-graduados nas empresas de leite fluído foi de 27,8% e de 14,3%, nas queijarias. No caso das queijarias, houve maior presença de técnicos de 2º grau e uma grande maioria de funcionários com nível superior sem formação na área de ciência ou engenharia e sim em áreas administrativas e contábeis. Do ponto de vista de intensidade de treinamentos externos, observa-se uma maior preocupação em proporcionar treinamento externo nas empresas de leite fluído, cuja média de funcionários que realizaram treinamento externo foi de 15,9% em relação às queijarias em que a média foi de 6,2%. Em duas queijarias, nenhum funcionário recebeu qualquer treinamento externo no último ano. Semelhante ao caso das empresas de derivados de trigo, boa parte destes treinamentos são ofertados por empresas fornecedoras, no entanto, houve uma maior ocorrência de treinamentos com enfoque gerencial. O percentual médio anual de rotatividade de funcionários foi de 12,7% nas empresas entrevistadas.

Embora somente uma empresa possua departamento ou cargo/função de PD&I formalizados, a quase totalidade das empresas relata a atuação em atividades de DP e/ou PD&I em tempo parcial. Em geral, este esforço representa de 0,2 a 0,5% do total de empregados da empresa e emprega pessoal vinculado à gerência industrial e/ou de gestão de qualidade. No caso das empresas de leite fluído, na maioria das empresas entrevistadas, quase metade do grupo vinculado a estas atividades possuía nível superior. Já no caso das queijarias, não houve registro de funcionários com nível superior neste grupo em três empresas.

Em termos de estruturação e procedimentos de desenvolvimento de produtos, os seguintes aspectos são observados nas empresas entrevistadas: (i) a grande maioria das empresas não faz uso de metodologias de forma mais estruturada e em níveis mais avançados; (ii) há a ausência de estudos de viabilidade ou elaboração de estudos executados pelo pessoal interno sem a elaboração de plano de *marketing* e/ou de lançamento de produto; (iii) a execução de monitoramento tecnológico tem por base as informações levantadas pelo pessoal de vendas, a percepção do proprietário e/ou a oferta de fornecedores; e (iv) o perfil de desenvolvimento de produto tem foco em pequenas modificações e inovações de *marketing* (fracionamento, alteração de embalagem, etc.) e melhorias incrementais de qualidade de produto. De maneira geral, no grupo de empresas entrevistas nestes segmentos, observa-se baixo uso ou nível básico de procedimentos e rotinas estruturadas, quer seja no intuito de prover habilidade de organização da produção, quer seja em habilidade de análise e implantação de alternativas tecnológicas e de inovação propriamente dita.

Em relação aos mecanismos de estímulo à aprendizagem presentes nas empresas entrevistadas, houve diferenças entre as empresas de leite fluído e de fabricação de queijo. As empresas de leite fluído apresentaram uma maior amplitude de ações de aprendizagem quando comparadas às queijarias. Estas últimas apresentaram poucas ações em termos de aquisição interna, resumidas na grande maioria das empresas por treinamento interno com pessoal interno e de codificação. Ressalta-se que, para empresas deste setor, a exigência de implantação de boas práticas e de APCC é mais contundente, o que as estimulariam a processos de codificação. De maneira geral, observou-se baixo uso de treinamentos de longa duração e baixa interação com clientes no desenvolvimento de produtos e projetos em ambos conjuntos de empresas. Outro aspecto de destaque é a baixa participação em eventos (técnicos ou não) das queijarias, diferente das empresas que produzem leite fluído, em que tal participação é maior.

No segmento leite fluído, a forma de interação das empresas entrevistadas com o ambiente tecnológico está fundada na compra de bens e serviços, na troca de informações com demais agentes, em função das relações comerciais e participação em eventos e na compra de pacotes tecnológicos. Uma das empresas sinalizou ações de desenvolvimento de projeto PD&I, conjuntamente com fornecedor. Já nas micro e pequenas queijarias, o perfil de interação está

focado na compra de bens e serviços e na troca de informações com demais agentes de maneira esporádica. Uma pequena queijaria relatou o envolvimento da empresa em uma rede associativa e em uma relação não formalizada com instituição de ensino. Nas queijarias médias, esta relação contempla, além da compra de bens e serviços e da troca de informações com diversos agentes, a compra de pacotes tecnológicos e as interações com fornecedores relacionadas às adaptações de máquinas e equipamentos e às formulações de produtos ou ajustes de ingredientes.

As principais fontes de informação tecnológica das empresas entrevistadas são: fornecedores, congressos, feiras e exposições realizadas no Brasil, publicações de conteúdo tecnológico, visitas e relacionamentos entre as empresas do setor. Embora a quase totalidade das empresas participe de eventos e os considere como fonte de informação, a intensidade de participação é baixa, limitando-se a uma ou duas participações anuais na maioria dos casos.

No caso de laticínios entrevistados, observam-se três peculiaridades na interação com fornecedores de insumos:

- (i) há uma diversidade de formas de suprimento da matéria-prima leite, desde a integração total da produção, condicionada pelo perfil do produto final (leite tipo A), passando pela relação cooperativada até a compra total em mercado *spot*, efetuada pela grande maioria das queijarias;
- (ii) muito embora, na maioria dos casos, haja um conjunto fixo de produtores fornecedores, não há relações contratuais formais e ações de qualificação e programação de produção, somente controle microbiológico da matéria-prima.
- (iii) no caso dos demais insumos, constatam-se dois perfis de relacionamento: uma relação pautada na pré-seleção de fornecedores e compra, a partir de cotação de preços entre integrantes deste grupo, e um grupo de fornecedores fixos, embora sem contratos formais, vinculados a ingredientes que conferem sabor e identidade ao produto. Esta peculiaridade da produção de alimentos cria relações quase “eternas” entre agentes.

Relativo aos laticínios de maneira geral, a maioria dos esforços das empresas tem focado melhorias incrementais de qualidade com redução de custo. Isto resultou na implantação de processos intermediários não existentes, por exemplo, a clarificação, a padronização e o processo de tratamento térmico UHT, e na ampliação da capacidade e melhoria da eficiência de processo. Tal ampliação e

melhoria ocorrem por meio da aquisição de equipamento de maior volume de processamento e/ou velocidade, automatização de processos intermediários, modernização e automatização de processos de envase e empacotamento, sistemas de limpeza e higienização de menores intervalos de parada de produção e fontes de energia mais baratas.

As alterações em termos de envase pela implantação de linhas que permitam a flexibilização de tamanhos e formatos de embalagens e/ou pela automatização do processo para otimização de mão-de-obra e/ou pela alteração do tipo de acondicionamento de embalagem para transporte merecem destaque. Tais modificações parecem compor a adoção de uma nova lógica de processo produtivo de instalação de uma linha de produção multifuncional que permita gerar produtos diferenciados, por exemplo, linha UHT com produção de leite fluído, achocolatados, sucos e derivados de soja em diversos formatos e tamanhos de embalagens.

As peculiaridades de perecibilidade e periculosidade dos derivados lácteos aliadas às alterações de legislação acabaram por estimular modificações de processo referentes à implantação ou melhorias de sistemas de gestão de qualidade por meio da implantação de BPF, PPHO e APCC. No entanto, chamam a atenção o estágio incipiente da implantação destes sistemas e a baixa capacidade interna de realização de análises da qualidade de leite, geralmente realizadas fora da unidade industrial em laboratórios credenciados pelo Ministério.

Em termos de oferta de produtos no segmento leite fluído, as empresas menores têm ampliado a oferta do *mix* de produto “leite fluído”, incluindo as versões “leite padronizado” e “leite desnatado” em decorrência da introdução de equipamentos de menor investimento e de novos tipos de *design* de embalagem. Algumas destas empresas investiram em novas linhas de produto, especificamente, bebidas lácteas e iogurtes. Já no caso de empresas maiores, somente uma empresa ofertou um novo produto no segmento leite fluído (leite UHT de baixa lactose), pois, nas demais empresas, o foco tem sido a expansão e a reformulação de outros derivados de maior valor agregado.

No caso de queijarias, também é possível fazer distinção de padrão de comportamento, considerando o tamanho das empresas. No caso de empresas menores com oferta somente de produto “queijo”, o direcionamento para novas apresentações do produto é mais recorrente. Já em empresas maiores, a tônica tem sido (i) a expansão para outros derivados (iogurte, bebidas lácteas, leite fluído UHT,

creme de leite, etc.), (ii) a reformulação de produtos existentes (reformulação de sabores de bebidas lácteas e iogurte), (iii) o fracionamento de produto e (iv) os novos *designs* de embalagens. Para uma destas empresas, o produto “queijo” é secundário e mantido para absorver matéria-prima de menor qualidade ou para equilibrar oscilações de volume de oferta de matéria-prima, não havendo, por parte da empresa, investimentos em termos de melhorias de processo ou novos produtos. Em outra empresa, com um século de fabricação de queijos e com amplo mix de oferta, as alterações têm sido em sua grande maioria inovações de *marketing*, quer seja pelo uso de novos tipos embalagens, pelos *designs de embalagens* diferenciados por segmentação de mercado ou pelo fracionamento de produtos.

Alterações de organograma das empresas com a criação de funções ou de departamentos relacionados à gestão industrial, ao controle e gestão de qualidade, à gestão ambiental e à P&D são observadas.

O Quadro 26 sistematiza as principais alterações de produto, de processo, organizacionais e de *marketing*, relatadas pelos laticínios entrevistadas, por segmento de produto, leite fluído e queijo.

Inovação	Leite fluído	Queijo
Inovações de produto	<ul style="list-style-type: none"> - Ampliação do tipo de leite (desnatado, padronizado, baixa lactose); - Expansão para outros derivados (iogurte, bebida láctea UHT, creme de leite); - reformulação de produto existente (novos sabores de iogurte e bebidas). 	<ul style="list-style-type: none"> - novo produto: queijo frescal de leite de búfala, mussarela em bolas embalada com soro e queijo <i>cashew</i>; - expansão para outros derivados (iogurte, bebida láctea UHT, leite fluído UHT de baixa lactose, creme de leite); - reformulação de produto existente (novos sabores de iogurte e bebidas).
Inovações de processo	<ul style="list-style-type: none"> - Compra de equipamento e implantação de processo: clarificador, pasteurizador, UHT direta, misturadores de pó; - Compra de equipamento para ampliação de capacidade: e melhoria de eficiência: câmara de resfriamento, tanques de estocagem, padronizador, homogeneizador; - Novos equipamentos de empacotamento / linha de envase e encaixotadeira; - Sistema de limpeza CIP⁴¹ (<i>cleaning in place</i>); - Automatização de processo: processos intermediários, empacotamento e controles; - Implantação ou melhoria de sistemas de gestão de qualidade: BPF; - Novas fontes de energia: caldeira de gás. 	<ul style="list-style-type: none"> - Compra de equipamento e implantação de processo: padronizador; - Compra de equipamento para ampliação de capacidade: tanques de estocagem; - Automatização de processos: processos intermediários; - Melhoria processo de envase: embaladora a vácuo; - Novas fontes de energia: caldeira de gás; - Implantação ou melhoria de sistemas de gestão de qualidade: BPF e PPHO.
Inovações organizacionais	<ul style="list-style-type: none"> - redesenho de fluxo da planta com a instalação de nova linha de produto; - contratação de consultoria em engenharia de alimentos; - alterações de organograma (industrial, controle, gestão de qualidade, gestão ambiental, P&D). 	<ul style="list-style-type: none"> - redesenho fluxo da planta industrial; - alterações organograma (industrial, controle, gestão de qualidade, gestão ambiental, P&D).
Inovações de marketing	<ul style="list-style-type: none"> - novo segmento de mercado/ reposicionamento de mercado; - uso de propaganda televisiva. - fracionamento de produto/ nova embalagem; - novo <i>layout</i> de marca e <i>design</i> de embalagens. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fracionamento de produto/ nova embalagem; - uso de propagandas.

Quadro 26 _ Principais inovações observadas nas empresas entrevistadas dos segmentos leite fluído e queijo

5.3 Considerações sobre a aplicação do ICT e síntese de informações

⁴¹ Método usado em plantas de processamento para limpar tanques, tubulação e áreas de trabalho entre bateladas de produção, sem relocação ou desmontagem pela recirculação automática de detergente e soluções de enxágue.

Na Tabela 10 apresentam-se os valores obtidos pelos ICT e macroíndices calculados. Observa-se que a maioria das unidades agrícolas e empresas apresentam valores menores a 0,5. O macroíndice Processo e rotina obteve a menor média em todos os segmentos considerados. De maneira geral, a arquitetura utilizada na construção dos índices propostos permite captar diferenças interempresariais em termos de desempenho de capacidade tecnológica. As evidências sugerem que as empresas que obtiveram maiores valores de ICT apresentam equilíbrio entre os diferentes elementos considerados, melhor estruturação e desempenho no âmbito operacional, organizacional e relacional. Relações positivas de correlação entre o valor do ICT obtido pelas empresas e o número de inovações tecnológicas implementadas relatadas pelas empresas foram observadas.

Tabela 10 - Valores de ICT e dos macroíndices obtidos pelas empresas de fabricação de queijo entrevistadas

Itens	ICT	Macroíndices				
		IRE	IAT	IGPR	IMA	IAA
TRIGO-GRÃO						
% 0 < I ≤ 0,25	5,0	25,0	0,0	15,0	0,0	0,0
% 0,25 < I ≤ 0,5	70,0	50,0	45,0	75,0	55,0	55,0
% 0,5 < I ≤ 0,75	25,0	25,0	55,0	10,0	30,0	40,0
% 0,75 < I ≤ 1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	5,0
MÉDIA	0,44	0,38	0,49	0,31	0,60	0,47
MOAGEM						
A-MO (0,26)	0,26	0,17	0,39	0,22	0,39	0,33
B-MO (0,52)	0,52	0,52	0,59	0,48	0,60	0,30
C-MO (0,42)	0,42	0,31	0,45	0,48	0,54	0,48
D-MO (0,68)	0,68	0,53	0,61	0,88	0,84	0,48
E-MO (0,74)	0,74	0,79	0,61	0,61	1,00	0,77
MÉDIA	0,52	0,46	0,53	0,53	0,67	0,47
MASSAS						
A-MA	0,57	0,52	0,93	0,53	0,44	0,39
B-MA	0,39	0,39	0,70	0,27	0,29	0,19
C-MA	0,76	0,62	0,93	0,86	0,81	0,77
MÉDIA	0,45	0,48	0,52	0,35	0,44	0,46
LEITE – MATÉRIA-PRIMA						
% 0,00 < I ≤ 0,25	5,0	3,9	3,3	18,9	6,1	6,1
% 0,25 < I ≤ 0,50	58,3	51,7	35,6	70,0	68,3	50,0
% 0,50 < I ≤ 0,75	35,6	42,8	59,4	8,3	25,0	42,2
% 0,75 < I ≤ 1,00	1,1	1,7	1,7	2,8	0,6	1,7
MÉDIA	0,45	0,48	0,52	0,35	0,44	0,46
LEITE FLUÍDO						
A-FLU	0,35	0,28	0,44	0,30	0,38	0,38
B-FLU	0,44	0,50	0,52	0,25	0,49	0,34
C-FLU	0,45	0,39	0,48	0,42	0,56	0,43
D-FLU	0,77	0,68	0,83	0,75	0,96	0,55
E-FLU	0,69	0,56	0,85	0,54	0,89	0,70
MÉDIA	0,54	0,48	0,62	0,45	0,66	0,48
QUEIJO						
A-QUE	0,23	0,28	0,32	0,15	0,33	0,13

B-QUE	0,19	0,31	0,33	0,00	0,28	0,06
C-QUE	0,33	0,35	0,38	0,22	0,45	0,42
D-QUE	0,42	0,43	0,72	0,22	0,60	0,42
E-QUE	0,79	0,80	0,79	0,74	1,00	0,63
F-QUE	0,38	0,21	0,80	0,29	0,58	0,32
MÉDIA	0,39	0,40	0,56	0,27	0,54	0,33

A análise dos baixos valores obtidos nos índices ICT fomenta a discussão sobre o grau de importância da tecnologia como fator direcionador da competitividade do setor agroindustrial. Ou seja, fatores como estrutura de mercado (grau de concentração de vendedores e de compradores, grau de diversificação e barreiras à entrada), perfil de oferta e preço de matéria-prima, perfil de demanda e vantagens de localização podem ser direcionadores de maior importância para o setor agroindustrial de alimentos em termos de competitividade.

O exercício de aplicação dos modelos formulados demonstrou potencialidade do instrumento em termos de distinção entre as empresas e de geração de informações para identificação de gargalos e oportunidades de melhoria para a empresa e para o grupo em análise. A geração de tal informação pode ser considerada o ponto forte do modelo proposto, na medida em que além de fornecer um valor agregado que posiciona a empresa frente a um ponto ideal⁴² é possível identificar os possíveis pontos que permitam melhorar as habilidades da empresa em termos de capacidade tecnológica.

A observação dos valores do ICT obtidos pelas empresas entrevistadas demonstra um perfil deficitário das empresas na gestão da tecnologia e da inovação. Como características similares observadas nestas empresas, pode-se citar:

- (i) baixo investimento em atividades inovativas;
- (ii) carência de profissionais habilitados ou com qualificação específica;
- (iii) ausência de direcionamento da empresa no estabelecimento de papel/função/estrutura de P&D e de *marketing*;
- (iv) uso de tecnologias amadurecidas ou em vias de amadurecimento, tendendo muito mais a seguir tendências do que a inovar;

⁴² Uma empresa com valor de ICT igual a 1,00 pode ser definido como uma empresa ideal, uma vez que todos os seus indicadores teriam o valor máximo possível.

- (v) estruturação precária de ações de planejamento, gestão de qualidade, monitoramento e aplicação de métodos e técnicas de desenvolvimento de produtos e processo;
- (vi) pouca preocupação com a consolidação de mecanismos que permitam a aquisição, a socialização e a codificação de conhecimentos;
- (vii) interações restritas com o ambiente externo.

A sistematização das informações coletadas nas entrevistas também permite algumas constatações do ponto de vista da dinâmica dos segmentos.

No caso do segmento agropecuário, poder-se-ia dizer que o setor mantém fortes relações de dependência com fornecedores especializados da indústria, como os da indústria de sementes, de colheitadeiras e equipamentos, já mencionadas pela literatura. A realidade das unidades agrícolas entrevistadas confirma a importância da difusão e da melhoria das capacidades tecnológicas para este elo. Chama a atenção que, em diversos elementos tecnológicos do processo produtivo propriamente dito, boa parte das propriedades apresentaram níveis considerados insuficientes ou básico, e que grande parte das inovações implantadas se configuraram como tecnologias consagradas a mais de meio século, por exemplo, o pastoreio rotacionado e a inseminação artificial.

No segmento de processamento industrial, também é notória a incorporação de desenvolvimento tecnológico procedente de outros setores industriais, especialmente no caso de inovações de processo, advindo da indústria de bens de capital e da indústria química. As operações unitárias de fabricação de produtos alimentícios são mais ou menos conhecidas há muitos anos. Grande parte das mudanças tecnológicas observadas diz respeito ao aumento de velocidade de processamento, à integração de etapas para estabelecimento de linhas contínuas, aos equipamentos que permitam a flexibilidade e multifuncionalidade para ampliação do *mix* de produto ofertado, às automatizações para redução de uso de mão-de-obra e para redução de tempos de parada. No caso de insumos, observam-se alterações no intuito de ampliação de conservação do alimento (aditivos, conservantes e embalagem), enriquecimento do alimento em termos de nutrição e saúde e encurtamento de ciclo de produção.

Mais do que produtos novos para o mercado, nas empresas entrevistadas, encontrou-se a expansão de oferta de novas versões do produto-base ou a extensão para linha de produtos com maior valor agregado.

Outro aspecto que vale ser destacado como particularidade para este setor é a importância do aspecto qualidade (exigências higiênico-sanitária e enquadramento às regulamentações e às normas-padrão referentes aos mercados) e a interligação entre os elos, em especial, o de produção primária e de distribuição. Estas duas peculiaridades se configuram como fatores motores de implementação de alterações e resultam em grande parte em inovações de processo/organizacionais. Embora a observação dos estágios declarados pelas empresas na variável gestão de qualidade esteja em níveis insuficientes ou básicos, observa-se que parte das empresas realizou a incorporação de procedimentos de garantia de qualidade higiênico-sanitária/identidade via implantação de BPF, POHP, APPCC e/ou certificações/rastreabilidade, fato impulsionado, em grande parte, em decorrência de alterações ocorridas na legislação. Adicionalmente, considerando os valores e os coeficientes de variação obtidos no macroíndice Atualização tecnológica sugerindo uma possível uniformidade entre as empresas na incorporação de tecnologias operativas, pode-se dizer que o nível de barreiras tecnológicas é baixo ou o acesso às alternativas tecnológicas é uniforme. Neste sentido, os processos e rotinas, gestão e organização interelos e a interrelação com o meio tornam-se aspectos importantes na acumulação de capacidade diferenciadora entre grupo de empresas ou regiões.

De maneira geral, observa-se a ausência de profissionais habilitados ou com qualificação específica nas empresas, o baixo percentual de RH que participa de treinamentos externos, os altos percentuais de rotatividade e a pouca atenção a mecanismos de aprendizagem. Tal situação tende a minimizar as soluções de otimização da produção e de excelência de qualidade do produto em decorrência da carência de princípios de ciência básica e aplicada e da acumulação de aprendizagem no cerne da empresa.

As funções de desenvolvimento de produto e processo nestas empresas são executadas, na maioria dos casos, pelo proprietário do negócio e por RH com pouca especialização em tempo parcial e em caráter esporádico. Observa-se uma grande participação dos fornecedores neste processo de desenvolvimento tecnológico em uma espécie de “terceirização da função”. Embora esta característica

de dependência de outros setores já seja explicitada na literatura em decorrência de capacidades que estão fora do escopo das empresas produtoras de alimentos, este perfil tem sido estimulado pela abordagem conduzida por estas empresas fornecedoras e, em parte, por limitações de capital.

Em relação à intensidade de investimento, um aspecto a ser mencionado diz respeito à vinculação entre a fase do ciclo de vida da empresa, a intensidade de investimento e o perfil de distribuição entre os tipos de atividades inovativas. Com relação à fase de evolução da empresa, considerando as empresas entrevistadas e sua situação atual e histórica, seria possível agrupá-las em três momentos: (i) momento inicial de implantação do negócio, construção da planta e desenvolvimento de habilidade de produção, (ii) momento de aumento da capacidade produtiva com ampliação e aquisição de novos equipamentos e (iii) momento em que além do aumento da capacidade de produção se observa uma preocupação com a diversificação do mix de produtos com avanço em produtos de segundo processamento ou de maior valor agregado e/ou agregação de outros produtos via terceirização, implicando na absorção de diferentes capacidades tecnológicas e um maior grau de complexidade da empresa. Estes três momentos implicam em maiores percentuais de investimento por parte das empresas, como em duas queijarias que se encontravam no terceiro momento e apresentaram intensidade de investimento entre 20,00 e 48,5%. Outro condicionante vinculado ao ciclo de vida da empresa está relacionado ao foco nos tipos de atividades inovativas. Empresas que se encontram entre estes três grandes momentos parecem apresentar maior dispersão em termos de atividades inovativas realizadas e destinar parcelas mais substanciais para atividades de treinamento e aquisição de conhecimento, como no caso de quatro queijarias entrevistadas.

Na maioria destas empresas, a decisão de inovar e o processo de geração ou implantação são de responsabilidade do proprietário. No entanto, observa-se um movimento de alteração de organogramas das empresas com institucionalização de funções específicas de gestão de qualidade e DP, P&D e de *marketing*.

O perfil de desenvolvimento do produto e da estratégica tecnológica utilizada parece estar condicionado pela atividade agroindustrial, pelo tamanho da empresa/limitação de capital e por seu ciclo vida. A observação da prevalência de extensões, o reposicionamento, as reformulações e as novas embalagens dentro de

uma linha nas empresas entrevistadas podem estar associadas ao perfil da especificidade do saber fazer de grande parte das indústrias brasileiras, originárias de um ofício familiar, e das estratégias tecnológicas baseadas em uma capacidade de produção superior e controle de custos e em modificações do produto para atender necessidades de consumidores específicos em um mercado maduro.

Os fornecedores e os concorrentes, no caso da indústria, e a assistência técnica e a mídia, no caso agropecuário, são as fontes de informação para inovação mais citadas nas entrevistas. As interações entre indústria e centros de pesquisa, observadas em alguns das empresas entrevistadas, têm pautado sua atuação na área de treinamento, na resolução de problemas de processo esporádicos ou como fonte de informação.

Outra situação interessante encontrada está relacionada à formação de parcerias para ampliação do portfolio de produtos no caso de pequenas e médias empresas, situação mais comum no segmento de distribuição ou em alguns setores, como o têxtil. A empresa passa a ofertar um novo produto que é produzido por outra empresa que tem domínio da capacidade tecnológica de produção do mesmo, a qual a empresa não possui.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, são apresentadas algumas conclusões sobre as questões de pesquisas, a aplicabilidade do modelo proposto e os aspectos da dinâmica dos segmentos focalizados, bem como as limitações do estudo e as sugestões para pesquisas futuras.

6.1 Conclusões

A capacidade tecnológica tem importante papel na obtenção da eficiência e eficácia do processo produtivo e no grau de inovatividade de uma empresa, pois está associada às habilidades e conhecimentos das empresas para absorver, usar, adaptar, desenvolver e transferir tecnologias. Sua natureza de caráter difuso e tácito, bem como a multidimensionalidade por ela abrangida e a interdependência com o perfil da atividade produtiva, impõe dificuldades na identificação de elementos que materializem o conceito e, conseqüentemente, permitam sua mensuração, como demonstrado no escopo deste trabalho.

Esta tese considera capacidade tecnológica como sendo um conjunto de esforços, de habilidades (operativas, organizacionais e relacionais) e de conhecimentos ancorados num constante fluxo de aprendizagem necessários para absorção, uso, adaptação, desenvolvimento e transferência de tecnologias. Na literatura, observam-se proposições de estruturas de mensuração de CT. Este trabalho, sem pretender dar a palavra final, propõe-se um modelo de índice para mensuração da CT, como uma construção de segunda ordem que contempla multidimensões (operacional, organizacional e relacional) e individualiza aspectos da atividade produtiva em foco, através de elementos de tecnologia de processo propriamente dito e do conjunto de ponderações dos elementos que compõe o índice para cada segmento em estudo. O modelo propõe que a identificação do estágio de capacidade tecnológica de uma empresa seja realizada por meio da

análise de cinco conjuntos de fatores: recursos, atualização tecnológica, processos e rotinas, mecanismos de aprendizagem e articulação e acessibilidade.

De maneira geral, a arquitetura utilizada na construção dos índices propostos permite captar diferenças interempresariais em termos de desempenho de capacidade tecnológica. O exercício de aplicação dos modelos formulados demonstrou potencialidade do instrumento em termos de distinção entre as empresas e de geração de informações para identificação de gargalos e oportunidades de melhoria para a empresa e para o grupo em análise. A amplificação da aplicação do índice a um conjunto maior de unidades, como apresentado no caso do segmento pecuário de produção de leite, pode captar diferenças de dinâmica tecnológica entre perfis de propriedades e entre regiões, bem como identificar os elementos diferenciadores.

As evidências sugerem que as empresas que obtiveram maiores valores de ICT apresentam equilíbrio entre os diferentes elementos considerados. Relações positivas de correlação entre o valor do ICT obtido pelas empresas e o número de inovações tecnológicas implementadas relatadas pelas empresas foram observadas.

A construção de gráficos de saída de desempenho específico por macro ou mesoíndices permitiu a visualização dos gargalos e de áreas-chave para possíveis ações de melhorias a serem efetuadas. Este tipo de apresentação tem aplicação gerencial para a empresa ao permitir a identificação de elementos que estão próximo a nível mínimos ou abaixo da média das demais empresas. Também é útil a os agentes públicos para reflexão sobre o processo de difusão de tecnologias, por meio da observação do perfil de adoção de tecnologia no macroíndice atualização tecnológica, e sobre áreas deficitárias por meio da observação dos indicadores que apresentam os menores valores do grupo. Para exemplificação, o macrolemento “Processos e rotinas” apresentou o menor valor médio em quatro dos seis segmentos estudados e seu coeficiente de variação demonstra uma heterogeneidade entre as empresas. Tal situação indica certo grau de desatenção com procedimentos de coordenação entre os recursos e precariedade de rotinas que permitem ampliar e consolidar capacidades de absorção, operativas e de suporte/direção, como o monitoramento tecnológico, a engenharia de produtos e processos, dentre outros. Outro exemplo diz respeito à análise de elementos de tecnologia operativa, por exemplo, o grupo de propriedades

produtoras de trigo entrevistadas apresentou fragilidades com o baixo uso de parâmetros climáticos e de sistemas de alerta no controle de doenças de trigo, a reduzida presença de equipamentos que melhorem a eficiência de execução de operações de manejo, como pulverizador autopropelido e mecanismo de taxa variável e a ausência de segregação de produto e de implantação de sistemas integrados de produção.

Por meio deste instrumental proposto, também é possível identificar comportamentos no conjunto do segmento ou do grupo, como no caso do grupo de empresa de moagem. Neste grupo, o perfil de atualização tecnológica apresentou homogeneidade entre as empresas que pode estar relacionada a certa estagnação do processo tecnológico ou ampla difusão de tecnologias operativas. Este grupo também pode ser caracterizado por: baixo dispêndio em atividades inovativas; baixo perfil de capacitação de recursos humanos; escassa estruturação da gestão de processo e rotinas; e deficiência de aspectos vinculados a capacidades em gestão de qualidade e de controle de processo.

O julgamento de validade de um índice e da escolha de suas variáveis deve considerar aspectos que envolvem a base conceitual, sua operacionalidade e a garantia de aplicabilidade como apontados na revisão bibliográfica. Ou seja, sua arquitetura conceitual deve permitir a representação do fenômeno de maneira precisa, sua execução deve prezar a qualidade da informação e seus resultados devem alcançar sua finalidade e conferir longevidade ao instrumental. Tomando por base estes três requisitos para analisar o ICT proposto, as seguintes considerações podem ser feitas:

- (a) Confiabilidade téorica. Os elementos que compõe o ICT são oriundos de pesquisa bibliográfica e pesquisa observacional junto a especialistas vinculados ao segmento em análise. Primou-se pela incorporação de elementos citados como base do conceito ou fatores condicionantes, embora existam poucos trabalhos na literatura que estabelecem a relação de causa-e-efeitos entre variáveis e o fenômeno;
- (b) Confiabilidade instrumental/ consistência metodológica. Em função da característica multidimensional e o caráter difuso e tácito que envolve o conceito de CT e uma relação com o perfil da atividade produtiva, elegeu-se uma estrutura hierárquica em árvore com o estabelecimento de um conjunto de pesos específicos para cada segmento analisado. Não houve a realização

de testes de sensibilidade para avaliação do instrumental o que impõe fragilidade do mesmo em termos de confiabilidade instrumental

- (c) Confiabilidade de campo (facilidade de acesso a informações, qualidade da informação e consistência dos dados). O desenvolvimento do modelo de mensuração primou pela definição de variáveis de perfil quantitativo, evitando variáveis que usassem conceitos subjetivos como alta, medio, baixo para expressar estado de um determinado elemento. O índice possui uma grande quantidade de indicadores, o que pode dificultar a operacionalização de coleta de dados, mas são informações pontuais de fácil resposta. No entanto, alguns dados, em decorrência do grau deficitário de organização das empresas, são de baixa acurácia como no caso do % de investimento em atividades inovativas em termos de receita líquida.
- (d) Aplicabilidade (relevância, comparabilidade e sensibilidade). O ICT desenvolvido tem como ponto de maior relevância sua faceta gerencial como instrumental para análise da unidade e seus pontos fracos. O índice possui restrições no que tange a comparabilidade entre segmentos já que há especificidades em termos de dinâmica tecnológica que limitam as comparações entre setores e segmentos, assim como , o foco do desenvolvimento do ICT pautou-se em comparações entre empresas de um mesmo perfil de atividade produtiva dentre das mesmas condições macroeconomicas e de politicas de publicas. Parte das variáveis cotemplam o estabelecimento de patamares tecnológicos avançados e isto, além de restringir a análise para as condições brasileira (tecnologia disponível no território nacional) também tem implicações de longo prazo, necessitando de adequação dos descritores das variáveis categóricas com a evolução da tecnologia.

Quanto aos objetivos específicos estabelecidos na pesquisa:

- (1) Identificar os elementos e as variáveis para composição do índice

Os primeiros resultados gerados pela pesquisa se relacionam ao referencial bibliográfico estudado. Foram percorridas fontes de bibliografias referentes à inovação, dinâmica tecnológica, capacidade tecnológica e modelos de mensuração de capacidade tecnológica. A realização de entrevistas com profissionais ligados aos segmentos estudados permitiu ampliar o escopo do

conhecimento da dinâmica dos segmentos e compor um conjunto de variáveis mais específicos, em especial, vinculados a atualização tecnológica. Com base nestas duas atividades identificou-se o conjunto de variáveis que compõe o modelo de índice proposto.

(2) Estabelecer a arquitetura do índice e seu modelo de cálculo

Com base no conjunto de elementos e variáveis definiu-se uma arquitetura de índice e sua forma de operacionalização como demonstrado no capítulo quatro.

(3) Realizar a validação do modelo, testes e a análise crítica dos índices

Foram realizadas entrevistas que permitiram a aplicação do modelo proposto, relatadas no capítulo cinco, e procedeu-se a análise crítica da proposta baseada nos critérios de base conceitual, operacionalidade e a garantia de aplicabilidade. Não foram realizadas análises de sensibilidade do modelo.

(4) Sistematizar informações sobre a dinâmica tecnológica das cadeias produtivas agroindustriais que foram base para a formulação do modelo

Com base nas entrevistas com propriedades agrícolas e empresas e com base no índice calculado para cada empresa foram sintetizadas informações do comportamento dos grupos nos decorrer do capítulo cinco.

6.2 Limitações do estudo

As principais dificuldades encontradas na obtenção e no cálculo dos índices foram:

- a) dificuldade na identificação e na hierarquização dos descritores (níveis de alternativas tecnológicas) que compõem os indicadores de tecnologia operativa e de materiais em função de contextos regionais de aplicação da tecnologia e de aspectos relacionados à escala de produção *versus* tecnologia e tecnologia avançada *versus* qualidade do produto;
- b) número de aplicações reduzido (entrevistas por segmento) que permitisse a seleção de um conjunto de variáveis essenciais, por meio de análise de componente, por exemplo, simplificando o índice formulado;

- c) receio das empresas em divulgarem informações consideradas estratégicas ou que pudessem se constituir em evidência para ações do fisco, resultando em dificuldades de agendamento de entrevista ou precisão de informações;
- d) dificuldades por parte dos entrevistados em estimar valores relacionados, por exemplo, a percentuais de investimento por tipo de atividades inovativas, tempo dedicado a atividades de PD&I, perfil educacional de empregados dentre outros, bem como percepção equivocada sobre nível da situação apresentada pela empresa;
- e) dificuldade dos entrevistados no entendimento de alguns conceitos e desconhecimento de tecnologias existentes;
- f) dificuldade para implementação de análises de julgamento de valor entre os elementos que compõem o índice para construção dos pesos;

O instrumento de mensuração apresenta limitações que devem ser observadas ao se considerar os resultados:

- A arquitetura proposta contempla um conjunto de indicadores, de acordo com o referencial consultado e com as alternativas tecnológicas disponíveis atualmente, e que, eventualmente, poderá ser ampliado ou modificado pela incorporação de novos fatores ou novas ofertas tecnológica;
- A natureza da informação buscada não predispõe o uso de uma escala com níveis de mensuração mais precisos, estando limitada ao uso de escalas nominais ou ordinais;
- A dificuldade em avaliar a validade do índice pelo número restrito de aplicações e também pelo grau de complexidade do fenômeno ou de informações de causa e efeito que permitissem a seleção de elemento e indicadores significantes
- A natureza limitada de um índice em prover toda a informação necessária aos usuários e em conduzir a conclusões simplistas e possíveis distorções em decorrência do embasamento conceitual adotado. Neste sentido, o índice tem limitações na generalização e nas comparações entre segmentos, mas pode ser usado como ferramenta inicial no processo de monitoramento e avaliação de desempenho das empresas.

- Não realização de teste de sensibilidade para conferir maior robustez ao modelo proposto.

Dadas suas limitações amostrais, os resultados obtidos em termos de valores e comportamentos dos segmentos não pode ser generalizado para o conjunto dos segmentos analisados. Porém, o intuito de aprofundar o entendimento do conceito, a capacidade tecnológica, a sua forma de mensuração e a construção de ferramental que auxilie no diagnóstico e monitoramento do fenômeno no âmbito da empresa podem ser considerados como contribuições do presente trabalho.

6.3 Sugestões para pesquisas futuras

A seguir, são apresentadas algumas sugestões de ações futuras:

- (a) Refinamento dos elementos e das variáveis, buscando construir um conjunto menor de elementos, porém capaz de diferenciar os estágios entre as empresas;
- (b) Aperfeiçoar a ponderação dos pesos dos itens que compõem os índices com a realização de painéis com especialistas;
- (c) Expansão do número de aplicação do índice nos segmentos estudados para obter uma maior robustez de informações dos segmentos e da aplicabilidade do modelo;
- (d) Elaboração de modelo para outros segmentos do complexo agroindustrial;
- (e) Proposição de modelo de análise da capacidade tecnológica setorial que englobe, além das características inerentes à análise das aptidões das empresas individualmente, aspectos que qualifiquem o perfil setorial com os aspectos ligados ao perfil de interrelações entre as empresas e os agentes, o fluxo de informações tecnológicas, o grau de formação ou o estímulo à formação de redes e de coordenação, a atuação dos agentes e das políticas específicas, as condições de apropriabilidade, dentre outros;
- (f) Aplicação de outros modelos matemáticos de agregação, como o método *fuzzy*, a programação por metas, dentre outros.

REFERÊNCIAS

ABETTI, P. A. Technology: a key strategic resource. **Management Review**, Texas, v. 78, n. 2, p. 37-41, 1989.

ADLER, P.S.; SHENBAR, A. Adopting your technological base: the organizational challenge. **Sloan Management Review**, Cambridge, v. 32, p.25-37. 1990.

ALFRANCA, O.; RAMA, R.; Von TUNZELMANN, N. Competitive behavior, design and technical innovation in food and beverage multinationals. **International Journal of Biotechnology**, Cambridge, v. 5, n. 3/4, p. 222-248, 2003.

ALVES, F.C.; BOMTEMPO, J. V.; COUTINHO, P. L. A. Competências para inovar na indústria petroquímica brasileira. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 4, n. 2, p. 301-327, jul./dez. 2005.

ARCHIBUGI, D.; COCO, A. A new indicator of technological capabilities for developed and developing countries (ArCo). **World Development**, Oxford, v. 32, n. 4, p. 629–654, 2004.

ARCHIBUGI, D.; COCO, A. Measuring technological capabilities at the country level: a survey and a menu for choice. **Research Policy**, Amsterdam, v. 34, n. 2, p. 175–194, 2005.

ARIFFIN, N., FIGUEIREDO, P. N. Internationalisation of innovative capabilities: counter-evidence from the electronics industry in Malaysia and Brazil. In: DRUID SUMMER CONFERENCE, 2003, Copenhagen. **Proceedings....** Copenhagen: DRUID, 2003. Disponível em: <http://www.druid.dk/conferences/summer2003/papers/ARIFFIN_FIGUEIREDO.pdf>

ARUNDEL, A. *et al.* **The future of innovation measurement in Europe**: concepts, problems and practical directions. Oslo: NIFU STEP, 1998. 136 p (IDEA Paper Series, n. 3). Disponível em: <<http://www.step.no/old/Projectarea/IDEA/Idea3.pdf>>, Acesso em: 23 fev. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO TRIGO. **Situação do mercado**. Disponível em: <http://www.abitrigo.com.br/situacao_de_mercado.asp>. Acesso em: 16 mar. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO. **Principais Indicadores econômicos da indústria de alimentos**. São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.abia.org.br/vst/eco/FichaTecnica.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MASSAS ALIMENTÍCIAS. **Estatísticas**. Disponível em: <http://www.abima.com.br/est_mnacional.html>. Acesso em: 10 fev. 2010.

AZEVEDO, P. F. Comercialização de produtos agroindustriais. In: BATALHA, M. O. (Coord.). **Gestão Agroindustrial**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007. p. 63-112.

BANCO DO BRASIL. Diretoria de Agronegócios. Evolução histórica do crédito rural. **Revista de Política Agrícola**. Brasília, v. 13, n. 4, p. 10-17, out./nov./dez. 2004.

BARBOSA, O. G.; CAROT E. Capacidade tecnológica em pequenas e médias empresas. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 28, n. 2, p. 50-63, abr./jun. 1993.

BARBOZA, R. A. B. **Indicadores de sustentabilidade na área de emprego**: uma caracterização para o monitoramento de políticas públicas locais. 2003. 149f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

BARNEY, J. B. Firm resources and sustained competitive advantage. **Journal of Management**, Stillwater, v. 17, n. 1, p. 99-120, 1991.

BARRÉ, R. **The emergency of “positioning indicators”**: towards a European STI Indicators Platform (ESTIP)? Paris: Carré des Sciences, 2006. Disponível em: <www.prime-noe.org/Local/prime/dir/.../ESTIP_position_paper_V1.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2009.

BARRÉ, R.; FILLIATREAU, G.; LEPORI, B. New perspectives for the design and production of S&T indicators. In: PRIME THIRD ANNUAL CONFERENCE, 2007, Pisa. **Paper presented at the...** Disponível em: <<http://www.primenoe.org/Local/prime/dir/Annual%20Conference/2007%20Annual%20Conference/Position%20Papers/Position%20Paper%20-%20Indicators.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

BARROS, F.L.A.; LIMA, J.R.F.; FERNANDES, R.A.S. Análise da estrutura de mercado na cadeia produtiva do leite no período de 1998 a 2008. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 8, n. 2, p. 177-198, mai./ago. 2010.

BATALHA, M. O.; SILVA, A. L. Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições, especificações, especificidades e correntes metodológicas. In: BATALHA, M. O.; (Coord.) **Gestão Agroindustrial**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007. p. 1-62.

BELL, M. **Technical change in infant industries**: a review of the empirical evidence. Brighton: SPRU, 1982. (mimeo).

BELL, M.; PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth: contrast between developed and developing country. **Industrial and Corporate Change**, Oxford, v. 2, n. 2, p.157-210, 1993.

BELL, M.; PAVITT, K. The development of technological capabilities. In: HAQUE, I. U. (ed.), **Trade, Technology and International Competitiveness**, Washington: The World Bank, 1995. p. 60-101.

BELL, M. Learning and the accumulation of industrial technological capacity in developing countries. In FRANSMAN, M.; KING K. **Technological capability in the third world**. London: Macmillan, 1984. p. 187-209.

BESSANT, J. Big bang or continuous evolution: why incremental innovation is gaining attention in successful organisations. **Creativity and Innovation Management**, v. 1, n. 2, p. 59–62, 1992.

BESSANT, J. E KAPLINSKY, R. Industrial restructuring: facilitating organizational change at the firm level. **World Development**, Oxford, v. 23, n. 1, p. 129-141, 1995.

BESSANT, J.; CAFFYN, S. High involvement innovation through continuous improvement. **International Journal of Technology and Management**, Geneva, v. 14, n. 1, p. 7-28, 1997.

BIGGS, T.; SHAH, M.; SRIVASTAVA, P. **Technological capabilities and learning in african enterprises**. Washington: World Bank, 1995, 235p. (Technical Paper, 228).

BITITCI, U.; CARRIE, A.; TURNER, T. Integrated performance measurement systems: structure and dynamics. In: NEELY, A. **Business performance measurement**. London: Cambridge University Press, 2004. p. 174-194.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Exportações batem US\$ 76 bi e alcançam maior valor da história**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/vegetal/noticias/noticia-aberta?noticiald=31416>>. Acesso em: 3 fev. 2011.

BRESCHI, S.; MALERBA, F. Sectorial innovation systems: technological regimes, Schumpeterian dynamics, and spatial boundaries. In: EDQUIST, C. (ed.). **Systems of innovation: technologies, institutions and organizations**. London: Pinter, 1997. p.130-156.

CABRAL, J. E. O. **Natureza da inovação tecnológica na indústria de alimentos do Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 24p. Disponível em: <http://fgvsp.br/iberoamerican/Papers/0351_artigo%20iberoamerican%20Natureza%20da%20Inovação%20Tecnológica%20na%20Industria%20de%20Alimentos%20do%20Brasil.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2007.

CASTRO, E. C. **Acumulação de competências tecnológicas e processos de aprendizagem: o caso da aciaria da Companhia Siderúrgica Nacional**. 2002. 182 f.. Dissertação (Mestrado em Administração), Escola Brasileira de Administração Pública e Empresarial, Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, 2002.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA AVANÇADA. **Valores do PIB do Agronegócio Brasileiro, 1994 a 2010, em R\$ Milhões de 2010**. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/other/Pib_Cepea_1994_2010.xls>. Acesso em: 20 abril. 2011.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Marco conceptual para el desarrollo y uso de indicadores ambientales y de sustentabilidad para toma de decisiones em Latinoamérica y el Caribe**. México: PNUMA – CIAT, 1996.

Disponível em: < <http://www.ciat.egiar.org/indicators/unepciat/paper.htm>>. Acesso em: 14 mai. 2001.

CHRISTENSEN, C.; OVERDORF, M. Meeting the challenge of disruptive change. **Harvard Business Review**, Cambridge, v. 78, n. 2, p. 66-76, 2000.

CHRISTENSEN, J. L.; RAMA, R.; Von TUNZENMANN, N. **Study on innovation in the European food products and beverage industry**. Industry studies of innovation of CIS data. EIMS, SPRINT, 1996. 151p.

CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. **Product development performance**. Boston: Harvard Business School Press, 1991. 409 p.

CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. **Managing new product and process development: text and cases**. New York: Free Press. 1993. 896 p.

COHEN, W.M.; LEVIN, R.C. Empirical studies of innovation and market structure. In: SCHMALENSEE, R.; WILLIG, R.D. **Handbook of industrial organization**, 2.v. Amsterdam; New York: North-Holland, 1989.

COLLIS, D. J.; MONTGOMERY, C. A. Competindo com base em recursos: estratégia na década de 1990. In HARVARD BUSINESS REVIEW. **Estratégia corporativa**. Rio de Janeiro: Campus, 2001. p. 38-64

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. Quarto levantamento, janeiro/2011. Brasília: CONAB, 2011b. 41p. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 10 jan. 2011

CONCEIÇÃO, J. C. P. R.; ALMEIDA, M. Inovações na indústria de alimentos no Brasil: identificação dos principais fatores determinantes. In: NEGRI, J. A.; SALERMO, M. (Org.). **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005. p. 599-651.

COOKE, P. Biotechnology clusters as regional sectoral innovation systems. **International Regional Science Review**, v. 25, n. 1, p. 8–37, jan. 2002.

COOMBS, J. E.; BIERLY, P. E. Measuring technological capability and performance. **R&D Management**, v. 36, n. 4, p. 421-438, 2006.

COSTA, A. C. P. B.; MACÊDO, F. S.; HONCZAR, G. Leite e derivados. In: COSTA, A. C. P. B.; MACÊDO, F. S.; HONCZAR, G. **Agronegócio brasileiro**. São Paulo: FIESP, 2008, p. 89-93.

CROSS, K. F.; LYNCH, R. The “SMART” way to define and sustain success. **National Productivity Review**, New York, v. 8, n. 1, p. 23-33, 1988/89.

DAHLMAN, C. J.; L. E. WESTPHAL, Technological effort in industrial development: an interpretative survey of research, In: STEWART, F. JAMES, J. (ed.) **The economics of new technology in developing countries**. London: Frances Pinter, 1982. p. 105-137.

DESAI, M. *et al.* Measuring the technology achievement of nations and the capacity to participate in the network age. **Journal of Human Development**, v. 3, n. 1, p. 95–122, 2002.

DICHTER, D. *et al.* **A guide to technology transfer for small and medium-sized enterprises**. Newcastle: Gower Publishing, 1988. 156p.

DODGSON, M. Analytical lenses on innovation: a research note. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 5, n. 3, p. 323-327, 1993.

DOMINGUES, S. A. **A indústria de alimentos e bebidas no Brasil: uma análise da dinâmica tecnológica e das estratégias de inovação de suas empresas entre 1998 e 2005**. 2008. 155f. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

DOSI, G. The nature of the inovative process. In: DOSI, G. *et al.* (Ed.). **Technical change and economic theory**. London : Printer, 1988. p. 221-238.

ECONOMIC AND SOCIAL COMMISSION FOR WESTERN ASIA. **New indicators for science, technology and innovation in the knowledgebased society**. New York: United Nations Publications, 2003. 97p. Disponível em: <<http://www.escwa.un.org/information/publications/edit/upload/sdpc-03-5.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2009.

ENKEL, E.; GASSMANN, O. **Performance indicators for innovation networks: the case of a European innovation network for radiation dosimetry**. 2005. 12p. Disponível em: <<http://www.alexandria.unisg.ch/publications/17078>>. Acesso em: 17 jun. 2009.

ENOS, J. L. **The creation of technological capability in developing countries**. Londres: Pinter Publishers, 1991. 224 p.

FERNANDES, R. A. S. **Mudanças na estrutura de mercado lácteo e os impactos sobre o desempenho no período de 1997 - 2005**. 2006. 123 f . Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2006.

FIANI, R.. Teoria dos custos de transação. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. **Economia industrial: fundamentos teóricos e prática no Brasil**. Rio de Janeiro : Campus, 2002. p. 267-286.

FIGUEIREDO, P. N. Acumulação tecnológica e inovação industrial – conceitos, mensuração e evidências no Brasil. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 54-69, jan./mar. 2005.

FIGUEIREDO, P. N. **Aprendizagem tecnológica e desempenho competitivo**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2003. 289 p.

FIGUEREDO, P. N. Does technological learning pay off? Implications for inter-firm differences in operational performance improvement. **Research Policy**, Amsterdam, v. 31, n. 1, p. 73-94, 2002.

FLEURY, A. C. C. **Organização do trabalho industrial: um confronto entre teoria e realidade.** 1978. 206 f. Tese (Doutorado em Engenharia) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978

FLEURY, A. C. C. **Organização do trabalho industrial: um confronto entre teoria e realidade.** São Paulo, 1978. 206 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1978.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Banco de dados FAOST:** Produtividade de leite bovino no mundo e nos países no ano de 2009. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569>>. Acesso em 20 jan. 2011.

FRANCO-SANTOS, M. *et al.* Towards a definition of a business performance measurement system. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 27. n. 8, p. 784-801, 2007.

FREUDENBERG, M. **Composite indicators of country performance:** A critical assessment. Paris: OECD Publishing, 2003. 35p. OECD Science, Technology and Industry Working Papers.

FULLER, W. G. **New food product development:** from concept to marketplace. Florida: CRC Press LLC, 1994. 408 p.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Uso e demanda de informação em Minas Gerais:** análise para o setor de laticínios. Belo Horizonte: 1994. 67 p.

FURTADO A. T.; CARVALHO R. Q. Padrões de intensidade tecnológica da indústria brasileira: um estudo comparativo com os países centrais. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 70-84, jan/mar. 2005.

FURTADO, A. *et al.* **Índice Brasil de inovação (IBI):** manual informativo sobre o procedimento de adesão das empresas. Campinas: UNICAMP/IG/DPCT; LABJOR, 2007. 28p. Disponível em: <http://www.revistainovacao.uniemp.br/ibi/manual_ibi.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2008.

GARCIA, L. A. F.; NEVES, E. M. Industrial concentration index for the Brazilian wheat milling industry. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRI-FOOD CHAIN/NETWORKS ECONOMICS AND MANAGEMENT, 3., 2001, Ribeirão Preto. **Abstracts...**, Ribeirão Preto: USP, 2001. p. 90-90

GARVIN, D. A. Building a learning organization. **Harvard Business Review**, Cambridge, v. 71, n. 4, p. 78-91, jul./ago. 1993.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 1999. 206p.

GODIN, B. A cultura dos números: as origens e o desenvolvimento da estatística na ciência. **Recis**, v. 2, n. 1, p. 7-18, 2008. Disponível em: <<http://www.reciis.iciict.fiocruz.br/index.php/reciis/article/view/168/169>>. Acesso em: 07 jun. 2009.

GODINHO, M. M. Indicadores de C&T, inovação e conhecimento: onde estamos? Para onde vamos? **Análise Social**, Lisboa, v. 42, n. 182, p. 239-274, 2007.

GRANADOS, A. J.; PETERSON, P. J. Hazardous waste indicators for national decision makers. **Journal of Environmental Management**, v. 55, n. 4, p. 249-263, abr. 1999.

GRUPP, H.; MOGEE, M. E. Indicators for national science and technology policy: how robust are composite indicators? **Research Policy**, Amsterdam, v. 33, n. 9, p. 1373-1384, 2004.

GUAN, J.; MA, N. Innovative capability and export performance of chinese firms. **Technovation**, v. 23, n. 9, p. 737-747, 2003.

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. **Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais**. Tradução Maria Vittoria Von Bulow e Joachim S. W. Von Bulow. Brasília: Embrapa, 1988. 583 p. (Embrapa – SEP. Documentos, 40).

HIL, J.; NEELY, A. Innovative capacity of firms: on why some firms are more innovative than others. In: INTERNATIONAL ANNUAL EUROMA CONFERENCE, 7., 2000, Ghent. **Proceedings...** Brussels: Euroma, 2000. 11 p. Disponível em: <<https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/3788>>. Acesso em: 18 maio 2010.

HOWELLS, J. **Innovation & services: new conceptual frameworks**. Manchester: CRIC/The University of Manchester & Umist, 2000, 29p. (CRIC Discussion Paper, 38). Disponível em: <<http://www.cric.ac.uk/cric/Pdfs/DP38.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2008

HUMPHREY, J. Industrial reorganization in developing countries: from models to trajectories. **World Development**, Oxford, v. 23, n. 1, p. 149-162, 1995.

IGNACZAK, J. C. *et al.* **Dinâmica da produção de trigo no Brasil no período de 1975 a 2003**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 40 p. html (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 36). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp36.htm>. Acesso em: 12 jan. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa industrial: Inovação tecnológica 2000**. Rio de Janeiro, 2002. 104p. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pintec/pintec2000.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa industrial de inovação tecnológica 2003**. Rio de Janeiro, 2005. 148p. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pintec/2003/pintec2003.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de inovação tecnológica 2005**. Rio de Janeiro, 2007. 156p. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pintec/2005/pintec2005.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de inovação tecnológica 2008**. Rio de Janeiro: IBGE 2010. 164p. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/PUBLICACAO/Publicacao%20PINTEC%202008.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário: Brasil, grandes regiões e unidades da federação**. Rio de Janeiro, 2009. 771p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=10&i=P&c=1612>>. Acesso em: 12 fev. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA/ FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Novo retrato da Agricultura Familiar**. 2000. 74 p. Disponível: <<http://www.incra.gov.br/sade/default.asp>>. Acesso em: 23 mai. 2004.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Identificação de gargalos tecnológicos da agroindústria paranaense: subsídios para uma política pública**. Curitiba : IPARDES, 2005. 126p.

JANK, M. S.; GALAN, V. B. Competitividade do sistema agroindustrial do leite no Brasil. In: JANK, M. S.; FARINA, E. M. M. Q.; GALAN, V. B. **O agribusiness do leite no Brasil**. São Paulo: Editora Milkbizz, 1999. p.39-104.

JONKER, M.; ROMIJNB, H.; SZIRMAIB, A. Technological effort, technological capabilities and economic performance of the paper manufacturing sector in West. **Technovation**, v. 26, n. 1, p. 121–134, 2006.

JORDAN, G. B., HAGE J.; MOTE, J. A theories-based systemic framework for evaluating diverse portfolios of scientific work. **New Directions for Evaluation**, v. 2008, n. 118, p. 7-24, 2008.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. Transforming the balanced scorecard from performance measurement to strategic management – Part I. **Accounting Horizons**, v. 15. n. 1, p. 87-104, mar. 2001.

KATZ, J. M. Domestic technology generation in LDCs: A review of research findings. In: KATZ, J. M. **Technology generation in Latin American manufacturing industries: theory and case-studies concerning its nature, magnitude and consequences**. London: Macmillan, 1987. p.13-56.

KING, K., Science, technology and education in the development of indigenous technological capability. In: FRANSMAN, M.; KING, K. (ed.) **Indigenous technological capability in the third world**. London: Macmillan, 1984. p. 31-63.

KRUGLIANSKAS, I. **Tornando a pequena e média empresa competitiva**. São Paulo: Instituto de Estudos Gerenciais e Editora, 1996. 136p.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M.A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1991. 269p. 2007

LALL **Learning to industrialise**: the acquisition of technological capability by India. London: Macmillan, 1987. 280 p.

LALL, S. A mudança tecnológica e a industrialização nas economias de industrialização recente da Ásia: conquistas e desafios. In: KIM, L.; NELSON, R. R. (ed.) **Tecnologia, aprendizado e inovação**: as experiências das economias de industrialização recente. Campinas: Editora UNICAMP, 2005, p. 25-99.

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

LALL, S. Technological learning in the third world: some implications of technology exports. In: STEWART, F.; JAMES, J. (ed.) **The economics of new technology in developing countries**. London: Frances Pinter, 1982. p. 157-179.

LASTRES, H. M. M.; LEMOS, C.; VARGAS, M. Novas políticas na economia do conhecimento e do aprendizado. In: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. **Arranjos e sistemas produtivos locais e as novas políticas**. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 2000. Disponível em: <www.ie.ufrj.br/redesist>. Acesso em: 23. jun. 2007.

LEBAS, Michel J. Performance measurement and performance management. **International Journal Production Economics**, v. 41, n. 1-3, p. 23-35, 1995.

LEFEBVRE, E.; LEFEBVRE, L. A.; ROY, M.J. Technological penetration and organizational learning in SMEs: the cumulative effect. **Technovation**, v. 15, n. 8, p. 511-522, 1995.

LEONARD-BARTON, D. **Nascentes do saber: criando e sustentando as fontes de inovação**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1998. 367 p.

LEPORI, B.; GODIN, B. **Indicators on science, technology and innovation**: history and new perspectives, 2006. 2p. Disponível em: <<http://www.ticinoricerca.ch/conference/background.html>>. Acesso em: 07 jun. 2009.

LOHMAN, C.; FORTUIN, L.; WOUTERS, M. Designing a performance measurement system: a case study. **European Journal of Operations Research**, v. 156, n. 2, p. 267-286, 2004.

LU, I. Y, CHEN, C.: WANG, C. Fuzzy multivariate analysis for evaluating firm technological innovation capability. **International Journal Technology Management**, v. 40, n. 1-3, p. 114-130, 2007.

MACHADO, R. T. M. Fundamentos sobre o estudo da dinâmica das inovações no agribusiness. **Revista de Administração Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 127-141, 1998.

MALAVSKI, O. S.; LIMA, E. P.; COSTA, S. E. G. Modelo para a mensuração do capital intelectual: uma abordagem fundamentada em recursos. **Produção** [online]. v. 20, n.3, p. 439-454, 2010.

MALERBA, F. Learning by firms and incremental technical change. **The Economic Journal**, London, v. 102, n. 413, p. 845-859, 1992.

MALERBA, F. Sectoral systems of innovation and production. **Research Policy**, Amsterdam, v. 31, n. 2, p. 247-264, 2002.

MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Technological regimes and firm behaviour. **Industrial and Corporate Change**, Oxford, v. 2, n. 1, p. 45-71, 1993

MARCOVITCH, J. A Questão da competitividade. In: VELLOSO, J. P. R. (org.) **desenvolvimento, tecnologia e governabilidade**. São Paulo: Nobel, 1994. p. 167-191.

MARTINS, P. C. O leite como instrumento de desenvolvimento regional. In: CONGRESSO PANAMERICANO DO LEITE, 9., 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Fepale, 2006. p.11-18.

MEADOWS, D. **Indicators and informations systems for sustainable development**: a report to Balaton Group. Hartland four Corners? The Sustainable Institute. 1998. 95p.

MENDOZA, G. A. *et al.* **Guidelines for applying multi-criteria analysis to de assessment of criteria and indicators**. Jakarta: Center for International Forestry Research, 1999, 82 p. Disponível em:<
http://www.cifor.cgiar.org/livesinforessts/publications/pdf_files/toolbox-9c.pdf>.
Acesso em: 18 ago. 2010.

MIES FILHO, A. **Inseminação Artificial**. Porto Alegre: Editora Sulina. 6 ed., 1987. 750 p.

MIYAJI, M., SOARES, C. F. Avaliação da capacitação tecnológica das micro e pequenas empresas de laticínios da região do circuito do queijo em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 22., 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: NPGCT/USP, 2002. 1 CD.

MORVAN, Y. *Filière de production*. In: MORVAN, Y. **Fondements d'économie industrielle**. Paris : Economica, 1985. p. 199-231.

NAHAS, M. I. P. **Bases teóricas, metodologia de elaboração e aplicabilidade de indicadores intra-urbanos na gestão municipal da qualidade de vida urbana em grandes cidades**: o caso de Belo Horizonte. 2002. 373f. Tese (Doutorado em

Ecologia e Recurso Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

NEELY, A.; ADAMS, C.; CROWE, P. The performance prism practice. **Measuring Business Excellence**, Bradford, v. 5, n. 2, p. 6-12, 2001.

NELSON, R. R. (ed.) **National innovation system: a comparative study**. Oxford: Oxford University Press, 1993. 541 p.

NELSON, R.; WINTER, S. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Cambridge: Harvard University Press: 1982. Tradução de Cláudia Heller. Campinas/SP, Editora da UNICAMP, 2005.

NEVES, M. C. **Capacidades e demandas tecnológicas de indústrias alimentícias da baixada cuiabana e o potencial de interação com as universidades matogrossenses**. 2000. 117f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

NEVES, M. F. *et al.* **Tomografia da cadeia do leite em São Paulo**. 2006. 111p. Disponível em: < www.fundace.org.br/leite/.../sumario_executivo_leite_2005.doc> Acesso em: jun. 2009.

NUNES, A. *et al.* **Medindo as desigualdades em saúde no Brasil: uma proposta de monitoramento**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde; Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2001. 224 p.

OLIVEIRA, G.; OLIVEIRA, B. Evolução e perspectivas da indústria alimentícia brasileira. SEMEAD, 6º, São Paulo, 2003. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO FEA-US, 6, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2003. 9 p. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/Semead/6semead/index.htm>> Acesso em: 17 mar. 2011

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **OECD environmental indicators: development, measurement and use**. Paris: OECD, 2003. 37 p. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/7/47/24993546.pdf>> Acesso em: 12 abr. 2008.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação dos dados sobre inovação**. (OECD/EU/EUROSTAT, 2005), 2. ed. 2005. 184p. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/imprensa/sala_imprensa/manual_de_oslo.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2007.

PACK, H. **Productivity, technology and industrial development: a case study in textiles**. New York: Oxford University Press, 1987. 193 p

PANDA, H.; RAMANATHAN, K. Technological capability assessment of a firm in the electricity sector, **Tecnovation**, v. 16, n. 10, p.561-588. 1996.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical changes: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, Amsterdam, v. 13, n. 6, p. 343-373, 1984.

PENROSE, E. A economia da diversificação. In: PENROSE, E. The theory of the growth of firm. **Revista de Administração de Empresa**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 7-30, 1979.

PORTAL GLOBAL 21. **Informes setoriais: Agronegócio**. 2008. Disponível em: <<http://www.global21.com.br/informessetoriais/setor.asp?cod=12>>. Acesso em: 02 abr. 2008.

POSSAS M.; SALLES FILHO, S.; SILVEIRA, J. M. An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: some preliminary remarks. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 11, n. 1-3, p. 9-31, 1994.

PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. The core competence of the corporation. **Harvard Business Review**, Cambridge, v. 68, n. 3, p. 79-91, 1990.

PRIME NETWORK OF EXCELLENCE. **AQUAMET Project: Strategic Report - July 2007**. Disponível em: <<http://www.prime-noe.org/Local/prime/dir/Projects/AquaMeth/AquaMeth%202007%20Strategic%20report.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2010.

PRIME NETWORK OF EXCELLENCE. **Changes in university incomes and their impact on university based research and innovation: Final Report**. 2006. 36p. Disponível em: <http://www.enid-europe.org/PRIME/documents/CHINC_Final_Report.pdf> Acesso em: 17 jun. 2009.

PRINCIPAIS INDICADORES LEITES E DERIVADOS. Ano 3, n. 30 (dez/2010) Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 09 fev. 2010. 16 p.

RAMA, R. Empirical study on sources of innovation in international food and beverages industry. **Agribusiness**, v. 12, n. 2, p. 123-134, 1996.

RAMA, R. The outcome of innovation in the International Food industry. In: EUMETIC CONFERENCE. **Evolutionary Economics of Technological Change: assessment of results and new frontiers**. Strasbourg: European Parliament, 1994.

RAMOS R. A. R. **Localização industrial: um modelo espacial para o noroeste de Portugal**. 2000. 323 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2000.

REVILLON, J. P. P. *et al.* Estudo do processo de inovação tecnológica no setor agroindustrial: estudos de caso na cadeia produtiva de leite fluído no sistema setorial de inovação da França. **Revista de Administração Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 75-98, jul./set. 2004.

ROMEIRO, A. R. **Meio ambiente e dinâmica de inovações na agricultura**. São Paulo: Annablume/FAPESP, 1998. 277 p.

ROMIJN, H.; ALBALADEJO, M. Determinants of innovation capability in small electronics and software firms in southeast. **Research Policy**, Amsterdam, v. 31, n. 7, p. 1053-1067, 2002.

ROSENBERG, N. **Perspectives on technology**. London: Cambridge University Press, 1976.

ROSSEN, J. L.; MILLER, R. C. Food extrusion. **Food Technology**, v. 27, n. 8, p. 46-53, 1973.

ROSSI, R. M.; NEVES, M. F. **Estratégias para o trigo no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2004. 224 p.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. São Paulo, Makron Books, 1991, 367 p.

SABOURIN, D.; BECKSTEAD, D. **Technology adoption in canadian manufacturing** - Survey of Advanced Technology in Canadian Manufacturing. Canada : Statistics Canada's Science, Innovation and Electronic Information Division, 1999. 73p.

SALLES FILHO, S. L. M. **A dinâmica tecnológica da agricultura: perspectivas da biotecnologia**. 1993. 246f. Tese (Doutorado em Economia na área de Política Econômica) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

SANCHES, O. M. **Dicionário de orçamento, planejamento e áreas afins**. 2. ed. Brasília: OMS, 2004, 295p.

SANTINI, G. A. **Dinâmica tecnológica da cadeia de frango de corte no Brasil: análise dos segmentos de insumos e processamento**. 2006. 235f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

SANTINI, G. A.; SCHIAVI, S. M.; SOUZA FILHO, H. M. Inovações tecnológicas em cadeias agroindustriais: alguns casos do segmento de processamento de carnes, leite e café no Brasil. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - SIMPEP, 12., 2005, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP, 2005. Disponível em: <www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_12/copiar.php?arquivo=SANTINI_GA_inovac_aotecnologica.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2007.

SANTOS, A. R. **Metodologia científica: a construção do conhecimento**. 5. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2002. 192p.

SANTOS, C. **Estatística Descritiva**. Lisboa: Edições Sílabo. 2007. 309p.

SCHULTZ, T. W. **A transformação da agricultura tradicional**. Rio de Janeiro: Zahar, 1965. 207 p.

SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. 3. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1982. 169 p. (Os Economistas, v.33).

SEVERIANO FILHO, C. **O enfoque vetorial da produtividade em um sistema de avaliação para a manufatura avançada na indústria de alimentos**. 1995. 287f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

SIENA, O. Método para avaliar desenvolvimento sustentável: técnicas para escolha e ponderação de aspectos e dimensões. **Produção**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 359-374, mai/ago. 2008.

SILVA, G. S. **Novos instrumentos de financiamento do agronegócio brasileiro e uma análise de alternativas de financiamento CD/WA**. 2006. 241f. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

SILVA, S. R. M. **Indicadores de sustentabilidade urbana**: as perspectivas e as limitações da operacionalização de um referencial sustentável. 2000. 260f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

SILVEIRA, J. M. F. J.; BORGES, I. C. Um panorama da biotecnologia moderna. In: SILVEIRA, J. M. F. J.; DAL POZ, M. E.; ASSAD, A. L. D. (Org.). **Biotecnologia e recursos genéticos**: desafios e oportunidades para o Brasil. Campinas: FINEP, 2004. p. 17-31.

SIRILLI, G. **Mappa degli indicatori della società tecnologica**. In: CONFERENZA NAZIONALE DI STATISTICA, 5., Roma, 2000. 15p. Disponível em: <<http://www.istat.it/istat/eventi/conferenze/quintaconf/sirilli.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2008.

STAL, E. Inovação tecnológica, sistemas nacionais de inovação e estímulos governamentais à inovação. In: MOREIRA, D. A.; QUEIROZ, A. C. (Coord.). **Inovação Organizacional e Tecnológica**. São Paulo: Thomson Learning, 2007. p. 24-53.

STALK, G.; EVANS, P.; SHULMAN, L. E. Competing on capabilities: the new rules of corporate strategy. **Harvard Business Review**, Cambridge, v. 70, n. 2, p. 57-69, 1992.

TACLA, C. L.; FIGUEIREDO, P. N. Processos de aprendizagem e acumulação de competências tecnológicas: evidências de uma empresa de bens de capital no Brasil. **Revista de Administração Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 3, p. 101-126, jul/set. 2003.

TATSCH, A. L. Dinâmica tecnológica, padrão inovativo e de concorrência da indústria gaúcha de máquinas e implementos agrícolas. In: Encontro de Economia

da Região Sul - ANPEC SUL, 11., 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ANPEC SUL, 2008.

TEKNOMO, K. **Multi Criteria Decision Making**. Disponível em: <<http://people.revoledu.com/kardi/tutorial/AHP/index.html>>. Acesso em: 03 ago 2009.

THUSMAN, M. L.; ANDERSEN, P. Technological discontinuities and organizational environment. **Administrative Science Quarterly**, n. 31, n. 3, p. 439-456, 1986.

TOLEDO, J. C. Gestão da qualidade na agroindústria. In: BATALHA, M. O. (Org). **Gestão Agroindustrial**. São Carlos: Atlas, 1997. v. 1. p.437-487.

TREMBLAY, P. J. **Technological capability and productivity growth: an industrialized industrializing country comparison**. Montreal: CIRANO, 1998. 32p. (Scientific Series 98s-07).

VAITSMAN, J. *et al.* Metodologia de elaboração do índice de percepções organizacionais. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19 n. 6, p. 1631-1643, nov./dez. 2003.

VALLE, M. G. **Cadeias inovativas, redes de inovação e a dinâmica tecnológica da citricultura no Estado de São Paulo**. 2002. 148f. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2004. 96 p.

VIOTTI, E. B. Fundamentos e evolução dos indicadores de CT&I. In: VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M. (Org.) **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003. p. 41-88.

VON TUNZELMANN, N.; ACHA, V. Innovation in *low tech* industries. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. **The Oxford handbook of innovation**. New York: Oxford University Press, 2005. p. 407-432.

WERNEFELT, B. A resource-based view of the firm. **Strategic Management Journal**, Hoboken, v. 5, n. 2, p. 171-180, abr./jun. 1984.

WIGNARAJA, G.; IKIARA Adjustment, technological capabilities and enterprise dynamics in Kenya, In: LALL, S. (ed.) **The Technological response to import liberalisation in SubSaharan Africa**. London: MacMillan Press, 1999. p. 57-111.

YAM, R. C.M *et al.* Technological innovation capabilities and firm performance. **World Academy of Science, Engineering and Technology**, n. 66, p.1023-1031, June 2010.

YAM, R. M. *et al.* An audit of technological innovation capabilities in chinese firms: some empirical findings in Beijing, China. **Research Policy**, Amsterdam, v. 33, n. 8, p. 1123-1140, 2004.

ZAMBON, K.L. *et al.* Análise de decisão multicritério na localização de usinas termoelétricas utilizando SIG. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, p. 183-199, mai./ago. 2005.

ZHO, K. Z.; WU, F. Technological capability, strategic flexibility and production innovation. **Strategic Management Journal**, Hoboken, v. 31, n. 5, p. 547-561, 2010.

ZOCCAL, R.; GOMES, A. T. **Cadeia produtiva do leite - Mercado doméstico.** 2005. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01.html>>. Acesso em: 25 abr. 2008.

Apêndice A

Roteiro entrevista pesquisa observacional I

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar)
Departamento de Engenharia de Produção (DEP)
Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais (GEPAI)

Roteiro de Entrevista

1. Em sua opinião, quais as **inovações tecnológicas** (de produto e de processos) que podem ser consideradas **marcos** importantes na área em que atua?
Em sua opinião, seria possível identificar **épocas ou fases tecnológicas diferenciadas** com base nos principais marcos tecnológicos na área em que atua?
2. Em sua opinião, quais são **as instituições ou as organizações**, públicas e privadas no Brasil, que têm contribuído com a inovação tecnológica? Como descreve suas formas de relação.
3. Em sua opinião, quais são os principais elementos diferenciadores da capacidade tecnológica de uma empresa? Considerando as etapas do **processo de produção** (diagrama específico) **e os caracteres de qualidade do produto**, poderia para cada etapa/caracter citar as alternativas tecnológicas existentes estabelecendo um grau de hierarquia entre elas?

Como uma metáfora, poderíamos usar o exemplo de um carro, que dentre muitos elementos possui o sistema de frenagem, o qual tem diferentes alternativas tecnológicas, como freio a tambor, freio a disco, disco/cilindro, servofreio ou hidrovácuo, freios antitravamento (ABS – em suas versões de um canal/um sensor, três canais/três sensores ou quatro canais/quatro sensores), dentre outros. Neste sentido, solicita-se ao entrevistado que estabeleça quais são os elementos de maior diferenciação tecnológica considerando o processo produtivo e que enumere as alternativas tecnológicas existentes, segundo uma hierarquia de menor complexidade para maior complexidade tecnológica.

Apêndice B

Identificação de profissionais entrevistados, suas áreas de atuação e instituições, segundo complexo e segmento.

Profissionais entrevistados	
Trigo	<p>Segmento agrícola:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Claudio Mario Mundstock (Manejo de Culturas de Inverno, UFRGS) • Pedro Luiz Scherer (Melhoramento Genético), José Eloir Denardin, (Manejo e Conservação de Solo), Julio Cesar Lhamby (Manejo de Cultura)/ Sírio Wiethölter (Nutrição de Plantas),; José Antonio Portella (Mecanização Agrícola), José Maurício Fernandes (Fitopatologia), José Roberto Salvadori (Entomologia) Irineu Lorini (Entomologia Pós-colheita) (Embrapa Trigo) • Sérgio Dotto (Melhoramento e Manejo de Trigo, Fundação Meredional) <p>Segmento agroindustrial:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Henrique Martha de Oliveira (Tecnologia de Alimentos/Moagem, Bülher) e Alvaro Wagner (Derivados de Trigo/Massas, Bülher) • Rogério Germani (Qualidade de Trigo, Embrapa Agroindústria) • Martha Z. de Miranda (Qualidade Tecnológica/Cereais de Inverno, Embrapa Trigo) • Maria Victoria Eiras Grossmann (Tecnologia de Alimentos /Trigo, UEL) • Yoon Kil Chang (Tecnologia de Alimentos /Trigo, UNICAMP)
Leite	<p>Segmento agrícola:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Leovegildo Lopes Matos (Nutrição de Ruminantes), Duarte Vilella (Sistemas de Produção de Leite), Marcia C. Prata Azevedo (Parasitologia Veterinária), Maria Aparecida Vasconcelos Brito (Mastite Bovina e Qualidade do Leite), Carlos Alberto da Silva (Transferência de Tecnologia) (Embrapa Gado de Leite) • Artur Camargo (Bovinocultura de Leite, Embrapa Pecuária Sudeste) • Soraia Vanessa Matarazzo (Ambiência Animal, UESC) • Paulo Fernando Machado (Bovinocultura de Leite, Esalq/USP) • Geraldo Tadeu Santos (Avaliação de Alimentos Ruminantes) e Júlio Damasceno (Sistema de Produção de Leite) (UEM) • Nilton Rodrigues Paim (Bovinocultura de Leite/Pastagens, UFRGS) • João Walter Durr (Bovinocultura de Leite, UPF) <p>Segmento agroindustrial:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Renata Tiekio Nassu (Tecnologia de Derivados de Leite/Qualidade e Certificação, Embrapa Pecuária Sudeste) • Luiz Carlos Gonçalves (Tecnologia de Derivados de Leite, Instituto de Laticínios Cândido Tostes) • Jean Philippe Révillion (Tecnologia de Alimentos/ Derivados de Leite, UFRGS) • Walkiria Viotto (Tecnologia de Alimentos /Queijos, UNICAMP)

Apêndice C

Matrizes de julgamento de valor

INSTRUÇÕES E EXPLICAÇÕES

As matrizes, a seguir, contêm elementos que deverão ser avaliados ‘par a par’ segundo seu grau de importância. Cada elemento na horizontal deverá ser confrontado com cada elemento da vertical da matriz, sendo valorado em relação a este último segundo a escala de valoração abaixo.

ESCALA DE VALORAÇÃO PARA PREENCHIMENTO DAS MATRIZES DE PRIORIDADE

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
extrema -mente	bastante	muito	pouco	igual	pouco	muito	bastante	extrema -mente
MENOS IMPORTANTE					MAIS IMPORTANTE			

A seguir, apresenta-se um exemplo para melhor compreensão. Uma matriz relacionada à “TECNOLOGIAS DE GESTÃO” (composta por três elementos de avaliação).

Matriz de TECNOLOGIAS DE GESTÃO

	Sistema de Qualidade	Planejamento de Produção	Gestão de Custo
Sistema de Qualidade		1/7	1/3
Planejamento de Produção			7
Gestão de Custo			

Neste caso, o avaliador fez os seguintes julgamentos de valor:

Na primeira linha:

- (1) O elemento “sistema de qualidade” é bastante menos importante (valor 1/7) que o elemento “planejamento da produção”.
- (2) O elemento “sistema de qualidade” é pouco menos importante (valor 1/3) que o elemento “gestão de custo”.

Na segunda linha:

- (3) O elemento “planejamento da produção” é bastante mais importante (valor 7) que o elemento “gestão de custo”.

Como se pode observar, somente é necessário o preenchimento das células de avaliação (células em branco) da parte superior da matriz.

Nas próximas páginas, estão relacionadas as matrizes para preenchimento. A primeira matriz se refere às grandes dimensões (INFRAESTRUTURA, RECURSOS HUMANOS, ARTICULAÇÃO E ACESSIBILIDADE, TECNOLOGIAS DE GESTÃO e OPERAÇÕES E TECNOLOGIA) que compõem o Índice. Estas dimensões são desagregadas nas matrizes subsequentes em meso e microíndices que deverão ser analisados sob a mesma lógica e escala de valoração. Ficamos à disposição para quaisquer dúvidas.

Matriz de TECNOLOGIAS OPERACIONAIS E DE MATERIAIS (elementos agregados)

	MANEJO PRODUTIVO	MANEJO DE ALIMENTAÇÃO	MANEJO SANITÁRIO	ORDENHA	CONFORTO ANIMAL	CONTROLE DE QUALIDADE	MANEJO AMBIENTAL
MANEJO PRODUTIVO							
MANEJO DE ALIMENTAÇÃO							
MANEJO SANITÁRIO							
ORDENHA							
CONFORTO ANIMAL							
CONTROLE DE QUALIDADE							
MANEJO AMBIENTAL							

Matriz de MANEJO PRODUTIVO

Raça	Mecanismo de reprodução
------	-------------------------

Matriz de CONTROLES

Controle reprodutivo	Controle zootécnico
----------------------	---------------------

Matriz de MANEJO DE ALIMENTAÇÃO

	Adubação química de pastagem	Adução orgânica de pastagem	Perfil de variedade de pastagens	Manejo de pastagem	Irrigação	Balanceamento de nutrientes (alimentação de animais)	Água para animais
Correção e adubação química de pastagem							
Adução orgânica de pastagem							
Perfil de variedade de pastagens							
Manejo de pastagem							
Irrigação							
Balanceamento de nutrientes (alimentação animais)							
Água para animais							

Matriz de MANEJO SANITÁRIO

	Controle de carrapatos	Forma pulverização (controle de carrapatos)	Controle de vermes	Doenças infecciosas - Vacinações	Doenças infecciosas Monitoramento	Mastite - Detecção da doença	Mastite - Perfil de controle
Controle de carrapatos							
Forma de pulverização (controle de carrapatos)							
Controle de vermes							
Doenças infecciosas - Vacinações							
Doenças infecciosas - Monitoramento							
Mastite - Detecção da doença							
Mastite - Perfil de controle							

Matriz de ORDENHA

Instalação de ordenha		Sistema de Ordenha
-----------------------	--	--------------------

Matriz de CONFORTO ANIMAL

	Instalações	Sombreamento	Comportamento de pastejo do animal	Bebedouro
Instalações				
Sombreamento				
Comportamento de pastejo do animal				
Bebedouro				

Matriz de CONTROLE DE QUALIDADE

	Foco da Análise	Tipos de análises de leite realizadas	Perfil de resfriamento do leite
Foco da análise			
Tipos de análises de leite realizadas			
Perfil de resfriamento do leite			

Matriz de MANEJO AMBIENTAL

	Práticas ambientais	Manejo de efluente	Tratamento de disposição de carcaça	Sistema de Descarte
Práticas ambientais				
Manejo de efluente				
Tratamento de disposição de carcaça				
Sistema de Descarte				

Apêndice D

ICTs: Arquitetura e conjunto de pesos

MACROÍNDICE	MESOÍNDICE	INDICADORES	DESCRIPTORES	PESOS		
RECURSOS FÍSICOS	INTENSIDADE DE INVESTIMENTO		Gastos em atividades inovativas (% do faturamento total da propriedade)	100,0	40,0	33,6
	RH		Nível de instrução formal do proprietário (nº de anos)	33,0	48,0	
			Treinamentos técnicos realizados (nº de participação em cursos, congressos, seminários, simpósios e outros)	55,0	12,0	
	INFRAESTRUTURA		Realizou introdução ou aquisição de equipamentos e tecnologias avançadas nos últimos três anos (SIM ou NÃO)	90,0	12,0	
DENSIDADE TECNOLÓGICA	MANEJO DE SOLO E CULTURAS	Preparo e sistematização de solo	N1 Preparo convencional	25,0	9,0	37,2
			N2 Preparo mínimo			
			N3 Plantio direto sem rotação de cultivos			
			N4 Plantio direto com rotação de cultivos			
	Correção de solo	N1 Não realiza correção de solo	75,0			
		N2 Realiza correção de solo com frequência regular com quantidades fixas				
		N3 Realiza correção de solo de acordo com análise e especificada por talhões				
	SEMEADURA	Origem material genético	N1 Grão comercial produzido na propriedade ou semente produzida por terceiro sem fiscalização	100,0	24,0	
			N2 Parte da área com uso de semente certificada e parte com grão comercial ou bolsa branca			
			N3 Utiliza somente semente certificada			
	ADUBAÇÃO	Níveis de adubação	N4 Semente produzida sob condições controladas em campo específico pelo próprio proprietário			
			N1 Não utiliza adubação	100,0	23,0	
			N2 Utiliza quantidade e fórmula fixas de adubação			
			N3 Realiza adubação segundo recomendação mediante análise de solo			
	TRATOS FITOSSANITÁRIOS	Tratamento de semente	N4 Adubação de precisão			
			N1 Não realiza tratamento de sementes	12,5	11,0	
			N2 Tratamento com fungicidas OU com inseticida			
		Controle de doenças	N3 Tratamento com fungicida E inseticida			
			N1 Aplicação sistemática de fungicidas sem realização de monitoramento de danos	37,5		
			N2 Aplicação de controle através de critérios de danos			
		Perfil de uso de produtos químicos fúnicos	N3 Realização de acompanhamento climático e uso de ferramentas computacionais	12,5		
			N1 Uso de produtos isolados (triazóis ou estrubirulinas)			
			N2 Uso alternado de princípios ativos (triazóis/estribirulinas)			
		Manejo de controle de insetos	N3 Uso sistemático de misturas prontas (triazóis/estribirulinas)			
	N1 Aplicações emergenciais com uso de princípios ativos mais baratos (não registrados ou não há alternância de princípios ativos para barateamento de custos		37,5			
	N2 Uso de critérios econômicos, não há alternância de princípios ativos para barateamento de custos					
	MAQUINAS EQUIPAMENTOS	Plantadoras - tamanho plataforma	N3 Uso de critérios de seletividade e periculosidade para decisão de aplicação com produtos			
			N1 Plataforma pequena - menor 2,90 metros	2,5	15,0	
			N2 Plataforma média - entre 3 e 4 metros			
		Plantadoras - tamanho do disco	N3 Plataforma grande - 5 metros ou mais			
			N1 Disco de 16 polegadas	6,0		
			N2 Disco de 18 polegadas			
		Plantadoras - mecanismo de	N3 Disco de 20 polegadas			
			N1 Mecanismo de regulagem convencional (por engrenagem)	31,0		
		Pulverizadores	N2 Mecanismo de taxa variável			
			N1 Pulverizador rebocado	22,0		
		Colhedoras - sistemas de trilhaagem	N2 Pulverizador autopropelidos			
			N1 Sistema de trilhaagem radial	18,0		
		Colhedoras - Tamanho do graneleiro	N2 Sistema de trilhaagem axial			
			N1 Graneleiro pequeno	2,5		
	N2 Graneleiro médio					
	Colhedoras - sistemas de precisão	N3 Graneleiro grande				
		N1 Colheita sem captura de dados	18,0			
	MANEJO AMBIENTAL	Práticas ambientais	N2 Realização de colheita com captura de dados, GPS, mapas de produtividade, etc.	90,0	6,0	
			N1 Não aplica conservação de solo (terraços em nível, preparo de solo em nível e plantio direto			
			N2 Aplica conservação de solo			
			N3 Aplica conservação de solo e possui mata ciliar			
N4 Aplica conservação de solo e possui mata ciliar e proteção de nascentes						
Sistema de Descarte	N5 Aplica conservação de solo e mata ciliar, proteção de nascentes e reserva legal	10,0				
	N1 Descarte de embalagens, frascos, seringas, etc. sem critérios					
ARMAZENAGEM PÓS-COLHEITA	Estrutura	N2 Descarte de embalagens, frascos, seringas, etc. de acordo com legislação				
		N1 Estrutura convencional	19,0	11,0		
		N2 Armazenagem a granel em graneleiro				
	Termometria/aeração	N3 Armazenagem a granel em silos de metal ou concreto	18,0			
		N1 Não possui				
		N2 Termometria/ aeração operadas manualmente				
	Segregação	N3 Termometria/ aeração operadas automatizadas	18,0			
		N1 Não executa segregação				
		N2 Executam segregação em, no máximo, dois níveis				
	Manejo/Controle de qualidade	N3 Executam segregação em diversos níveis	19,0			
		N1 Não existe				
		N2 Aplicação de Manejo Integrado de Praças (MIP)				
	Certificação	N3 Aplicação de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)	5,0			
N1 Não possui						
Produto/mecanismo de proteção	N2 Possui certificação de armazém					
	N3 Possui certificação do produto	21,0				
	N1 Uso de produto protetor					
GESTÃO DE PROCESSOS E ROTINAS	PLANEJAMENTO E CONTROLE	N2 Uso de gás				
		N3 Uso de produto sintético				
		N4 Emprego de refrigeração e conjunto de tecnologias físicas				
	GESTÃO DE CUSTO	N1 Não executa planejamento de produção de maneira formal	50,0	25,0	13,0	
		N2 Possui nível intermediário de planejamento de produção (sistema de rotação de culturas e				
		N3 Possui nível avançado de planejamento (metas e indicadores, sistema de rotação, agricultura de				
	ENGENHARIA DE PROCESSO	GESTÃO DE QUALIDADE	N1 Não possui sistema de levantamento de custo de produção	50,0		
			N2 Emprega sistema formal de acompanhamento de custos			
			N3 Emprega sistema de custo com uso de software específico			
			N1 Não apresenta ações ou sistemas de qualidade	100,0	75,0	
MECANISMOS DE APRENDIZAGEM	AQUISIÇÃO EXTERNA (somatório de itens: 0 A 7)	N2 Possui boas práticas de produção (BPP)				
		N3 Possui sistema integrado de produção				
ARTICULAÇÃO E ACESSIBILIDADE	Relação com fornecedores e compradores (Existência de contratos comercial)	N4 Possui algum tipo de certificação				
		(1) Assessoramento técnico público; (2) Assessoramento técnico privado (3) Treinamento externo de curta duração - perfil gerencial e de suporte (gestão agrícola, mercado agrícola, tipos de financiamento, informática, etc.); (4) Treinamento externo, curta duração - perfil tecnológico (práticas de manejo, manejo de cultivos, inseminação artificial, manejo de pastagem, etc.); (5) Treinamento externo, de média e longa duração (graduação, de especialização e de pós-graduação); (6) Participação em congressos ou seminários ou eventos técnicos; (7) Participação em eventos (reuniões de classe, feiras, etc.); (8) Assinatura de jornal e revista; (9) Interação com clientes (fornecimento por contrato, integração, etc.)	83,0	9,4		
ARTICULAÇÃO E ACESSIBILIDADE	Relação com fornecedores e compradores (Existência de contratos comercial)	(1) Sistemas de controle operacionais e gerenciais (sistema de controle de administrativos, de procedimentos técnicos e dados de desempenho); (2) Certificações ou sistemas de	17,0			
ARTICULAÇÃO E ACESSIBILIDADE	Interações com ambiente externo	Grau de integração c/ comprador MP	N1 Sem integração/ venda em mercado spot	43,0	41,0	6,8
			N2 Comercializa via Cooperativa			
			N3 Possui integração com agroindústria			
			N4 Comercializa via contrato ou em mecanismos de venda antecipada			
ARTICULAÇÃO E ACESSIBILIDADE	Fontes de informação tecnológica acessada	Intensidade de participação em evento (Nº de participação em feiras, exposições, reuniões de associação dentre outros)	Acesso a telefone (SIM ou NÃO)	10,0		
			Acesso a Internet (SIM ou NÃO)	21,0		
			Acesso a jornal, revista, etc. (SIM ou NÃO)	21,0		
			Uso de mecanismos de financiamento (N1 não usa; N2 uso de mecanismos tradicionais de financiamento; N3 Uso de novos	5,0		
ARTICULAÇÃO E ACESSIBILIDADE	Fontes de informação tecnológica acessada	Intensidade de participação em evento (Nº de participação em feiras, exposições, reuniões de associação dentre outros)	(1) Fornecedores; (2) Clientes ou consumidores; (3) Visita a propriedades no país; (4) Visita a propriedades no exterior; (5) Consultoria ou assistência técnica; (6) Contato com universidades/ Centros de Ensino Superior; Institutos de Pesquisa/ Centros tecnológicos; (7) Contato com centros de capacitação profissional e assistência técnica; (8) Assinatura ou compra frequente de revistas técnicas ou publicações especializadas; (9) Participação em congressos, seminários e outros eventos técnicos no país; (10) Participação em congressos, seminários e outros eventos técnicos no exterior; (11) Participação em feiras e exposições no país; (12) Participação em feiras e exposições no exterior; (13) Contato com associações de classe/setoriais, etc. ;	36,0		
				12,0		

MACROÍNDICE	MESOÍNDICE	INDICADORES	DESCRITORES	PESOS (%)		
RECURSOS FÍSICOS	INTENSIDADE DE INVESTIMENTO	Gastos em atividades internas de P&D (% RLV)		27,0		
		Gastos em atividades de aquisição externa de P&D (% RLV)		14,0		
		Gastos em aquisição de outros conhecimentos externos (% RLV)		6,0		
		Gastos em atividades de aquisição de software (% RLV)		4,0		
		Gastos em atividades de aquisição de máquinas e equipamentos (% RLV)		14,0		
		Gastos em atividades de de treinamento (% RLV)		21,0		
		Gastos em atividades de lançamento de produtos ou processos novos (% RLV)		6,0		
		Gastos em atividades de projeto industrial e outras reparações técnicas (% RLV)		6,0		
		RH atividades de P&D (% de funcionários envolvidos diretamente em atividades de P&D)		26,0		
		Qualificação formal de RH (% de funcionários com nível de instrução técnico de 2º grau, graduação e pós-graduação)		14,0		
RECURSOS FÍSICOS	RH	Qualificação engenheiros e técnicos (% de pessoal de formação técnica ou graduação em áreas de engenharia e técnica)		45,0		
		Qualificação RH de P&D (% de funcionários envolvidos em atividades de P&D com nível de instrução técnico de 2º grau, graduação e pós-graduação)		6,0		
		Intensidade de formação técnica (% do total de funcionários que realizam formação técnica externa no ano)		25,0		
		Permanência RH (% médio anual de permanência de pessoal na empresa)		8,0		
		Existência de função ou departamento para desenvolvimento de atividades de P&D (SIM ou NÃO)		43,0		
		Realização de melhoria de layout nos últimos três anos (SIM ou NÃO)		11,0		
		Realização de introdução ou aquisição de equipamentos e tecnologias inovadoras nos últimos três anos (SIM ou NÃO)		8,0		
				43,0		
				11,0		
				8,0		
PRE-PROCESSAMENTO	INFRAESTRUTURA	Local de realização de análise	N1 Não possuem laboratórios próprios N2 Usam laboratórios de terceiro no qual são associados N3 Possuem laboratório próprio de análise	2,0		
		Perfil de análises realizadas	N1 Grupo 1 - análises físicas (massa de amostra e pekar) N2 Grupo 2 - análises físicas, químicas e reológicas N3 Grupo 3 - análises físicas, químicas, reológicas e microbiológicas N4 Grupo 4 - análises físicas, químicas, reológicas, microbiológicas e microscópica	5,0		
		Estocagem - Capacidade de estocagem	N1 Capacidade de estocagem menor que seis meses N2 Capacidade de estocagem maior que seis meses	4,0		
		Pré-Limpeza-Translagem - Segregação	N1 Não executa segregação da matéria-prima e baixa flexibilidade para execução de blend N2 Executa segregação da matéria-prima e alta flexibilidade para execução de blend	21,0		
		Pré-Limpeza - Pesagem	N1 Não existe pesagem contínua N2 Existe pesagem contínua	7,0		
		1ª Limpeza	N1 Peneiragem N2 Escovação de grão N3 Lavagem de grãos com água	16,0		
		1ª Limpeza - Seleção por cor de grão	N1 Não executa seleção por cor de grão N2 executa seleção por cor de grão	7,0		
		1ª Limpeza - peso específico	N1 Seleção de frações por peso específico em menos de 4 frações (por. ex.: 80kg/h; 75,9 - 70,0 kg/h; 69,9 - 60,0 kg/h; -60kg/h)	3,0		
		1ª Limpeza - controle	N1 Não executa controle on line de unidade N2 Possui controle on line de unidade	12,0		
		Condicionamento - Descanso	N1 Tempo de repouso menor que 18 horas N2 Tempo de repouso de 18 a 23 horas N3 Tempo de repouso de 24 a 36 horas	19,0		
DENSIDADE TECNOLÓGICA	PROCESSAMENTO	2ª Limpeza	N1 Não há descascamento parcial do trigo N2 Execução de descascamento parcial do trigo	4,0		
		Capacidade de processamento	N1 Até 150 toneladas/dia N2 De 151 a 500 toneladas/dia N3 Acima de 500 toneladas/dia	11,0		
		Área de planifier/ produção de farinha	N1 Valor abaixo da faixa considerada referência 0,05 - 0,065m²/100 kg/24h N2 Valor entre a faixa considerada referência 0,05 - 0,065m²/100 kg/24h N3 Valor acima da faixa considerada referência 0,05 - 0,065m²/100 kg/24h	27,0		
		Grau de extração	N1 Taxa de extração menor que 78% N2 Taxa de extração maior que 78%	18,0		
		Equipamentos	N1 Não há purificador ou sasser N2 Presença do purificador ou sasser	22,0		
		Linhas de mistura	N1 Não há linha de mistura de farinha N2 Existência de linha de mistura de farinha	10,0		
		Uso de aditivos	N1 Não há uso de aditivos para correção e diversificação de produtos comerciais N2 Uso de aditivos para correção e diversificação de produtos comerciais	4,0		
		Capacidade de estocagem	N1 Capacidade de estocagem em silos inferior a 2 dias de produção N2 Capacidade de estocagem em silos de 3 a 9 dias de produção N3 Capacidade de estocagem em silos superior 10 dias de produção	8,0		
		Perfis de controle de variáveis	N1 Controles manuais N2 Controle semi-automático N3 Automação total dos controles	31,0		
		Automação - Supervisórios de controle	N1 Ausência de supervisórios de controle N2 Existência de supervisórios de controle	4,0		
CONTROLES	Automação - Rastreabilidade	Automação - Rastreabilidade	N1 Ausência de sistema de rastreabilidade-automação N2 Existência de sistema de rastreabilidade-automação	16,0		
		Automação - Monitoramento on line	N1 Ausência de monitoramento on line da qualidade da farinha (NRS) N2 Existência de monitoramento on line da qualidade da farinha (NRS)	14,0		
		Automação - Controle de rendimento	N1 Ausência de controle de rendimento (yield control) N2 Existência de controle de rendimento (yield control)	9,0		
		Automação - Controle de inventário	N1 Ausência de controle on line de inventário N2 Existência de controle on line de inventário	6,0		
		Automação - Temperatura e umidade	N1 Ausência de controle de temperatura e umidade na estocagem N2 Existência de controle de temperatura e umidade na estocagem	14,0		
		ESTOCAGEM, EMPACOTAMENTO E DISTRIBUIÇÃO	Estocagem e distribuição - tipos de embalagem final	Estocagem e distribuição - tipos de embalagem final	N1 Única linha embalagem final N2 Uma ou mais linhas embalagem final N3 Todas linhas de embalagem final (granul, big bags, sacos de 25 e 50 kg e pates de 1 a 5 kg)	100,0
				Planejamento estratégico	N1 Não realiza planejamento estratégico N2 Planejamento estratégico executado no proprietário ou na gerência N3 Realiza planejamento estratégico formal com envolvimento de funcionários N4 Realiza planejamento estratégico formal com envolvimento de funcionários e sistema de mensuração de desempenho	28,0
				Planejamento e controle de produção	N1 Não realiza planejamento de produção de maneira formal N2 A empresa realiza previsão de demanda e possui controle de estoques N3 A empresa realiza previsão de demanda, possui controle de estoques e ERP (formal e informatizado) e possui intercâmbio eletrônico de dados com clientes	57,0
				Gestão de custos	N1 Não possui gestão de custo N2 Empresa método de custos completo ou por absorção N3 Empresa método de custos por atividade ou Activity Based Costing (ABC)	15,0
				Monitoramento tecnológico - Canais de observação/Conhecimento de mercado	N1 Não há uso de pessoal de vendas para captação de demanda e observação proprietária ou pela oferta de fornecedores N2 Realiza observação, pesquisa, participação em feiras e seminários, realização de estudos de marketing N3 Centro de inteligência, monitoramento de tecnologias e uso de ferramentas de prospecção (entrevistas com clientes, pesquisas de mercado, mapping) e sistemas de geração de ideias	25,0
PROCESSOS E ROTINAS	Estudos de viabilidade			Estudos de viabilidade	N1 Não há estudos de viabilidade N2 Elaboração de projetos de viabilidade detalhados com participação de pessoal interno N3 Elaboração de projetos de viabilidade detalhados com participação de pessoal interno e/ou contratação de consultoria N4 Elaboração de projetos de viabilidade detalhados plano de marketing e lançamento de produto	75,0
				Perfil de desenvolvimento de produto	N1 Melhorias incrementais de qualidade de produto N2 Uso de engenharia reversa N3 Modificação de produto adquirido por licenciamento N4 Produto novo ou melhorado com base em parcerias de P&D N5 Produto novo ou melhorado com base em P&D interna N6 Não possui metodologia formal de desenvolvimento de produto	75,0
				Desenvolvimento de produto	N1 Processo formalizado de desenvolvimento de produto (DP) com fases distintas (geração de ideias, análise de viabilidade, desenvolvimento técnico, teste, etc.) com a integração de áreas/departamentos N2 Processo formal de DP com fases distintas, integração de áreas/departamentos e uso pesquisa de marketing, uso de ferramentas de desenvolvimento (QFD, FMEA, etc.), uso de ferramentas computacionais (CAM), elaboração de plano de lançamento etc. N3 Não tem prática formalizada em termos de gestão de qualidade N4 Controle estatístico do processo ou bases estatísticas de fabricação (BPF)	25,0
				Gestão de qualidade	N1 Análise de Pontos Críticos de Controle (APCC) ou ISO 9000 ou 14000 N2 ISO 22000 N3 Somatório da presença das seguintes atividades: (1) Programa de manutenção preventiva; (2) Banco de dados, análise de informações e procedimento de correção; (3) Análise de problemas, SAC e ações corretivas; (4) Treinamento contínuo de recursos humanos; (5) Programa formal de melhoria contínua; (6) Realização de melhorias em produtos adquiridos por licenciamento e equipamentos adquiridos (7) Mudança de organização de trabalho ou estrutura organizacional/divisão de setores N4 ISO 22000	75,0
				Melhoria de processo (somatório de itens)	(1) Contratação de especialista ou consultor externo (para desenvolvimento de sistemas operacionais/gerenciais); (2) Treinamento externo - curta duração - perfil gerencial e de suporte (microinformática, TQM, desenvolvimento gerencial, gestão de projetos, etc.); (3) Treinamento externo - curta duração - perfil técnico (novos ingredientes, tecnologias de processo, práticas de manejo, etc.); (4) Treinamento externo, de média e longa duração (programa de incentivo ou de reembolso de graduação, de especialização e de pós-graduação); (5) Participação em congressos ou seminários ou eventos técnicos; (6) Participação em eventos (reuniões de classe, feiras, etc.); (7) Interação com fornecedores (interação para desenvolvimento de projeto); (8) Interação com cliente (envolvimento no projeto do produto, no teste do produto ou através de pesquisas específicas)	38,0
		MECANISMOS DE APRENDIZAGEM	AQUISIÇÃO EXTERNA (somatório de itens: 0 A 8)	AQUISIÇÃO EXTERNA (somatório de itens: 0 A 8)	(1) Treinamento interno de funcionários com uso de pessoal interno; (2) Treinamento interno de funcionários com participação de pessoal externo; (3) Programas formais de treinamento de funcionários ou contratação de terceiros; (4) Atividades de rotina, grupos de supervisão e montagem/grupos de controle operacionais e gerenciais (sistema de controle de contratos, integração de entre sistemas operacionais e corporativos); (5) Instruções técnicas e ferramentas específicas de para projetos; (6) Auditorias internas; (7) Desenvolvimento conjunto cliente e fornecedor (intercâmbio com clientes e fornecedores para desenvolvimento de projeto, interação continuada com a matriz, soluções para desenvolvimento e teste)	25,0
				AQUISIÇÃO INTERNA (somatório de itens: 0 A 6)	(1) Rotação no trabalho, grupos multidisciplinares (grupos de trabalho multifuncionais e multidisciplinares, técnicos trabalham na fábrica e na supervisão (ópis setores); (2) Soluções compartilhadas de problemas (participação em reuniões de projetos, reuniões de projetos na matriz, comitê de qualidade, etc.); (3) Teste (ou prototipagem) ou desenvolvimento de projetos com participação de pessoal de diferentes setores; (4) Sistemas de disseminação da informação (jornalistas) reuniões periódicas para todos os setores; (5) sistema de disseminação de informação com compartilhamento de dados via rede, uso de intranet e internet; (6) Desenvolvimento conjunto cliente e fornecedor (intercâmbio com clientes e fornecedores para desenvolvimento de projeto, interação continuada com a matriz, soluções para desenvolvimento e teste)	29,0
				SOCIALIZAÇÃO (somatório de itens: 0 A 6)	(1) Codificação e especificação de materiais (códigos e padrões de engenharia, soluções modulares para projetos, etc.); (2) Elaboração de procedimentos administrativos (normas internas e memorandos, elaboração de procedimentos e instruções técnicas); (3) Certificações e reciclações; (4) Sistemas de controle operacionais e gerenciais (sistema de controle de contratos, integração de entre sistemas operacionais e corporativos); (5) Instruções técnicas e ferramentas específicas de para projetos; (6) Auditorias internas; (7) Desenvolvimento conjunto cliente e fornecedor (intercâmbio com clientes e fornecedores para desenvolvimento de projeto, interação continuada com a matriz, soluções para desenvolvimento e teste)	23,0
				CODIFICAÇÃO (somatório de itens: 0 A 7)	(1) Codificação e especificação de materiais (códigos e padrões de engenharia, soluções modulares para projetos, etc.); (2) Elaboração de procedimentos administrativos (normas internas e memorandos, elaboração de procedimentos e instruções técnicas); (3) Certificações e reciclações; (4) Sistemas de controle operacionais e gerenciais (sistema de controle de contratos, integração de entre sistemas operacionais e corporativos); (5) Instruções técnicas e ferramentas específicas de para projetos; (6) Auditorias internas; (7) Desenvolvimento conjunto cliente e fornecedor (intercâmbio com clientes e fornecedores para desenvolvimento de projeto, interação continuada com a matriz, soluções para desenvolvimento e teste)	10,0
				ARTICULAÇÃO E ACESSIBILIDADE	Interações com ambiente externo	Interações com ambiente externo
Relação com fornecedores	N1 Compra em mercado local/colação de preços ou contratos de curto prazo N2 Programa de seleção de fornecedores com compra a partir de colação entre o cadastro de fornecedores N3 Relacionamento comercial com contratos de longo prazo e programa de desenvolvimento de fornecedor N4 Fornecedores exclusivos e programa de desenvolvimento e certificação de fornecedores					10,0
Perfil de captação de matéria-prima	N1 Grau de integração of fontes, matéria-prima - % de captação de matéria-prima sob contrato					4,0
fontes de informação tecnológica acessada	(1) Departamento de P&D interna ou de empresa do grupo; (2) Fornecedores; (3) Clientes ou consumidores; (4) Visita a empresa no país; (5) Visita a empresa no exterior; (6) Consultoria ou assistência técnica especializada contratada - nacional; (7) Consultoria ou assistência técnica especializada contratada - internacional; (8) Contato com universidades/ Centros de Ensino Superior, Institutos de Pesquisa/ Centros tecnológicos; (9) Contato com centros de capacitação profissional e assistência técnica; (10) Contato em feiras, eventos e congressos; (11) Contato com centros frequentes de revistas técnicas ou publicações especializadas; (12) Participação em congressos, seminários e outros eventos técnicos no país; (13) Participação em congressos, seminários e outros eventos técnicos no exterior; (14) Participação em feiras e exposições no país; (15) Participação em feiras e exposições no exterior; (16) Contato com associações de classe/setores, etc.; (17) Participação em rede de informação informatizada					30,0
Intensidade de participação em evento	Nº de participação em eventos técnicos (congressos, seminários, simpósios e outros) Nº de participação em feiras, exposições, reuniões de associação cliente outros					9,0 6,0

Arquitetura ICT- Indústria Trigo/ Moagem e pesos correspondentes

MACROÍNDICE	MESOÍNDICE	INDICADORES	DESCRIPTORES	PESOS (%)	
RECURSOS FÍSICOS	INTENSIDADE DE INVESTIMENTO	Gastos em atividades internas de P&D (% RLV)		23,0	
		Gastos em atividades de aquisição externa de P&D (% RLV)		10,0	
		Gastos em aquisição de outros conhecimentos externos (% RLV)		6,0	
		Gastos em aquisição de software (% RLV)		3,0	
		Gastos em atividades de aquisição de máquinas e equipamentos (% RLV)		20,0	
	RH	Gastos em atividades de treinamento (% RLV)		21,0	
		Gastos em atividades de lançamento de produtos ou processos novos (% RLV)		7,0	
		Gastos em atividades de projetos industriais e outras reparações técnicas (% RLV)		10,0	
		RH atividades de PD&I (% de funcionários envolvidos diretamente em atividades de P&D)		27,0	
		Qualificação formal de RH (% de funcionários com nível de instrução técnico de 2º grau, graduação e pós-graduação)		14,0	
INFRAESTRUTURA	Qualificação engenheiros e ciência (% de pessoal de formação técnica ou graduação em áreas de engenharia e ciência)		15,0		
	Qualificação RH de PD&I (% de funcionários envolvidos em atividades de P&D com nível de instrução técnico de 2º grau, graduação e pós-graduação)		6,0		
	Intensidade de formação técnica % do total de funcionários que realizaram treinamento técnico externo no ano		28,0		
	Permanência RH (% médio anual de permanência de pessoal na empresa)		10,0		
	Existência de função ou departamento para desenvolvimento de atividades de PD&I (SIM ou NÃO)		41,0		
DENSIDADE TECNOLÓGICA	PRE-PROCESSAMENTO	Existência de departamento ou setor de marketing específico (SIM ou NÃO)		15,0	
		Realização de melhoria de layout nos últimos três anos (SIM ou NÃO)		6,0	
		Realização de introdução ou aquisição de equipamentos e tecnologias avançadas nos últimos três anos (SIM ou NÃO)		38,0	
		Local de realização de análise	N1 Não possuem laboratórios próprios N2 Usam laboratórios de terceiro no qual são associados N3 Possuem laboratório próprio de análise		8,0
		Qualidade da farinha	N1 Não realiza análise de farinha comprada (laudo do fornecedor) N2 Realiza análise: umidade, cinzas, glúten úmido, cor, distribuição de partículas e lipoxidase		28,0
	PROCESSAMENTO	Estocagem - Segregação	N1 Não executa segregação da matéria-prima e baixa flexibilidade para execução de blend N2 Executa segregação da matéria-prima e alta flexibilidade para execução de blend		64,0
		Perfil do processo	N1 Linha com equipamentos individualizados e processos separados N2 Linhas semi-contínuas N3 Linha contínua		21,0
		Matéria-prima	N1 Uso de matérias primas tradicionais (farinha, ovos in natura, etc.) N2 Uso de novas matérias-primas (ovo em pó ou pasteurizado, pré-mix, etc.)		11,0
		Uso de aditivos	N1 Não há uso de aditivos para correção (p.ex. melhoradores, lipase etc.) N2 Uso de aditivos para correção (p.ex. melhoradores, lipase etc.)		4,0
		Amassamento e extrusão	N1 Cilindragem N2 Sob vácuo N3 Trella de aço inoxidável		28,0
CONTROLES	Trefila - Tipo de matriz	N1 Trefila composta por 50% Bronze + 50% teflon (cobertura) N2 Trefila de bronze		8,0	
	Secagem	N1 Secagem tradicional - tipo estático em baixa temperatura N2 Secagem tipo túnel em alta temperatura		28,0	
	Perfil de controle de variáveis	N1 Controles manuais N2 Controle semi-automático N3 Automação total		35,0	
	Controle de rendimento	N1 Ausência de controle de rendimento (yield control) N2 Existência de controle de rendimento (yield control)		5,0	
	Controle de inventário	N1 Ausência de controle on line de inventário N2 Existência de controle on line de inventário		11,0	
ESTOCAGEM, EMPACOTAMENTO E DISTRIBUIÇÃO	Controle de Temperatura e umidade	N1 Ausência de controle de temperatura e umidade na estocagem N2 Existência de controle de temperatura e umidade na estocagem		16,0	
	Controle de qualidade produto final	N1 Não realiza análises de qualidade produto final N2 Realização de análise: determinação da umidade, determinação do tempo de cozimento, teste de cozimento e acidez		33,0	
	Tipos de embalagem final	N1 materiais de alta porosidade (caixas papéis, papel monolítico) e polietileno N2 Materiais de baixa permeabilidade: filmes de polipropileno mono ou bicamadas (PP ou BOPP), de polietileno de alta densidade N3 Materiais de baixa permeabilidade estruturados: polietileno de alta densidade (PEAD), estruturas laminadas		100,0	
	Planejamento estratégico	N1 Não realiza planejamento estratégico N2 Planejamento estratégico centralizado no proprietário ou na gerência N3 Realiza planejamento estratégico formal com envolvimento de funcionários		34,0	
	Planejamento e controle da produção	N1 Não realizam planejamento da produção de maneira formal N2 A empresa realiza previsão de demanda e possui controle de estoques N3 A empresa realiza previsão de demanda, possui controle de estoques e ERP (formal e informatizado) e possui		33,0	
PROCESSOS E ROTINAS	PLANEJAMENTO E CONTROLE	Gestão de custos	N1 Não possui gestão de custo N2 Emprega método de custeio completo ou por absorção N3 Emprega método de custeio por atividade ou Activity Based Costing (ABC)		33,0
		Monitoramento tecnológico /Canais de observação/Conhecimento de mercado	N1 Não há / uso de pessoal de vendas para captação de demanda e observação proprietário ou pela oferta de N2 Relatórios setorial, revistas especializadas, participação em feiras e seminários, realização de estudos de marketing N3 Centro de inteligência, monitoramento de tecnologia e uso de ferramentas de prospeção (entrevistas com clientes,		25,0
		Estudos de viabilidade	N1 Não há estudos de viabilidade N2 Elaboração de projetos de viabilidade detalhados com participação de pessoal interno N3 Elaboração de projetos de viabilidade detalhados com participação de pessoal interno e/ou contratação de consultoria		75,0
		Perfil de desenvolvimento de produto	N1 Elaboração de projetos de viabilidade detalhados, plano de marketing e lançamento de produto N2 Melhorias incrementais de qualidade de produto N3 Uso de engenharia reversa		50,0
		Desenvolvimento de produto	N1 Não possui metodologia formal de desenvolvimento de produto N2 Processo formalizado de desenvolvimento de produto (DP) com fases distintas (geração de ideias, análise de N3 Processo formal de DP com fases distintas, integração de áreas/departamentos e uso pesquisa de marketing, uso de		50,0
	ENGENHARIA DE PROCESSO	Gestão de qualidade	N1 Não tem práticas formalizadas em termos de gestão de qualidade N2 Controle estatístico de processo ou boas práticas de fabricação (BPF) N3 Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle (APCC) ou ISO 9000 ou 14000 N4 ISO 22000		25,0
		Melhoria de processo (somatório de itens)	Somatório da presença das seguintes atividades: (1) Programa de manutenção preventiva; (2) Banco de dados, análise de informações e procedimento de correção; (3) Análise de problemas: SAC e ações corretivas; (4) Treinamento contínuo de recursos humanos; (5) Programa formal de melhoria contínua; (6) Realização de melhorias em produtos adquiridos por licenciamento e equipamentos adquiridos (7) Mudança de organização de		75,0
		AQUISIÇÃO EXTERNA (somatório de itens: 0 A 8)	(1) Contratação de especialista ou consultor externo (para desenvolvimento de sistemas operacionais/ gerenciais); (2) Tratamento externo - curta duração - perfil gerencial e de suporte (microinformática, TQM, desenvolvimento gerencial, gestão de projetos, etc.); (3) Tratamento externo, curta duração - perfil tecnológico (novos ingredientes, tecnologias de processo, práticas de manejo, etc.); (4) Tratamento externo, de média e longa duração (programa de incentivo ou de reembolso de graduação, de especialização e de pós-graduação); (5) Participação em congressos ou seminários ou eventos técnicos; (6) Participação em eventos (reuniões de classe, feiras, etc.); (7) Interação com		25,0
		AQUISIÇÃO INTERNA (somatório de itens: 0 A 6)	(1) Treinamento interno de funcionários com uso de pessoal interno; (2) Treinamento interno de funcionários com participação de pessoal interno; (3) Programa formal de treinamento de novos funcionários ou contratação de trainees; (4) Atividades de rotina, grupos de supervisão e montagem/ grupos de qualidade/ participação dos empregados em atividades desenvolvidas pela matriz ou empresas associadas; (5) Aprendizagem por busca, experimentação, comparação de dados/ laboratório com dados de teste e/ou de processo, estudo de literatura		25,0
		SOCIALIZAÇÃO (somatório de itens: 0 A 6)	(1) Retenção no trabalho, grupos multidisciplinares (grupos de trabalho multidisciplinares e multidisciplinares, técnicos trabalham na fábrica e na supervisão (dois setores); (2) Soluções compartilhadas de problemas (participação em reuniões de projetos, reuniões de projetos na matriz, comitê de qualidade, etc.); (3) Teste (ou prototipagem) ou desenvolvimento de projetos com participação de pessoal de diferentes setores; (4) Sistemas de disseminação de informação: jornal/mural/ reuniões periódicas para todos os setores; (5) sistema de disseminação de informação com compartilhamento de dados via rede, uso de intranet e internet; (6) Desenvolvimento conjunto cliente e fornecedor (intercambio com clientes e fornecedores para desenvolvimento de projeto, interação continuada com a matriz,		25,0
MECANISMOS DE APRENDIZAGEM	CODIFICAÇÃO (somatório de itens: 0 a 7)	(1) Codificação e especificação de materiais (códigos e padrões de engenharia, soluções modulares para projetos, etc.); (2) Elaboração de procedimentos administrativos (normas internas e memorandos, elaboração de procedimentos e instruções técnicas); (3) Certificações e recertificações; (4) Sistemas de controle operacionais e gerenciais (sistema de controle de contratos, integração de entre sistemas operacionais e corporativos); (5) Instruções técnicas e ferramentas específicas de para projetos; (6) Auditorias internas; (7) Desenvolvimento conjunto cliente e fornecedor (intercambio com clientes e fornecedores para desenvolvimento de projeto, interação continuada com a		25,0	
		Interações com ambiente externo	N1 Compra de bens e serviços e troca de informações esporádicas N2 Troca de informações redes associativas N3 Compra de pacotes tecnológico N4 Projeto de desenvolvimento de PD&I com fornecedor N5 Projeto de desenvolvimento de PD&I com participação direta do cliente N6 Ligações com instituições de ensino e pesquisa N7 Cooperação com centros de PD&I N8 Licenciamento de tecnologia N9 Transferência de tecnologia		33,0
		Relação com fornecedores	N1 Compra em mercado spot/ cotação de preços ou contratos de curto prazo N2 Programa de seleção de fornecedores com compra a partir de cotação entre o cadastro de fornecedores N3 Relacionamento comercial com contratos de longo prazo e programa de desenvolvimento de fornecedor N4 Fornecedores exclusivos e programa de desenvolvimento e certificação de fornecedores		10,0
		Perfil de captação de matéria-prima	Orçamento de integração /fornec. matéria-prima - % de captação de matéria-prima sob contrato		4,0
		fontes de informação tecnológica acessada	(1) Departamento de P&D interna ou de empresa do grupo; (2) Fomecedores; (3) Clientes ou consumidores; (4) Visita a empresas no país; (5) Visita a empresas no exterior; (6) Consultoria ou assistência técnica especializada contratada - nacional; (7) Consultoria ou assistência técnica especializada contratada - internacional; (8) Contato com universidades/ Centros de Ensino Superior, Institutos de Pesquisa/ Centros tecnológicos; (9) Contato com centros de capacitação profissional e assistência técnica; (10) Contato com institutos de testes, ensaios e certificados; (11) Assinatura ou compra freqüente de revistas técnicas ou publicações especializadas; (12) Participação em congressos, seminários e outros eventos técnicos no país; (13) Participação em congressos, seminários e outros eventos técnicos no exterior; (14) Participação em feiras e exposições no país; (15) Participação em feiras e exposições no exterior; (16) Contato com		30,0
	ARTICULAÇÃO E ACESSIBILIDADE	Intensidade de participação em evento	Nº de participação em eventos técnicos (congressos, seminários, simpósios e outros) Nº de participação em feiras, exposições, reuniões de associação dentre outros		14,0 9,0

Arquitetura ICT- Indústria de Trigo/ Massa e pesos correspondentes

MACROÍNDICE	MESOÍNDICE	INDICADORES	DESCRITORES	PESOS (%)		
RECURSOS FÍSICOS	INTENSIDADE DE INVESTIMENTO	Destino % do faturamento para atividades inovativas		100,0	20,0	
	RH	Nível de instrução (Nº de anos)		48,0	60,0	
		Nº de participação em eventos técnicos (congressos, seminários, simpósios e outros)		40,0		
		Número de anos de exercício de atividade agrícola		12,0		
INFRAESTRUTURA	Realizou introdução ou aquisição de equipamentos e tecnologias avançadas nos últimos três anos (SIM ou NÃO)		83,0	20,0		
Possui computador (SIM ou NÃO)		17,0				
DENSIDADE TECNOLÓGICA (cont.)	MANEJO PRODUTIVO	Raça do rebanho	N1 Rebanho sem raça definida	13,0	8,0	
		N2 Rebanho com raça definida				
		Mecanismo de reprodução	N1 Uso de monta natural			
			N2 Uso de inseminação artificial			87,0
	N3 Uso de inseminação artificial, seleção genética, avaliação da condição reprodutiva e diagnóstico da gestação via palpação					
	CONTROLE	Controle reprodutivo	N1 Não realiza controle reprodutivo do rebanho		50,0	8,0
			N2 Efetua planejamento e registro apenas de parições			
		Controles Zootecnico	N3 Efetua planejamento e controle de coberturas, de parições e leiteiro			
			N1 Sem gerenciamento de dados de zootécnicos		50,0	
	N2 Possui fichas zootécnicas de acompanhamento					
	N3 Possui fichas zootécnicas ou software ou livros ou cadernos e quadros dinâmicos circulares de reprodução e crescimento de bezeros e novilhas					
	MANEJO DE ALIMENTAÇÃO	Correção e adubação química de pastagem	N1 Não realiza calagem e adubação		8,0	36,0
			N2 Usa apenas calcário			
			N3 Usa calcário e realiza adubações de pastagem com quantidade fixas			
			N4 Usa calcário e realiza adubações de pastagens baseadas em análise de solo			
		Adubação orgânica de pastagem	N1 Não realiza adubação orgânica		12,0	
			N2 Uso de adubação orgânica em quantidades fixas			
			N3 Faz uso de adubação orgânica baseada em análise de solo e do resíduo aplicado			
		Perfil de variedade de pastagens	N1 Uso de único perfil de pastagem ou pasto nativo		5,0	
			N2 Utiliza um único tipo de pastagem ou pasto nativo + capineira			
Manejo de pastagem		N3 Uso de pasto de verão e inverno exclusivos				
		N4 Uso de várias espécies de pastagem - módulos de pastagens + sobresemeadura				
		N1 Manejo extensivo		26,0		
Irrigação	N2 Manejo rotacionado					
	N3 Manejo rotacionado em faixa					
	N1 Não utiliza irrigação		15,0			
Regime de alimentação dos animais	N2 Utiliza irrigação sem monitoramento de aplicação de água					
	N3 Utiliza irrigação com monitoramento de aplicação de água					
Água para animais	N1 Alimentação sem planejamento do balanço de nutrientes e não realização de suplementação		7,0			
	N2 Alimentação com planejamento do balanço de nutrientes e realização de suplementação					
MANEJO SANITÁRIO	Controle de carrapatos	N1 Água não está de acordo com os padrões de qualidade exigidos		27,0	28,0	
		N2 Água de acordo com os padrões de qualidade exigidos				
		N1 Controle químico tradicional, tomada de decisão baseada no número de carrapatos presentes		4,0		
		N2 Controle estratégico (uso de produto químico adequado e no período mais vulnerável do ciclo de vida)				
		N3 Controle estratégico + alternativas ao controle químico (fitoterápico, fungos e controladores biológico) + rebanho com graus de sangue adequados + manejo de pastagem considerando a ecologia de populações dos ectoparasitas.				
	Forma de pulverização (controle de carrapatos)	N4 Controle estratégico + uso de vacina para carrapato				
		N5 Uso de controle estratégico + alternativas ao controle químico + rebanho com graus de sangue adequados + manejo de pastagem + vacina para carrapato				
		N1 Bomba costal		7,0		
		N2 Bomba capeta (tipo lava-jato) ou pour on				
	Controle de vermes	N3 Câmaras de atomização				
		N4 Banheiros de imersão				
		N1 Controle químico dos efeitos da ação de vermes		4,0		
	Doenças infecciosas - Vacinações	N2 Uso de fitoterápicos e homeopatas sem direcionamento de época				
		N3 Controle com base em exame de fezes				
		N1 Não realização de vacinação		17,0		
		N2 Realização de vacinação de aftosa				
N3 Realização de vacinações: aftosa e brucelose		31,0				
Doenças infecciosas - Monitoramento	N4 Realização de vacinações: aftosa, brucelose e carbúnculo sintomático					
	N5 Realização de vacinações: antenores e outras, segundo histórico da região.					
Mastite - Detecção da doença	N1 Não realiza exames periódicos		16,0			
	N2 Exames de tuberculose e brucelose a cada ano					
	N3 Exames de tuberculose e brucelose a cada 6 meses e solicitação de atestados					
	N1 Sem realização de monitoramento		16,0			
Mastite - Perfil de controle	N2 Testes clínicos: teste de caneca ou dispositivos em ordenhadeira mecânica					
	N3 Testes clínico e subclínico (CMT - "California Mastitis Test")					
	N4 Testes clínico e subclínicos CMT e exames microbiológicos - antibiograms					
	N1 Não executa tratamento para mastite		22,0			
ORDENHA	Instalação	N2 Tratamento curativo				
		N3 Programa base de cinco pontos: tratamento casos clínicos, descarte de casos crônicos, manutenção da ordenhadeira, tratamento da vaca seca, desinfecção dos tetos após ordenha.				
		N4 Programa base de cinco pontos + selante para teto no período seco + vacinação				
		N1 Inexistência de sala de ordenha		83,0		
		N2 Curral de ordenha com piso em terra				
CONFORTO ANIMAL	Instalações	N3 Curral de ordenha com piso cimentado				
		N4 Sala de ordenha				
		N5 Sala de ordenha com fosso e contenções para as vacas		17,0		
	Sombreamento	N1 Manual				
		N2 Mecânica				
		N3 Mecânica com canalização ou dispositivo de transferência de leite para tanque				
		N1 Arquitetura inadequada (posição solar inadequada; fechada; cobertura de telha de zinco ou amianto e sem recursos de climatização)		7,0		
		N2 Instalações com arquitetura adequada (posição solar adequada - abertura lateral; cobertura de telha de barro) sem recursos de climatização				
Comportamento de pastoreio	N3 Instalações com arquitetura adequada, com recursos de climatização (aspersor ou ventilador e instrumentos de monitoramento de temperatura e umidade)					
	N1 Não possui áreas de sombreamento		12,0			
Bebedouro	N2 Possui áreas de sombreamento					
	N1 Animais pastejando durante todo o dia		55,0			
	N2 Animais pastejando durante o final da tarde e início da noite					
	N3 Animais pastejando durante o final da tarde e início da noite e nas horas quentes do dia (10hs as 16hs) ficam abrigados sob sombra natural ou artificial					
N1 Inexistência de bebedouros no pasto		26,0				
N2 Bebedouros distantes (ingestão de água após o pastejo)						
N3 Bebedouros próximos (ingestão de água durante o pastejo)						
N4 Bebedouro carrapato						

Arquitetura ICT- AgroLeite e pesos correspondentes

MACROÍNDICE	MESOÍNDICE	INDICADORES	DESCRIPTORIOS	PESOS (%)		
DENSIDADE TECNOLÓGICA (cont.)	CONTROLE DE QUALIDADE	Análise	N1 Não realiza análises de matéria-prima	10,0	3,0	
			N2 Realização de análise do leite com coleta do tanque de expansão			
			N3 Realização de análise do leite por vaca			
		Perfil de análise de leite	N1 Não realiza análises de matéria-prima	25,0		
			N2 Contagem bacteriana total (CBT) e Contagem células somáticas (CCS)			
			N3 CTB, CCS e redutase			
			N4 CTB, CCS, redutase e crioscopia			
			N5 CTB, CCS, redutase, crioscopia, % de gordura e % de proteína			
			N6 CTB, CCS, redutase, crioscopia e % de gordura, de proteína e de sólidos totais			
	Resfriamento do leite	N1 Não realiza resfriamento	65,0			
		N2 Resfriador de imersão				
		N3 Tanque de resfriamento				
	CONTROLE DE QUALIDADE	Análise	N1 Não realiza análises de matéria-prima	10,0	3,0	
			N2 Realização de análise do leite com coleta do tanque de expansão			
			N3 Realização de análise do leite por vaca			
		Perfil de análise de leite	N1 Não realiza análises de matéria-prima	25,0		
			N2 Contagem bacteriana total (CBT) e Contagem células somáticas (CCS)			
			N3 CTB, CCS e redutase			
			N4 CTB, CCS, redutase e crioscopia			
			N5 CTB, CCS, redutase, crioscopia, % de gordura e % de proteína			
			N6 CTB, CCS, redutase, crioscopia e % de gordura, de proteína e de sólidos totais			
	Resfriamento do leite	N1 Não realiza resfriamento	65,0			
		N2 Resfriador de imersão				
		N3 Tanque de resfriamento				
MANEJO AMBIENTAL	Práticas ambientais	N1 Não aplica conservação de solo	45,0	8,0		
		N2 Aplica conservação de solo (terraços em nível, preparo de solo em nível e plantio direto)				
		N3 Aplica conservação de solo e possui mata ciliar				
		N4 Aplica conservação de solo e possui mata ciliar e proteção de nascentes				
		N5 Aplica conservação de solo e possui mata ciliar, proteção de nascentes e reserva legal				
	Manejo de efluente	N1 Não possui sistema de armazenamento ou tratamento de efluentes	37,0			
		N2 Possui sistema de armazenamento de efluentes (esterqueira)				
	Tratamento de disposição de carcaça	N3 Possui sistema de tratamento de efluentes (lagoa, biodigestor, etc.)	10,0			
		N4 Possui sistema de tratamento e realiza análise periódica do resíduo/efluente				
Sistema de descarte	N1 Não realiza o descarte de embalagens, seringas, etc. de acordo com a legislação	8,0				
	N2 Realiza o descarte de embalagens, seringas, etc. de acordo com a legislação					
PROCESSOS E ROTINAS	PLANEJAMENTO E CONTROLE	Planejamento	N1 Não executa planejamento de produção de maneira formal	75,0	28,0	
			N2 Possui nível intermediário de planejamento de produção (sistema de rotação de culturas e adubação)			
			N3 Possui nível avançado de planejamento (metas e indicadores, sistema de rotação, agricultura de precisão e programação de atividades)			
	Gestão de custo	N1 Não possui sistema de levantamento de custo de produção	25,0			
		N2 Emprega sistema formal de acompanhamento de custos				
		N3 Emprega sistema de custo com uso de software específico				
	ENGENHARIA DE PROCESSO	Gestão de qualidade	N1 Não apresenta ações ou sistemas de qualidade	100,0		75,0
			N2 Possui boas práticas de produção (BPP)			
			N3 Possui sistema integrado de produção			
MECANISMOS DE APRENDIZAGEM	AQUISIÇÃO EXTERNA (somatório de itens: 0 A 7)	(1) Assessoramento técnico público; (2) Assessoramento técnico privado (3) Treinamento externo _ curta duração _ perfil gerencial e de suporte (gestão agrícola, mercado agrícola, tipos de financiamento, informática, etc.); (3) Treinamento externo_ curta duração _ perfil tecnológico (práticas de manejo, manejo de cultivares, inseminação artificial, manejo de pastagem, etc.); (4) Treinamento externo_ de média e longa duração (graduação, de especialização e de pós-graduação); (5) Participação em congressos ou seminários ou eventos técnicos; (6) Participação em eventos (reuniões de classe, feiras, etc.); (8) Assinatura de jornal e revista; (7) Interação com clientes (fornecimento por contrato, integração, etc.)	75,0	6,0		
	CODIFICAÇÃO (somatório de itens: 0 a 2)	(1) Sistemas de controle operacionais e gerenciais (sistema de controle de administrativos, de procedimentos técnicos e dados de desempenho); (2) Certificações ou sistemas de rastreabilidade;	25,0			
ARTICULAÇÃO E ACESSIBILIDADE	Interações com ambiente externo	Relação com fornecedores e compradores (Existência de contratos comercial)	43,0	9,0		
		Acesso a telefone (SIM ou NÃO)	10,0			
		Acesso a internet (SIM ou NÃO)	21,0			
		Acesso a jornal, revista, etc. (SIM ou NÃO)	21,0			
	Relação com fornecedores	Uso de mecanismos de financiamento (N1_ não usa; N2_ uso de mecanismos tradicionais de financiamento; N3_ Uso de novos mecanismos de financiamento agrícola)	5,0			
		Relação com fornecedores e compradores (Existência de contratos comercial)	14,0			
fontes de informação tecnológica acessada	(1) Fornecedores; (2) Clientes ou consumidores; (4) Visita a propriedades no país; (5) Visita a propriedades no exterior; (6) Consultoria ou assistência técnica; (8) Contato com universidades/ Centros de Ensino Superior, Institutos de Pesquisa/ Centros tecnológicos; (9) Contato com centros de capacitação profissional e assistência técnica; (11) Assinatura ou compra frequente de revistas técnicas ou publicações especializadas; (12) Participação em congressos, seminários e outros eventos técnicos no país; (13) Participação em congressos, seminários e outros eventos técnicos no exterior; (14) Participação em feiras e exposições no país; (15) Participação em feiras e exposições no exterior; (16) Contato com associações de classe/setoriais, etc. ;	43,0	10,0			
Intensidade de participação em evento	(Nº de participação em feiras, exposições, reuniões de associação dentre outros)	34,0				

Arquitetura ICT - AgroLeite e pesos correspondentes (cont...)

MACROÍNDICE	MESOÍNDICE	INDICADORES	DESCRITORES	PESOS (%)		
RECURSOS FÍSICOS	INTENSIDADE DE INVESTIMENTO	Gastos em atividades internas de P&D (% RLV)		26,0		
		Gastos em atividades de aquisição externa de P&D (% RLV)		14,0		
		Gastos em aquisição de outros conhecimentos externos (% RLV)		6,0		
		Gastos em atividades de aquisição de software (% RLV)		3,0		
		Gastos em atividades de aquisição de máquinas e equipamentos (% RLV)		16,0		
	RH	Gastos em atividades de treinamento (% RLV)		20,0		
		Gastos em atividades de lançamento de produtos ou processos novos (% RLV)		9,0		
		Gastos em atividades de projeto industrial e outras reparações técnicas (% RLV)		6,0		
		RH atividades de PD&I (% de funcionários envolvidos diretamente em atividades de P&D)		30,0		
		Qualificação formal de RH (% de funcionários com nível de instrução técnico de 2º grau, graduação e pós-graduação)		10,0		
INFRAESTRUTURA	Qualificação engenharias e ciência (% de pessoal de formação técnica ou graduação em áreas de engenharia e ciência)		16,0			
	Qualificação RH de PD&I (% de funcionários envolvidos em atividades de P&D com nível de instrução técnico de 2º grau, graduação e pós-graduação)		10,0			
	Intensidade de formação técnica % do total de funcionários que realizaram treinamento técnico externo no ano		26,0			
	Permanência RH (% médio anual de permanência de pessoal na empresa)		8,0			
	Existência de função ou departamento para desenvolvimento de atividades de PD&I (SIM ou NÃO)		49,0			
DENSIDADE TECNOLÓGICA	PRÉ-PROCESSAMENTO	Existência de departamento ou setor de marketing específico (SIM ou NÃO)		8,0		
		Realização de melhoria de layout nos últimos três anos (SIM ou NÃO)		9,0		
		Realização de introdução ou aquisição de equipamentos e tecnologias avançadas nos últimos três anos (SIM ou NÃO)		43,0		
	PROCESSAMENTO	Tratamento adicionais	N1 Nenhuma operação adicional			
			N2 Tratamento térmico antes do resfriamento		12,0	
			N3 Operação de microfiltração			
		Resfriamento	N1 Trocador de calor			
			N2 Tanque isobárico			56,0
			N3 Menos de 12 horas			26,0
		Processo de tratamento	N1 Manual			6,0
N2 Automatizada						
N3 Esterilização						
N4 Pasteurização + Microfiltração					36,0	
Homogeneização	N1 UTH indireto					
	N2 UTH direto					
	N3 Ultra Fresh A: UTH indireto + Microfiltração					
	N4 Ultra Fresh B: UTH direto + Microfiltração					
Padronização	N1 Não realiza processo de homogeneização			19,0		
	N2 Realiza processo de homogeneização					
	N3 Não realiza processo de padronização			19,0		
	N4 Realiza processo de padronização					
Tipo de envase	N1 Envase não aséptico			22,0		
	N2 Envase aséptico					
	N3 Saco plástico					
	N4 Saco plástico e garrafa plástica de alta densidade			4,0		
Tipo de embalagem	N1 Saco plástico					
	N2 Saco plástico, garrafa plástica de alta densidade e embalagem cartonada					
	N3 Realização de análises de contagem celular somáticas (CCS), de contagem bacteriana (CB) e de acidez					
	N4 Realização de análises de CS, de CB, de acidez, creoscópica e físico-químicas, de resíduos de antibiótico e de estabilidade ao álcool e de fosfatase/peroxidase, sendo mais de 80% delas realizadas internamente			100,0		
CONTROLES	Licenciamento	N1 Não possui licenciamento ambiental para a atividade		17,0		
		N2 Possui licenciamento ambiental para a atividade				
		N3 Possui sistema de tratamento de efluentes (esterqueiras, lagoas, biodigestores, etc.)				
		N4 Possui sistema de tratamento de efluentes (esterqueiras, lagoas, biodigestores, etc.) e programa de monitoramento da qualidade dos efluentes e sistema de reúso dos efluentes tratados			83,0	
ASPECTO AMBIENTAL	Manejo de efluente	N1 Não possui sistema de tratamento de efluentes (esterqueiras, lagoas, biodigestores, etc.)				
		N2 Possui sistema de tratamento de efluentes (esterqueiras, lagoas, biodigestores, etc.)				
		N3 Possui sistema de tratamento de efluentes (esterqueiras, lagoas, biodigestores, etc.) e programa de monitoramento da qualidade dos efluentes e sistema de reúso dos efluentes tratados				
		N4 Possui sistema de tratamento de efluentes (esterqueiras, lagoas, biodigestores, etc.) e programa de monitoramento da qualidade dos efluentes e sistema de reúso dos efluentes tratados				
PROCESSOS E ROTINAS	Planejamento estratégico	N1 Não realiza planejamento estratégico				
		N2 Planejamento estratégico centralizado no proprietário ou na gerência		42,0		
		N3 Realiza planejamento estratégico formal com envolvimento de funcionários				
	Planejamento e controle da produção	N4 Realiza planejamento estratégico formal com envolvimento de funcionários e sistema de mensuração de desempenho				
		N1 Não realizam planejamento da produção de maneira formal			16,0	
		N2 A empresa realiza previsão de demanda e possui controle de estoques				
	Gestão de custos	N3 A empresa realiza previsão de demanda, possui controle de estoques e ERP (formal e informatizado) e possui				
		N1 Não possui gestão de custo			42,0	
		N2 Empresa método de custeio completo ou por absorção				
	MONITORAMENTO E GESTÃO DE PROJETO	Monitoramento tecnológico /Canais de observação/Conhecimento de mercado	N1 Não há / uso de pessoal de vendas para captação de demanda e observação proprietário ou pela oferta de			
N2 Relatórios setorial, revistas especializadas, participação em feiras e seminários, realização de estudos de marketing				25,0		
N3 Centro de inteligência, monitoramento de tecnologias e uso de ferramentas de prospecção (entrevistas com clientes, pesquisa de mercado, mapping) e sistemas de geração de ideias.						
N4 Não há estudos de viabilidade					8,0	
MECANISMOS DE APRENDIZAGEM	ENGENHARIA DE PRODUTO	N1 Não há estudos de viabilidade				
		N2 Elaboração de projetos de viabilidade detalhados com participação de pessoal interno		75,0		
		N3 Elaboração de projetos de viabilidade detalhados, plano de marketing e lançamento de produto				
		N4 Elaboração de projetos de viabilidade detalhados, plano de marketing e lançamento de produto				
	ENGENHARIA DE PROCESSO	Perfil de desenvolvimento de produto	N1 Pequenas modificações/ extensão de linha e inovações de marketing (fracionamento, alteração de embalagem, etc.)		25,0	
			N2 Melhorias incrementais de qualidade de produto			
			N3 Uso de engenharia reversa			
			N4 Modificação de produto adquirido por licenciamento			
	ENGENHARIA DE PROCESSO	Desenvolvimento de produto	N5 Produto novo ou melhorado com base em parcerias de P&D			
			N6 Produto novo ou melhorado com base em P&D interna		25,0	
N1 Não possui metodologia formal de desenvolvimento de produto						
N2 Processo formalizado de desenvolvimento de produto (DP) com fases distintas (geração de ideias, análise de viabilidade, desenvolvimento técnico, teste, etc.) com a integração de áreas/departamento					75,0	
ENGENHARIA DE PROCESSO	Gestão de qualidade	N3 Processo formal de DP com fases distintas, integração de áreas/departamentos e uso pesquisa de marketing, uso de ferramentas de desenvolvimento (QFD, FMEA, etc.), uso de ferramentas computacionais (CAM), elaboração de plano				
		N1 Não tem prática formalizada em termos de gestão de qualidade				
		N2 Controle estatístico de processo ou boas práticas de fabricação (BPF)		75,0		
		N3 Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle (APCC) ou ISO 9000 ou 14000				
MECANISMOS DE APRENDIZAGEM	AQUISIÇÃO EXTERNA (somatório de itens: 0 a 8)	N4 ISO 22000				
		Somatório da presença das seguintes atividades: (1) Programa de manutenção preventiva; (2) Banco de dados, análise de informações e procedimento de correção; (3) Análise de problemas- SAC e ações corretivas; (4) Treinamento contínuo de recursos humanos; (5) Programa formal de melhoria contínua; (6) Realização de melhorias em produtos adquiridos por licenciamento e equipamentos adquiridos (7) Mudança de organização de trabalho ou estrutura organizacional/fluxo de esteques		25,0		
		(1) Contratação de especialistas ou consultor externo (para desenvolvimento de sistemas operacionais/ gerenciais/); (2) Tratamento externo _ curta duração _ perfil gerencial e de suporte (microinformática, TQM, desenvolvimento gerencial, gestão de projetos, etc.); (3) Tratamento externo _ curta duração _ perfil tecnológico (novos ingredientes, tecnologias de processos, práticas de manejo, etc.); (4) Tratamento externo _ de média e longa duração (programa de incentivo ou de reembolso de graduação, de especialização e de pós-graduação); (5) Participação em congressos ou seminários ou eventos técnicos; (6) Participação em eventos (reuniões de classe, feiras, etc.); (7) Interação com				
		(1) Tratamento interno de funcionários com uso de pessoal interno; (2) Tratamento interno de funcionários com participação de pessoal externo; (3) Programas formais de treinamento de novos funcionários ou contratação de trainees; (4) Atividades de rotina _ grupos de supervisão e montagem/ grupos de qualidade/ participação dos empregados em atividades desenvolvidas pela matriz ou empresas associadas; (5) Aprendizagem por busca		18,0		
MECANISMOS DE APRENDIZAGEM	AQUISIÇÃO INTERNA (somatório de itens: 0 a 6)	(1) Rotação no trabalho, grupos multidisciplinares (grupos de trabalho multifuncionais e multidisciplinares, técnicos trabalham na fábrica e na supervisão (dois setores); (2) Soluções compartilhadas de problemas (participação em reuniões de projetos, reuniões de projetos na matriz, comitê de qualidade, etc.); (3) Teste (ou prototipagem) ou desenvolvimento de projetos com participação de pessoal de diferentes setores; (4) Sistemas de disseminação da informação: jornal/mural/ reuniões periódicas para todos os setores; (5) sistema de disseminação de informação com compartilhamento de dados via rede, uso de intranet e internet; (6) Desenvolvimento conjunto cliente e fornecedor		30,0		
		(1) Codificação e especificação de materiais (códigos e padrões de engenharia, soluções modulares para projetos, etc.); (2) Elaboração de procedimentos administrativos (normas internas e memorandos, elaboração de procedimentos e instruções técnicas); (3) Certificações e recertificações; (4) Sistemas de controle operacionais e gerenciais (sistema de controle de contratos, integração de entre sistemas operacionais e corporativos); (5) Instruções técnicas e ferramentas específicas de para projetos; (6) Auditorias internas; (7) Desenvolvimento conjunto cliente e		13,0		
		N1 Compra de bens e serviços e troca de informações esporádicas				
		N2 Troca de informações redes associativas				
MECANISMOS DE APRENDIZAGEM	SOCIALIZAÇÃO (somatório de itens: 0 a 6)	N3 Compra de pacotes tecnológico				
		N4 Projeto de desenvolvimento de PD&I com fornecedor				
		N5 Projeto de desenvolvimento de PD&I com participação direta do cliente				
		N6 Ligações com instituições de ensino e pesquisa				
MECANISMOS DE APRENDIZAGEM	CODIFICAÇÃO (somatório de itens: 0 a 7)	N7 Cooperação com centros de PD&I				
		N8 Licenciamento de tecnologia				
		N9 Transferência de tecnologia				
		N1 Compra em mercado spot/ cotação de preços ou contratos de curto prazo				
MECANISMOS DE APRENDIZAGEM	ARTICULAÇÃO E ACESSIBILIDADE	N2 Programa de seleção de fornecedores com compra a partir de cotação entre o cadastro de fornecedores		10,0		
		N3 Relacionamento comercial com contratos de longo prazo e programa de desenvolvimento de fornecedor				
		N4 Fornecedores exclusivos e programa de desenvolvimento e certificação de fornecedores				
		N5 Grau de integração c/ fornec. matéria-prima - % de captação de matéria-prima sob contrato		4,0		
MECANISMOS DE APRENDIZAGEM	fontes de informação tecnológica acessada	(1) Departamento de P&D internas ou de empresa do grupo; (2) Fornecedores; (3) Clientes ou consumidores; (4) Visita a empresas no país; (5) Visita a empresas no exterior; (6) Consultoria ou assistência técnica especializada contratada - nacional; (7) Consultoria ou assistência técnica especializada contratada - internacional; (8) Contato com universidades/ Centros de Ensino Superior, Institutos de Pesquisa/ Centros tecnológicos; (9) Contato com centros de capacitação profissional e assistência técnica; (10) Contato com Institutos de testes, ensaios e certificados; (11) Assinatura ou compra frequente de revistas técnicas ou publicações especializadas; (12) Participação em congressos, seminários e outros eventos técnicos no país; (13) Participação em congressos, seminários e outros eventos técnicos no exterior; (14) Participação em feiras e exposições no país; (15) Participação em feiras e exposições no exterior;		30,0		
		Nº de participação em eventos técnicos (congressos, seminários, simpósios e outros)		14,0		
		Nº de participação em feiras, exposições, reuniões de associação dentre outros		9,0		

Arquitetura ICT- Indústria de Leite líquido e pesos correspondentes

MACROÍNDICE	MESOÍNDICE	INDICADORES	DESCRIPTORIOS	PESOS (%)	
RECURSOS FÍSICOS	INTENSIDADE DE INVESTIMENTO	Gastos em atividades internas de P&D (% RLV)		23,0	
		Gastos em atividades de aquisição externa de P&D (% RLV)		13,0	
		Gastos em aquisição de outros conhecimentos externos (% RLV)		5,0	
		Gastos em atividades de aquisição de software (% RLV)		4,0	
		Gastos em atividades de aquisição de máquinas e equipamentos (% RLV)		13,0	
	RH	Gastos em atividades de treinamento (% RLV)		22,0	
		Gastos em atividades de lançamento de produtos ou processos novos (% RLV)		9,0	
		Gastos em atividades de projeto industrial e outras aplicações técnicas (% RLV)		11,0	
		RH atividades de PD&I (% de funcionários envolvidos diretamente em atividades de P&D)		28,0	
		Qualificação formal de RH (% de funcionários com nível de instrução técnico de 2º grau, graduação e pós-graduação)		11,0	
INFRAESTRUTURA	Qualificação engenheiros e ciência (% de pessoal de formação técnica ou graduação em áreas de engenharia e ciência)		15,0		
	Qualificação RH de PD&I (% de funcionários envolvidos em atividades de P&D com nível de instrução técnico de 2º grau, graduação e pós-graduação)		7,0		
	Intensidade de formação técnica % do total de funcionários que realizaram treinamento técnico externo no ano		25,0		
	Permanência RH (% médio anual de permanência de pessoal na empresa)		11,0		
	Existência de função ou departamento para desenvolvimento de atividades de PD&I (SIM ou NÃO)		45,0		
PRE-PROCESSAMENTO	Resfriamento	Existência de departamento ou setor de marketing específico (SIM ou NÃO)		13,0	
		Realização de melhoria de layout nos últimos três anos (SIM ou NÃO)		6,0	
		Realização de introdução ou aquisição de equipamentos e tecnologias avançadas nos últimos três anos (SIM ou NÃO)		36,0	
	Tempo de coleta	N1 Nenhuma operação adicional		13,0	
		N2 Tratamento térmico antes do resfriamento			
		N3 Operação de microfiltração			
	Recepção: Pesagem/Filtragem	N1 Sem resfriamento		43,0	
		N2 Trocador de calor			
	PROCESSAMENTO	Coagulação/ tipo acidulante	N3 Tanque isolatório		38,0
			N1 Mais de 12 horas		
Coagulação/ tipo fermento		N2 Menos de 12 horas		6,0	
		N1 Manual			
Substâncias		N2 Automatizada		10,0	
		N1 Sem controle de padronização			
Filagem - processo		N2 Controle de padronização		12,0	
		N1 Pasteurização lenta em tanques com fogo direto.			
Salga		N2 Pasteurização lenta em tanque-camisas de vapor			
		N3 Pasteurização lenta via injeção direta de vapor			
Embalagem	N4 Pasteurização rápida de placas		28,0		
	N1 Uso de cultura lática				
Filagem - análise	N2 Uso de ácido lático		4,0		
	N1 Uso de fermento rápido ou liofilizado				
Temperatura	N2 Uso de fermento termofílica		4,0		
	N3 Execução de raptagem de fermento				
Controle de qualidade	N1 Não adição de cloreto de cálcio		4,0		
	N2 Adição de cloreto de cálcio				
Licenciamento	N1 Manual		4,0		
	N2 Automatizada				
Planejamento e controle da produção	N3 Semi-automatizada		5,0		
	N3 Automatizada				
Gestão de custos	N1 Salga efetuada no leite		18,0		
	N2 Salga efetuada na massa ou a seco				
Monitoramento e gestão de projeto	N3 Salga através de saimoura		15,0		
	N1 Embalagem a vácuo - processo manual				
Engenharia de produto	N2 Embalagem a vácuo termo encolhível - processo automatizado				
	N3 Não possui controle de pH		20,0		
Engenharia de processo	N1 Não possui teste de pH				
	N2 Realização de teste de pH				
Mecanismos de aprendizagem	N1 Sem controle de temperatura em todo o processo		20,0		
	N2 Controle de temperatura em todo o processo				
Articulação e acessibilidade	N1 Realização de análises de contagem celular somáticas (CCS), de contagem bacteriana (CB) e de		12,0		
	N2 Realização de análises de CS, de CB, de acidez, creoscópica e físico-químicas				
Aquisição externa	N3 Realização de análises de CS, de CB, de acidez, creoscópica e físico-químicas, de resíduos de		60,0		
	N4 Realização de análises de CS, de CB, de acidez, creoscópica e físico-químicas, de resíduos de				
Aquisição interna	N5 Realização de análises de CS, de CB, de acidez, creoscópica e físico-químicas, de resíduos de		17,0		
	N1 Não possui licenciamento ambiental para a atividade				
Socialização	N2 Possui licenciamento ambiental para a atividade				
	N1 Não possui sistema de tratamento de efluentes (esterqueiras, lagoas, biodigestores, etc.)		11,0		
Codificação	N2 Possui sistema de tratamento de efluentes (esterqueiras, lagoas, biodigestores, etc.)				
	N3 Possui sistema de tratamento de efluentes (esterqueiras, lagoas, biodigestores, etc.) e programa de		63,0		
Interações com ambiente externo	N4 Possui sistema de tratamento de efluentes (esterqueiras, lagoas, biodigestores, etc.) e programa de				
	N1 Não realiza planejamento estratégico		12,0		
Relação com fornecedores	N2 Planejamento estratégico centralizado no proprietário ou na gerência				
	N3 Realiza planejamento estratégico formal com envolvimento de funcionários				
Perfil de captação de matéria-prima	N4 Realiza planejamento estratégico formal com envolvimento de funcionários e sistema de mensuração de		40,0		
	N1 Não realizam planejamento da produção de maneira formal				
Fontes de informação tecnológica acessada	N2 A empresa realiza previsão de demanda e possui controle de estoques				
	N3 A empresa realiza previsão de demanda, possui controle de estoques e ERP (formal e informatizado) e		48,0		
Intensidade de participação em evento	N1 Não possui gestão de custo				
	N2 Emprega método de custeio completo ou por absorção				
Intensidade de participação em evento	N3 Emprega método de custeio por atividade ou Activity Based Costing (ABC)		25,0		
	N1 Não há / uso de pessoal de vendas para captação de demanda e observação proprietário ou pela oferta				
Intensidade de participação em evento	N2 Relatórios setorial, revistas especializadas, participação em feiras e seminários, realização de estudos de		7,0		
	N3 Centro de inteligência, monitoramento de tecnologias e uso de ferramentas de prospecção (entrevistas				
Intensidade de participação em evento	N1 Não há estudos de viabilidade		75,0		
	N2 Elaboração de projetos de viabilidade detalhados com participação de pessoal interno				
Intensidade de participação em evento	N3 Elaboração de projetos de viabilidade detalhados com participação de pessoal interno e/ou contratação				
	N4 Elaboração de projetos de viabilidade detalhados, plano de marketing e lançamento de produto		25,0		
Intensidade de participação em evento	N1 Pesquisas/modificações/avaliação de linha e inovações de marketing (acionamento, alteração de				
	N2 Melhorias incrementais de qualidade de produto				
Intensidade de participação em evento	N3 Uso de engenharia reversa		25,0		
	N4 Modificação de produto adquirido por licenciamento				
Intensidade de participação em evento	N5 Produto novo ou melhorado com base em parcerias de P&D		32,0		
	N6 Produto novo ou melhorado com base em P&D interna				
Intensidade de participação em evento	N1 Não possui metodologia formal de desenvolvimento de produto		75,0		
	N2 Processo formalizado de desenvolvimento de produto (DP) com fases distintas (geração de ideias,				
Intensidade de participação em evento	N3 Processo formal de DP com fases distintas, integração de áreas/departamentos e uso pesquisa de				
	N4 ISO 22000		32,0		
Intensidade de participação em evento	N1 Não tem prática formalizada em termos de gestão de qualidade				
	N2 Controle estatístico de processo ou bases práticas de fabricação (BPF)				
Intensidade de participação em evento	N3 Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle (APCC) ou ISO 9000 ou 14000		75,0		
	N4 ISO 22000				
Intensidade de participação em evento	Somatório da presença das seguintes atividades: (1) Programa de manutenção preventiva; (2) Banco de dados, análise de informações e procedimento de correção; (3) Análise de problemas, SAC e ações corretivas; (4) Treinamento continuado de recursos humanos; (5) Programa formal de melhoria contínua; (6) Realização de			25,0	
Intensidade de participação em evento	(1) Contratação de especialista ou consultor externo (para desenvolvimento de sistemas operacionais/gerenciais); (2) Treinamento externo, - curta duração, - perfil gerencial e de suporte (institucional, TQM, desenvolvimento gerencial, gestão de projetos, etc.); (3) Tratamento externo, - curta duração - perfil tecnológico (novos ingredientes, tecnologias de processo, práticas de manejo, etc.); (4) Tratamento externo, - de média e longa duração (programa inovativo de desenvolvimento de produtos, de especialização e de pós-graduação); (5) Participação em eventos; (6) Treinamento interno de funcionários com uso de pessoal interno; (7) Treinamento interno de funcionários com participação de pessoal externo; (8) Programas formais de treinamento de novos funcionários ou contratação de trainees; (9) Atividades de rotina, - grupos de supervisão e montagem/ grupos de qualidade/ participação dos empregados em atividades desenvolvidas pela matriz ou empresas associadas; (10) Aprendizagem por busca			30,0	
Intensidade de participação em evento	(1) Rotação no trabalho, grupos multidisciplinares (grupos de trabalho multifuncionais e multidisciplinares, técnicos trabalham na fábrica e na supervisão (dois setores)); (2) Soluções compartilhadas de problemas (participação em reuniões de projetos, reuniões de projetos na matriz, comitê de qualidade, etc.); (3) Teste (ou prototipagem) ou desenvolvimento de projetos com participação de pessoal de diferentes setores; (4) Sistemas de disseminação da informação: jornal/mural/ reuniões periódicas para todos os setores; (5) sistema de disseminação de informação			30,0	
Intensidade de participação em evento	(1) Codificação e especificação de materiais (códigos e padrões de engenharia, soluções modulares para projetos, etc.); (2) Elaboração de procedimentos administrativos (normas internas e memorandos, elaboração de procedimentos e instruções técnicas); (3) Certificações e reciclações; (4) Sistemas de controle operacionais e gerenciais (sistema de controle de contratos, integração de entre sistemas operacionais e corporativos); (5) Instruções técnicas e ferramentas específicas de para projetos; (6) Auditorias internas; (7) Desenvolvimento			10,0	
Intensidade de participação em evento	N1 Compra de bens e serviços a troca de informações esporádicas				
	N2 Troca de informações redes associativas				
Intensidade de participação em evento	N3 Compra de pacotes tecnológico				
	N4 Projeto de desenvolvimento de PD&I com fornecedor				
Intensidade de participação em evento	N5 Projeto de desenvolvimento de PD&I com participação direta do cliente				
	N6 Licença com instituições de ensino e pesquisa				
Intensidade de participação em evento	N7 Cooperação com centros de PD&I				
	N8 Licenciamento de tecnologia				
Intensidade de participação em evento	N9 Transferência de tecnologia				
	N1 Compra em mercado spot/colação de preços ou contratos de curto prazo				
Intensidade de participação em evento	N2 Programa de seleção de fornecedores com compra a partir de colação entre o cadastro de fornecedores				
	N3 Relacionamento comercial com contratos de longo prazo e programa de desenvolvimento de fornecedor				
Intensidade de participação em evento	N4 Fornecedores exclusivos e programa de desenvolvimento e certificação de fornecedores				
	Grau de integração e fornec. matéria-prima - % de captação de matéria-prima sob contrato			4,0	
Intensidade de participação em evento	(1) Departamento de P&D internos ou de empresa do grupo; (2) Fornecedores; (3) Clientes ou consumidores; (4) Visita a empresas no país; (5) Visita a empresas no exterior; (6) Consultoria ou assistência técnica especializada contratada - nacional; (7) Consultoria ou assistência técnica especializada contratada - internacional; (8) Contato com universidades/ Centros de Ensino Superior, Institutos de Pesquisa/ Centros tecnológicos; (9) Contato com centros de capacitação profissional e assistência técnica; (10) Contato com Institutos de testes, ensaios e certificados; (11) Assinatura ou compra frequente de revistas técnicas ou publicações especializadas; (12) Nº de participação em eventos técnicos (congressos, seminários, simpósios e outros)			30,0	
Intensidade de participação em evento	Nº de participação em feiras, exposições, reuniões de associação dentre outros			14,0	
				9,0	

Arquitetura ICT- Indústria de fabricação de Queijo e pesos correspondentes

Apêndice E

Roteiro geral de entrevistas da pesquisa observacional II

Exemplo Questionário Propriedade rural- TRIGO GRÃO

IDENTIFICAÇÃO DO RESPONDENTE

Nome do proprietário: _____ Idade: _____
 Município: _____ Estado: _____
 Área da propriedade: _____ ha Área de plantio de trigo: _____ ha

GASTOS/RH/ INFRAESTRUTURA/ ARTICULAÇÃO/MECANISMOS

- A1.** Quanto(s) tempo/ano(s) atua(m) na atividade agrícola?
- A2.** Em relação ao nível educacional, indique QUANTOS ANOS DE ESTUDO FORMAL têm o proprietário:
 Por exemplo, estudou até o 1º ano do segundo grau, então são 9 anos de estudo formal.
- A3.** Qual o número médio de EVENTOS TÉCNICOS (treinamentos, cursos, congressos, seminários, simpósios e outros) realizados POR ANO:
- Por exemplo, 01 treinamento técnico por ano; 5 treinamentos técnicos por ano (incluindo todas as pessoas da propriedade)
- A4.** Assinale o NÚMERO MÉDIO ANUAL DE PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS, tais como fóruns de discussão, reuniões, feiras, etc.:
- A5.** Realizou INTRODUÇÃO OU AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS E TECNOLOGIAS nos ÚLTIMOS TRÊS ANOS: SIM NÃO
- A6.** Indique qual o % DA RECEITA LÍQUIDA que foi GASTO EM ATIVIDADES INOVATIVAS no último ano: %
- Entendem-se como **atividade inovativa** ações como compra de tecnologia e conhecimento (máquinas, equipamentos, consultoria técnica), treinamento de pessoal, participação em eventos técnicos e parcerias para desenvolvimento de pesquisa ou teste de tecnologia dentre outras ações que permitem criar ou adotar novos produtos, processos, ações de gerenciamento e de *marketing* e promovam a melhoria do desempenho da unidade produtiva.
- A7.** A propriedade POSSUI (assinale):
 telefone fixo ou celular internet
 computador assinatura de jornais, revistas, etc.:
- A8.** Comercialização da produção: Assinale o % de produto comercializado segundo cada forma:
 % Mercado/ sem integração % Cooperativa % Agroindústria-via integração % Via contratos ou mecanismo de venda antecipada
- A9.** Possui CONTRATO FORMAL com vendedores ou distribuidores de INSUMOS?
 SIM NÃO
- A10.** A propriedade usou algum MECANISMO DE FINANCIAMENTOS no último ano: (assinale)
 Não usou financiamento Mecanismos tradicionais de crédito rural Novos mecanismos - CDA (Certificado de Depósito Agropecuário), WA (Warrant Agropecuário), CDCA (Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio), LCA (Letras de Crédito do Agronegócio) e CRA (Certificado de Recebíveis Agropecuários)

A11 . Assinale quais das fontes listadas abaixo foram/são usadas pela propriedade para obter informação de tecnologias disponíveis

<input type="checkbox"/>	Fornecedores	<input type="checkbox"/>	Assinatura ou compra frequente de revistas técnicas ou publicações especializadas
<input type="checkbox"/>	Clientes ou consumidores	<input type="checkbox"/>	Participação em congressos, seminários e outros eventos técnicos no país
<input type="checkbox"/>	Visita a outras propriedades no país	<input type="checkbox"/>	Participação em congressos, seminários e outros eventos técnicos no exterior
<input type="checkbox"/>	Visita a outras propriedades no exterior	<input type="checkbox"/>	Participação em feiras e exposições no país
<input type="checkbox"/>	Consultoria ou assistência técnica	<input type="checkbox"/>	Participação em feiras e exposições no exterior
<input type="checkbox"/>	Contato com universidades, Institutos de Pesquisa/ Centros tecnológicos	<input type="checkbox"/>	Contato com associações de classe/setoriais, etc.
<input type="checkbox"/>	Contato com centros de capacitação profissional e assistência técnica		

A12 . Assinale quais das atividades abaixo estão presentes na atividade da propriedade

<input type="checkbox"/>	Assistência técnica público	<input type="checkbox"/>	Assistência técnica privada
<input type="checkbox"/>	Treinamento externo _ curta duração _ perfil gerencial e de suporte (gestão agrícola, mercado agrícola, tipos de financiamento, informática, etc.)	<input type="checkbox"/>	Treinamento externo_ curta duração _ perfil tecnológico (práticas de manejo, manejo de cultivares, inseminação artificial, manejo de pastagem, etc.)
<input type="checkbox"/>	Treinamento externo_ de média e longa duração (graduação, de especialização e de pós-graduação)	<input type="checkbox"/>	Participação em congressos ou seminários ou eventos técnicos
<input type="checkbox"/>	Participação em eventos (reuniões de classe, feiras, etc.)	<input type="checkbox"/>	Interação com clientes (fornecimento por contrato, integração, etc.)
<input type="checkbox"/>	Assinatura de jornal e revista	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Certificações ou sistemas de rastreabilidade	<input type="checkbox"/>	Sistemas de controle operacionais e gerenciais (sistema de controle de administrativos, de procedimentos técnicos e dados de desempenho

ATUALIZAÇÃO TECNOLÓGICA - TECNOLOGIAS E OPERAÇÕES

NAS QUESTÕES ABAIXO, ASSINALE COM X A SITUAÇÃO ENCONTRADA NA PROPRIEDADE

B1. Em relação ao PREPARO E SISTEMATIZAÇÃO DE SOLO, a propriedade usa:

Preparo convencional

Preparo mínimo

Plantio direto sem rotação de cultivos

Plantio direto com rotação de cultivos

B2. Em relação à CORREÇÃO DE SOLO, a propriedade:

Não realiza correção de solo

Realiza correção de solo com frequência regular com quantidades fixas

Realiza correção de solo de acordo com análise e especificada por talhões

B2. Segundo a ORIGEM DO MATERIAL GENÉTICO, a propriedade usa:

Grão comercial produzido na propriedade ou semente produzida por terceiro sem fiscalização ou sem origem (bolsa branca)

Utiliza em parte da área semente certificada e, em parte, grão comercial ou bolsa branca

Utiliza somente semente certificada

Semente produzida sob condições controladas em campo específico pelo próprio proprietário, seguindo normas de produção de sementes.

B3. Em relação ao NÍVEL DE ADUBAÇÃO, a propriedade:

- Não usa adubação
- Utiliza quantidade e fórmula fixas de adubação
- Realiza adubação segundo recomendação mediante análise de solo realizada
- Adubação "de precisão" (mapeamento de produtividade e fertilidade do solo e especificação de mapas de aplicação localizada de adubação e calcário)

B5. Com relação ao TRATAMENTO DE SEMENTES, a propriedade:

- Não realiza tratamento de semente
- Utilizam tratamento com fungicidas OU com inseticida
- Utilizam tratamento com fungicida E inseticida

B6. Com relação ao CONTROLE DE DOENÇAS, a propriedade:

- Realiza aplicação sistemática de fungicidas sem realização de monitoramento
- Realiza aplicação de controle através de critérios de danos
- Realiza aplicação de controle segundo acompanhamento climático e uso de ferramentas computacionais como o SISALERT ou outra

B7. Com relação ao PERFIL DE USO DE PRINCÍPIOS QUÍMICOS FÚNGICOS:

- Usa produtos isolados (triazóis ou estrubirulinas)
- Faz uso alternado de princípios ativos (triazóis/estrubirulinas)
- Uso sistemático de misturas já prontas (triazóis e estrubirulinas)

B8. Com relação ao PERFIL DE APLICAÇÃO DE CONTROLE DE PRAGAS, a propriedade:

- Realiza aplicações emergenciais, usa princípios ativos mais baratos como princípio e/ou até não registrados para a cultura
- Usa critérios econômicos de dano / não considera a alternância de princípios ativos para redução de custos efetua mistura de produtos (fungicida e inseticida) no tanque de aplicação
- Usa critérios de seletividade e periculosidade para decisão de aplicação com produtos específicos indicados para controle da referida praga e com alternância de princípios ativos

B9. Com relação ao TAMANHO DA PLANTADORA usada, assinale o tipo que possui:

- pequeno – chassi menor 2,90 m. médio – chassi entre 3 e 4 m. grande – chassi 5 m ou +

B10. O DISCO DA PLANTADORA que usa na operação de semeadura possui:

- 16 polegadas 18 polegadas 20 polegadas

B11. O MECANISMO DE REGULAGEM DA PLANTADORA que usa na operação de semeadura é:

- Mecanismo convencional/engrenagem Mecanismo com taxa variável

B12. O tipo de PULVERIZADOR que utiliza no manejo da lavoura de trigo é:

- Pulverizador rebocado Pulverizador autopropelido

B13. O SISTEMA DE TRILHAGEM DA COLHEDORA utilizado é do tipo:

- Sistema radial Sistema axial

B14. O tamanho do GRANELEIRO DA COLHEDORA utilizado é:

- Pequeno Médio Grande

B15. Com relação a dados de produtividade, A COLHEDORA utilizada:

- Não possui captura de dados Possui captura de dados georreferenciados, etc.

B16. Aplica CONSERVAÇÃO DE SOLO (terraços em nível, preparo de solo SIM NÃO em nível e plantio direto)

A propriedade possui rio? NÃO SIM, possui **MATA CILIAR**? NÃO SIM

A propriedade possui nascentes? NÃO SIM

Se SIM, possui **PROTEÇÃO DE NASCENTE**? NÃO SIM

Possui **RESERVA LEGAL DE MATA**? SIM NÃO

B17. Com relação ao SISTEMA DE DESCARTE de embalagens, frascos, seringas, etc.:

- Descarta em lixo convencional ou enterra as embalagens ou usa as embalagens para outros fins após o uso
- Armazena em local específico, abrigado de chuva, ventilado e local separado de alimentos e rações, e depois descarta em Centrais e Postos de Recebimento de embalagens

B18. Com relação a ESTRUTURA DE ARMAZENAGEM, a sua produção é armazenada (seja na propriedade ou na cooperativa ou no cerealista ou na indústria) em:

- Armazém convencional sem termometria e aeração
- Armazém graneleiro com termometria
- Silos de metal ou concreto com termometria

B29. Com relação à TERMOMETRIA no armazém em que sua produção é armazenada (propriedade ou cooperativa ou cerealista ou indústria):

- Não possui termometria
- O armazém possui termometria manual
- O armazém possui termometria automatizada

B19. Com relação SEGREGAÇÃO DE PRODUTO, a produção de trigo é:

- Não há segregação por perfil de qualidade
- Há segregação com dois níveis de qualidade (mantida na colheita e armazenagem)
- Há segregação com diversos níveis de segregação (mantidas na colheita e armazenagem)

B20. Com relação MANEJO/CONTROLE DE QUALIDADE, a produção de trigo colhida é:

- Armazenada sem manejo ou controle de qualidade
- Armazenada com manejo Integrado de Pragas
- Armazenada com sistema APPCC

B21. Com relação a SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO, o armazém onde a produção de trigo da propriedade é enviada:

- O armazém não possui certificação
- O armazém possui certificação do armazém
- O armazém possui certificação do produto

B22. No armazém onde sua produção é depositada (na fazenda, na cooperativa, no cerealista ou na indústria), os MECANISMOS E PRODUTOS DE PROTEÇÃO USADOS são:

- Produto protetor
- Gás
- Produto sintético
- Refrigeração e/ ou conjunto de tecnologias físicas

ROTINAS E PROCESSOS _ TECNOLOGIAS DE GESTÃO

C1. Com relação ao PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO, a propriedade:

- Não realiza planejamento da produção de maneira formal
- Possui um nível intermediário de planejamento de produção (sistema de rotação de culturas e adubação com base em análise de solo)
- Possui um nível avançado de planejamento de produção (definição de metas e planejamento financeiro, sistema de rotação de culturas, distribuição de atividades temporais, agricultura de precisão e programação de atividades)

C2. Com relação ao SISTEMA DE GESTÃO DE CUSTOS, a propriedade:

- Não possui sistema formal de controle de custos
- Emprega sistema formal de custos com anotações e cálculo de receitas
- Emprega sistema de custo com uso de software específico

C3. Em relação ao SISTEMA DE QUALIDADE, a propriedade:

- Não apresenta ações ou sistemas de qualidade
- Possui Boas Práticas de Produção
- Possui Sistemas Integrados de Produção
- Possui alguma Certificação

INOVAÇÕES

C1. Nos últimos três anos, a propriedade adotou alguma INOVAÇÃO DE PRODUTO?

NÃO SIM Quantas? Especifique quais no quadro abaixo.

Inovação de produto “é a introdução de um bem ou serviço novo, ou significativamente melhorado, no que concerne a suas características ou usos previstos”. Por exemplo, venda de leite refrigerado, venda de bezerros oriundos de um cruzamento não realizado anteriormente na propriedade, ou seja, um produto que será ofertado para o mercado e que não era produzido anteriormente na propriedade.

C2. Nos últimos três anos, a propriedade adotou alguma INOVAÇÃO DE PROCESSO?

NÃO SIM Quantas? Especifique quais no quadro abaixo.

Inovação de processo é “a implementação de um método de produção ou distribuição novo ou significativamente melhorado”, ou seja, incluem-se qualquer insumo ou método/equipamento/*software* novo ou melhorado. Por exemplo, adoção de plantio direto, uso de manejo rotacionado de pastagem, mecanização da ordenha, uso de inseminação artificial, uso de irrigação, plantio de um novo tipo de forrageira, dentre outros.

C3. Nos últimos três anos, a propriedade adotou alguma INOVAÇÃO ORGANIZACIONAL?

NÃO SIM Quantas? Especifique quais no quadro abaixo.

Inovação organizacional é a “implementação de um novo método organizacional nas práticas de negócios da empresa, na organização do seu local de trabalho ou em suas relações externas”. Por exemplo, um novo sistema de gerenciamento para a produção, sistema de gerenciamento de qualidade, estruturação de atividade com divisão de trabalho, nova forma de compra de insumos, introdução da subcontratação das atividades de negócios na produção, controles zootécnicos, dentre outras.

C4. Nos últimos três anos, a propriedade adotou alguma INOVAÇÃO DE *MARKETING*?

NÃO SIM Quantas? Especifique quais no quadro abaixo.

Inovação de *marketing* é a “implementação de um novo método de *marketing* com mudanças significativas na concepção do produto ou em sua embalagem, no posicionamento do produto, em sua promoção ou na fixação de preços”. Por exemplo, adoção de uma nova forma de embalagem do produto, introdução de novos canais de vendas ou vendas diretas, adoção de uma marca/logotipo para propriedade, uso de um novo método de variação de preços, dentre outros.

Exemplo - TRIGO – AGROINDÚSTRIA – MASSAS

IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

EMPRESA: _____ LOCAL: _____
 Nome entrevistado: _____ Função/ cargo: _____

Questões Gerais

A1. ANO DE FUNDAÇÃO ou de início de operação no BR _____

A2. ORIGEM DO CAPITAL controlador da empresa:

Nacional Estrangeiro Nacional e Estrangeiro

A3. Sua empresa é

INDEPENDENTE GRUPO/CONGLOMERADO matriz controlada/filial coligada/associada

A4. RECEITA OPERACIONAL BRUTA ANUAL da empresa (segundo BNDS)

Menor que R\$ 1.200 mil (microempresa) Entre R\$ 10.500 mil e R\$ 60 milhões (média empresa)
 Entre R\$ 1.200 mil e R\$ 10.500 mil (pequena empresa) Acima de R\$ 60 milhões (grande empresa)

A5. NÚMERO DE EMPREGADOS da empresa _____

A6. Em relação ao NÍVEL DE QUALIFICAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS DA EMPRESA, indique o percentual de pessoal por grau de qualificação considerando o último ano:

% 1º grau completo % Curso técnico (2º grau) % Pós-graduados
 % 2º grau normal completo % Graduados

A7. Número de funcionários graduados na área de ciências e engenharias da empresa: _____

A8. Indique o % DE ROTATIVIDADE DOS FUNCIONÁRIOS no último ano:

%

A9. % do total de funcionários que realizaram TREINAMENTO EXTERNO (obs. Cursos técnicos, estágios, especialização ou pós-graduação, etc. que ocorreram fora da empresa) NA MÉDIA DOS ÚLTIMOS ANOS: _____

A10. NÍVEL DE INTEGRAÇÃO com a produção primária ou fornecimento de matéria-prima para produção

% Sem integração/ mercado *spot* % Contratos % Integração vertical
 (caso a empresa compre o trigo grão para execução de moagem, senão desconsidere a pergunta)

A11. Qual a participação do volume de vendas por PERFIL DE MERCADO DA EMPRESA?

% Regional % Nacional % Externo – Mercosul
 % Estadual % Externo – Global

A12. NÚMERO TOTAL DE PRODUTOS que produz/ comercializa: _____

Cite os principais:

A13. Qual ESTRATÉGIA TECNOLÓGICA abaixo pode ser considerada como a da sua empresa?

- Primeiro no mercado** - baseado em um programa forte de P&D, liderança técnica e alta taxa de risco
- Seguir o líder** - baseado em capacidade de desenvolvimento forte e habilidade de reagir prontamente, assim que o mercado entra em sua fase de crescimento
- Engenharia de aplicação** - baseado em modificações do produto para atender necessidades de consumidores específicos em um mercado maduro.
- “Eu também”** - baseado em uma capacidade de produção superior e controle de custos.

INFRAESTRUTURA/ RECURSOS HUMANOS/ ARTICULAÇÃO

B1. A empresa possui DEPARTAMENTO E LABORATÓRIO PARA DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES DE PD&I:

Sim Não

Se sim, qual o número de pessoas envolvidas no desenvolvimento de PD&I?
Tempo integral?

Qual o NÍVEL DE QUALIFICAÇÃO DAS PESSOAS ENVOLVIDAS DIRETAMENTE NAS ATIVIDADES DE PD&I? Indique o % de pessoal por grau de qualificação considerando o último ano:

% 1º grau completo % Curso técnico (2º grau) % Pós-graduados
 % 2º grau normal completo % Graduados

B2. A empresa possui DEPARTAMENTO ou setor de *marketing* específico: Sim Não

B3. Qual o NÚMERO MÉDIO ANUAL DE **EVENTOS TÉCNICOS** (congressos, seminários, simpósios e outros) que a empresa participa:

Qual o NÚMERO MÉDIO ANUAL DE **OUTROS EVENTOS** (feiras, exposições, reuniões de associação dentre outros) que a empresa participa:

B4. Especificamente sobre a relação com FORNECEDORES, identifique o perfil da relação comercial (assinale com X):

- Compra em mercado *spot*/ cotação de preços ou contratos de curto prazo
- Possui programa de seleção de fornecedores com compra a partir de cotação entre integrantes do cadastro de fornecedores
- Possui relacionamento comercial com contratos de longo prazo e programa de desenvolvimento de fornecedores
- Possui fornecedores exclusivos e programa de desenvolvimento e certificação de fornecedores

B5. Assinale as FORMAS DE INTERAÇÃO COM AMBIENTE EXTERNO:

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Compra de bens e serviços e troca de informações esporádicas
<input type="checkbox"/> Troca de informações redes associativas
<input type="checkbox"/> Compra de pacotes tecnológicos
<input type="checkbox"/> Projeto de desenvolvimento de PD&I com fornecedor
<input type="checkbox"/> Projeto de desenvolvimento de PD&I com participação direta do cliente | <input type="checkbox"/> Ligações com instituições de ensino e pesquisa
<input type="checkbox"/> Cooperação com centros de PD&I
<input type="checkbox"/> Licenciamento de tecnologia
<input type="checkbox"/> Transferência de tecnologia desenvolvida pela empresa |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

- Se possui algum tipo de PARCERIA DE DESENVOLVIMENTO DE PD&I, quais?

B6. A empresa realizou MELHORIA DE LAYOUT nos últimos três anos:

Não Sim. Especifique:

B7. A empresa realizou INTRODUÇÃO OU AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS E TECNOLOGIAS avançadas nos últimos três anos:

Não Sim. Especifique:

ATUALIZAÇÃO TECNOLÓGICA –TECNOLOGIAS OPERACIONAIS E DE MATERIAIS

C1. Em relação ao local de realização de análise, indique:

- Não possui laboratório para realização de análises
 Usam laboratórios associados
 Possuem laboratórios próprios

C2. Em relação a análises da qualidade da farinha de trigo, assinale:

- Não realiza análises de qualidade da farinha
 Realiza análises de umidade, cinza, glúten úmido, cor, distribuição de partículas e lipoxidase.

C3. Em relação à forma de estocagem da farinha de trigo e execução de misturas, assinale:

- Não executa segregação da matéria-prima e possui baixa flexibilidade para execução de *blends*.
 Executa segregação da matéria-prima e possui alta flexibilidade para execução de *blends*.

C4. Em relação ao perfil do processo, indique:

- Linha com equipamentos individualizados e processos separados
 Linhas semicontínuas
 Linha contínua

C5. Em relação ao perfil da matéria-prima usada, indique:

- Uso de matérias-prima tradicionais (farinha, ovos in natura, etc.)
 Uso de novas matérias-prima: ovo em pó ou pasteurização, *pré-mix*, etc.

C6. A empresa faz uso de aditivos para correção e diversificação de produtos comerciais:

- Sim Não

C7. O processo de amassamento e extrusão utilizado é:

- Normal Sob vácuo

C8. Assinale o tipo de matriz da trefila utilizado no processamento:

- Aço inoxidável Bronze 50% bronze + 50% teflon.

C9. A secagem utilizada é

- Tradicional, tipo estático com baixa temperatura Tipo túnel com alta temperatura

C10. Em relação à automação, assinale se a empresa dispõe de:

1. *Yield control* (rendimento) automatizado Sim Não
2. Controle *on line* de inventário Sim Não
3. Controle de temperatura e umidade no processo Sim Não

C11. Em relação ao controle de qualidade do produto final, assinale:

- Não realiza análises de qualidade produto final
 Realização de análises de umidade, tempo de cozimento, teste de cozimento e acidez alcoólica

C12. Qual o tipo de embalagem utilizado pela empresa:

- Polietileno, caixas papelão e papel monolúcido
 polipropileno mono ou biorientados (PP ou BOPP) ou polietileno de baixa densidade (PEBD)
 Polietileno de alta densidade (PEAD) ou estruturas laminadas (BOPP/PEBD, celofane/PEBD) ou estruturas coextrudadas a base de PEBD e PEAD (PA/PEBD e PET/PEBD)

PROCESSOS E ROTINAS

D1. Em relação ao PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO existente na empresa, identifique o nível atual:

- Não realiza planejamento estratégico anual formalizado
- Planejamento estratégico anual centralizado no proprietário ou na gerência
- Realiza planejamento estratégico anual formal com envolvimento de funcionários
- Realiza planejamento estratégico formal com envolvimento de funcionários e sistema de metas e posterior mensuração de desempenho

D2. Com relação ao PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO, assinale o nível existente na empresa:

- Não realiza planejamento de produção de maneira formal, executada segundo pedidos
- A empresa realiza previsão de demanda com base nos pedidos e histórico e possui controle formalizado de estoques
- A empresa realiza previsão de demanda com base nos pedidos e histórico, possui controle formalizado de estoques e ERP (formal e informatizado) e possui intercambio eletrônico de dados com clientes

D3. Com relação ao SISTEMA DE GESTÃO DE CUSTOS, assinale o nível existente na empresa:

- Não há gestão de custos formal
- A empresa emprega sistema de custo tradicional (Absorção - Direto)
- A empresa emprega sistema de custo ABC

D4. A empresa tem serviço de atendimento ao cliente (SAC implementado) Sim Não ou programas diagnosticar problemas/ ações corretivas?

D5. Qual a forma de realizar monitoramento tecnológico e os canais de observação de tecnologias disponíveis e de comportamento de mercado utilizados pela empresa?

- Não há / a empresa absorve informações através do pessoal de vendas para captação de demanda, observação do proprietário e gerência ou pela oferta de fornecedores
- A empresa utiliza os relatórios setoriais, revistas especializadas, participação em feiras e seminários, realiza de estudos de *marketing* e outras atividades
- A empresa possui um centro de inteligência implementado, realiza o monitoramento de tecnologias e faz uso de ferramentas de prospecção (entrevistas com clientes, pesquisa de mercado, *road map* tecnológico, etc.) e possui sistemas de geração de idéias como atividade interna formalizada

D6. Assinale quais as fontes de informação tecnológicas listadas abaixo, que foram acessadas ou usadas pela empresa para alterações tecnológicas ou orientação tecnológica da empresa.

- Departamento de P&D interno ou de empresa do grupo o qual faz parte
- Fornecedores de insumos, máquinas e equipamentos
- Clientes ou consumidores
- Visita a empresas no país
- Visita a empresas no exterior
- Consultoria ou assistência técnica especializada contratada – nacional
- Consultoria ou assistência técnica especializada contratada – internacional
- Contato com universidades/ Centros de Ensino Superior, Institutos de Pesquisa/ Centros tecnológicos
- Contato com centros de capacitação profissional e assistência técnica
- Contato com Institutos de testes, ensaios e certificados
- Assinatura ou compra frequente de revistas técnicas ou publicações especializadas
- Participação em congressos, seminários e outros eventos técnicos no país
- Participação em congressos, seminários e outros eventos técnicos no exterior
- Participação em feiras e exposições no país
- Participação em feiras e exposições no exterior
- Contato com associações de classe/setoriais, etc.
- Participação em rede de informação tecnológica constituída e informatizada

D7. A empresa desenvolve estudo de viabilidade de implantação de Não Sim
tecnologias, produtos, etc.?

Se sim, assinale a forma

- Há elaboração de projetos de viabilidade detalhados com participação de pessoal interno
- Há elaboração de projetos de viabilidade com contratação da execução do estudo (consultoria específica)
- Há elaboração de projetos de viabilidade detalhados com participação de pessoal interno e contratação de consultoria (consultoria específica para parte do estudo)
- Há elaboração de projetos de viabilidade detalhados, plano de *marketing* e lançamento de produto com participação de pessoal interno e/ou externo

D8. Que perfil de desenvolvimento de produto e processo faz uso:

- Pequenas modificações e inovações de *marketing* (fracionamento, alteração de embalagem, etc.)
- Melhorias incrementais de qualidade de produto
- Uso de engenharia reversa
- Modificação de produto adquirido por licenciamento
- Produto novo ou melhorado com base em parcerias de P&D
- Produto novo ou melhorado com base em P&D interna

D9. Em relação ao DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO E PROCESSO, assinale o nível atual:

- Não apresenta metodologia formal de desenvolvimento de produto
- Processo formalizado de desenvolvimento de produto (DP) com fases distintas (geração de idéias, análise de viabilidade, desenvolvimento técnico, teste, etc.) com a integração de áreas/departamento
- Processo formal de DP com fases distintas, integração de áreas/departamentos e uso pesquisa de *marketing*, uso de ferramentas de desenvolvimento (QFD, FMEA, etc.), uso de ferramentas computacionais (CAM), elaboração de plano de lançamento, etc.

D10. Em relação ao SISTEMA DE QUALIDADE existente na empresa, assinale o nível atual:

- Não apresenta ações ou sistemas de qualidade
- Possui controle estatístico de processo ou Boas Práticas de Fabricação
- Possui Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle e/ou ISO 9000 e/ou ISO 14000
- Possui ISO 22000

D11. Assinale quais das ações abaixo são executadas pela empresa ou aconteceram nos últimos 3 anos:

- Programa de manutenção preventiva
- Banco de dados, análise de informações e procedimento de correção
- Análise de problemas: SAC e ações corretivas
- Treinamento continuado de recursos humanos
- Programa formal de melhoria contínua
- Realização de melhorias em produtos adquiridos por licenciamento e equipamentos adquiridos
- Mudança de organização de trabalho ou estrutura organizacional/divisão de setores

MECANISMOS DE APRENDIZAGEM

E1. Assinale quais das atividades listadas nos grupos abaixo, ocorrem na empresa.

GRUPO 1 MECANISMOS DE AQUISIÇÃO EXTERNA DE CONHECIMENTOS

- Contratação de especialista ou consultor externo** (para desenvolvimento de sistemas operacionais/gerenciais/desenvolvimento de produto ou processo, etc.)
- Treinamentos externos de curta duração** de funcionários de **perfil gerencial e de suporte** (microinformática, TQM, desenvolvimento gerencial, gestão de projetos, etc.)
- Treinamentos externos de curta duração** de funcionários de **perfil tecnológico** (novos ingredientes, tecnologias de processo, práticas de manejo, etc.)

- Treinamentos externos de média e longa duração** (programa de incentivo ou de reembolso de graduação, de especialização e de pós-graduação)
- Participação em congressos ou seminários ou **eventos técnicos**
- Participação em **eventos** (reuniões de classe, feiras, exposições, etc.)
- Interação com fornecedores** (interação para desenvolvimento de projeto ou equipamento ou processo, etc.)
- Interação com cliente** (envolvimento no projeto do produto, no teste do produto ou através de pesquisas específicas)

GRUPO 2 MECANISMOS DE AQUISIÇÃO INTERNA DE CONHECIMENTOS

- Treinamento interno** de funcionários com uso de **pessoal interno**
- Treinamento interno** de funcionários com participação de **pessoal externo**
- Programas formais de treinamento de novos funcionários** ou contratação de *trainees*
- Atividades de rotina em grupos: grupos de supervisão e montagem/ grupos de qualidade/ participação dos empregados em atividades desenvolvidas pela matriz ou empresas associadas, dentre outras que envolvam a formação de grupos ou equipes
- Aprendizagem por busca: experimentação, comparação de dados/ laboratório com dados de teste e/ou de processo, estudo de literatura nacional e internacional, etc. atividades formalizadas orientadas para a busca de solução de problemas, melhorias de processo e produtividade, inovações, etc.
- Atividades de P&DI formalizada

GRUPO 3 MECANISMOS DE SOCIALIZAÇÃO DE CONHECIMENTOS

- Rotação no trabalho, grupos multidisciplinares (grupos de trabalho multifuncionais e multidisciplinares, técnicos trabalham na fábrica e na supervisão (dois setores)
- Soluções compartilhadas de problemas (participação em reuniões de projetos, reuniões de projetos na matriz, comitê de qualidade, etc.)
- Teste (ou prototipagem) ou desenvolvimento de projetos com participação de pessoal de diferentes setores
- Sistemas de disseminação da informação: jornal/mural/ reuniões periódicas para todos os setores
- sistema de disseminação de informação com compartilhamento de dados via rede, uso de intranet e internet
- Desenvolvimento conjunto cliente e fornecedor (intercâmbio com clientes e fornecedores para desenvolvimento de projeto, interação continuada com a matriz, soluções para desenvolvimento e teste)

GRUPO 4 MECANISMOS DE CODIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS

- Codificação e especificação de materiais (códigos e padrões de engenharia, soluções modulares para projetos, etc.)
- Elaboração de procedimentos administrativos (normas internas e memorandos, elaboração de procedimentos e instruções técnicas)
- Certificações e recertificações
- Sistemas de controle operacionais e gerenciais (sistema de controle de contratos, integração de entre sistemas operacionais e corporativos, etc.
- Instruções técnicas e ferramentas específicas de para projetos
- Auditorias internas

INTENSIDADE DE INVESTIMENTOS

F1. Indique % sobre a receita líquida de venda destinada para atividades inovativas:

Entendem-se como **atividade inovativa** ações tais como compra de conhecimento e tecnologia (máquinas, equipamentos, consultoria), treinamento de pessoal, participação em eventos e parcerias para desenvolvimento de pesquisa ou teste de tecnologia, dentre outras ações que permitem a empresa criar ou adotar novos produtos, processos, ações de gerenciamento e de *marketing* que promovam a melhoria do desempenho da unidade produtiva.

F2. Em relação aos gastos feitos pela empresa em atividade inovativas, no último ano, indique em quais atividades houve gastos e seu percentual de participação nos gastos em atividades inovativas:

			% sobre total de gastos
1. Atividades de P&D (internas)	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="text"/> %
2. Atividades de P&D (externas)	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="text"/> %
3. Aquisição de outros conhecimentos externos	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="text"/> %
4. Aquisição de <i>software</i>	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="text"/> %
5. Aquisição de máquinas e equipamentos	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="text"/> %
6. Treinamento de pessoal	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="text"/> %
7. Atividade de projeto industrial e outras preparações técnicas	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="text"/> %
8. Lançamento de produtos ou processos novos para o mercado	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="text"/> %

F3. Quais as fontes de financiamento para atividade inovativa?

INOVAÇÕES

G1. Em relação às INOVAÇÕES DE PRODUTO, indique o nº de produtos gerados nos últimos três anos:

Inovação de produto "é a introdução de um bem ou serviço novo, ou significativamente melhorado, no que concerne a suas características ou usos previstos". Por exemplo, introdução de pré-mistura, de mistura para bolo, de farinha fortificada, dentre outros.

G2. Em relação às INOVAÇÕES DE PROCESSO, indique o número de processos novos ou substancialmente aprimorados implantados nos últimos três anos:

Inovação de processo é "a implementação de um método de produção ou distribuição novo ou significativamente melhorado. Incluem-se mudanças em técnicas, equipamentos e/ou *softwares*", por exemplo, aditivo para correção de farinha, automação de processo, seleção por cor, dentre outros.

G3. Indique o número de INOVAÇÕES ORGANIZACIONAIS implantadas nos últimos 3 anos:

Inovação organizacional é a "implementação de um novo método organizacional nas práticas de negócios da empresa, na organização do seu local de trabalho ou em suas relações externas", por exemplo, sistemas de gerenciamento para a produção, sistema de gerenciamento de qualidade, estruturação de atividade com divisão de trabalho e maior autonomia aos empregados, nova forma de compra de insumos, introdução da subcontratação das atividades de negócios na produção, dentre outras.

G4. Indique o número de INOVAÇÕES DE MARKETING implantadas nos últimos 3 anos:

Inovação de marketing é a "implementação de um novo método de *marketing* com mudanças significativas na concepção do produto ou em sua embalagem, no posicionamento do produto, em sua promoção ou na fixação de preços", por exemplo, adoção de uma nova forma de embalagem do produto, introdução de novos canais de vendas ou vendas diretas, adoção de uma marca/logotipo para propriedade, uso de um novo método de variação de preços, dentre outros.

Apêndice F

PRINCIPAIS INOVAÇÕES DO COMPLEXO DO TRIGO

As principais inovações observadas no segmento de produção primária de trigo grão são marcadas pela adequação do produto grão às especificações de produto final, pela intensificação do uso de insumos para aumento de produtividade e pelo aumento de escala e velocidade do processo.

O melhoramento genético, o conhecimento da química e da fertilidade do solo e o desenvolvimento de produtos de proteção contra doenças e pragas foram componentes decisivos para a evolução da agricultura. Outros componentes como a mecanização e a informática/automação também contribuíram para o aumento da produtividade e das expressivas alterações dos processos organizacionais e gerenciais no setor agropecuário observadas nestas últimas décadas. A grande maioria dos avanços tecnológicos não é específica para a cultura do trigo, mas se aplica a todos os cultivos vegetais.

A geração de novos materiais genéticos de trigo teve diferentes direcionamentos de acordo com o momento da triticultura no país. Na década de 80, o foco eram cultivares com menor sensibilidade à temperatura e menor exigência de fotoperíodo, para permitir a expansão do trigo para região de clima tropical, e cultivares de porte mais baixo. Na década seguinte, manteve-se a busca por cultivares de porte baixo e, com a alteração da estrutura de comercialização pela desregulamentação, o direcionamento de cultivares por perfil de qualidade passou a ser contemplado nos programas de melhoramento. A partir dos anos 2000, a seleção de material genético incorporou, além do porte baixo e segmentação por perfil de qualidade, a busca de cultivares com incorporação de resistência de planta adulta à ferrugem da folha e maior resposta ao uso de insumos modernos.

Em termos de adubação, observou-se o direcionamento na síntese de novos produtos e na obtenção de métodos de manejo de aplicação que resultassem na eficiência de uso. Os adubos solúveis, surgidos na década de 60, os fosfatos naturais reativos, na década de 70, e a mistura de nitrato de amônio com uréia (URAN), na década de 90, podem ser citados como inovações nesta área. A preconização de calagem e correção de solos dada à acidez dos solos brasileiros e

a identificação da adubação nitrogenada como fator de aumento de produtividade do cereal, na década de 70, foram importantes avanços na tecnologia de cultivo do cereal.

Ainda relativo à adubação, ressaltam-se as alterações referentes às lógicas de recomendações que podem ser agrupadas em três períodos: (i) recomendações baseadas no conceito de correção de acidez de solo e adubação de manutenção dos níveis de P e K; (ii) recomendações baseadas no conceito de correção de acidez de solo e adubação de manutenção considerando aspectos econômicos; e (iii) recomendações baseadas no conceito de correção de acidez de solo e adubação de manutenção proporcional ao nível de rendimento esperado da cultura.

Com o surgimento dos princípios de agricultura conservacionista na década de 60, inúmeras técnicas foram estabelecidas para prevenir as perdas por erosão (sólidos e nutrientes) e propiciar maior economicidade de insumos. A nova lógica de redução da intensidade de mobilização de solo (preparo mínimo e plantio direto) resultou em inúmeras alterações, dentre elas: ampliação do uso de obras hidráulicas e terraceamento (estruturas mecânicas), novos modelos de cálculo para definição de terraços, modificação na forma de amostragem para análise de solo, ajustes nas recomendações de adubação, uso de fosfatos reativos com solubilização pela menor acidez e a incorporação de mecanismos de rompimento de solo e de distribuição de sementes e de adubo (estrutura de rosca sem fim) nas semeadoras.

Aliadas às alterações de manejo e à sistematização de solo, a nova lógica conservacionista também propiciou a diversificação de cultivos e materiais genéticos. A partir dos anos 80, a adoção em larga escala de plantio direto impulsionou o surgimento de novos modelos de produção, passando-se de monocultivo para a diversificação e a integração com a produção animal, em especial, com o cultivo de aveia no inverno. Neste sentido, houve a oferta de material genético melhorado em espécies que não eram comercialmente exploradas, como a aveia, a canola, o nabo, braquiária, etc. Para o trigo especificamente, a rotação de culturas foi importante para o controle do mal-do-pé (*Helminthosporiose*), doença que causa severos prejuízos para a cultura, e a integração com criação animal norteou o desenvolvimento de cultivares de trigo de duplo-propósito, pastagem e grão.

No controle de plantas daninhas, destaca-se a evolução dos herbicidas em termos de perfil e época de aplicação e em termos de seletividade, por exemplo, de herbicidas de contato incorporados ao solo (p. ex.: Paraquat) para herbicidas pré-emergentes não-incorporados (p.ex. Laço e Dual) para as moléculas pós-emergentes (p. ex. Aciflorfen, Bentazon), chegando aos produtos seletivos para controle específico de espécies (p. ex. Topic).

Em termos de estratégias de desenvolvimento tecnológico de proteção a doenças, salientam-se três direcionamentos: (i) moléculas de fungicidas mais eficazes e com maior período de proteção migrando de fungicidas de contato do grupo cupro (p. ex. Macozeb), na década de 70, para fungicidas sistêmicos do grupo triazóis (p. ex. Bayleton), na década de 80, e, posteriormente, fungicidas à base de estrubirulinas nos anos 2000; (ii) incorporação de resistência via genética, por exemplo, cultivares com resistência de planta adulta à ferrugem da folha; e (iii) desenvolvimento de produtos para tratamento de sementes no final dos anos 90 (p. ex. Triadimenol, Benomyl e Procymidone).

Já, relativo a tecnologias direcionadas a controle de insetos, podem ser citadas três principais marcos de evolução: (i) controle biológico de pulgões com vespinhas, preconizado no final dos anos 70 e início dos anos 80; (ii) desenvolvimento de tecnologias para controle de pragas de solo, como o manejo integrado de corós e produtos de tratamento de semente para controle de insetos, no final dos anos 90; e (iii) avanços de produtos químicos para controle de insetos de produtos armazenados, dos gases brometo e fosfina, na década de 50 e 60, para produtos clorados, fosforados e piretroides de proteção de grãos, na década de 70, e pós-inertes minerais no final dos anos 90.

No caso das máquinas agrícolas, o padrão tecnológico caracterizou-se por inovações adaptativas. Tais inovações visaram, principalmente, aumentar a polivalência e o atendimento às especificidades regionais, aumentar a robustez, a durabilidade e a velocidade dos equipamentos, simplificar funções e automatizar processos e a ergonomia. A incorporação da eletro-hidráulica, da eletro-pneumática e da eletrônica embarcada deram impulso na qualidade das máquinas e dos equipamentos. Atualmente, a indústria de máquinas agrícolas oferece uma ampla linha de produtos que atendem ao pequeno, médio e grande produtor. São ofertados ao mercado equipamentos agrícolas que realizam desde operações com

tração animal até àquelas que exigem tratores equipados com tecnologias eletrônicas de posicionamento global.

Dentre as principais alterações ocorridas no segmento de máquinas e equipamentos agrícolas, destacam-se: (a) aumento do tamanho dos tratores a partir dos anos 80; (b) alteração da estrutura de semeadoras com a incorporação de mecanismos de rompimento de solo e de distribuição de sementes e de adubo na década de 80; (c) substituição de material construtivo e de chapa galvanizada para plástico (roto moldado) no fim dos anos 90; (d) mudanças em termos de tanques de pulverização, dos hidráulicos (600 L) para os de arrasto no início dos anos 90 e, posteriormente, para os autopropelidos na metade dos anos 90; (e) alteração de materiais dos bicos de pulverização, de metal para material cerâmico e, posteriormente, para polímeros; (f) pulverização atomizada e de taxa variável no final da década de 90, início dos anos 2000; (g) introdução e incremento da eletrônica em semeadora, pulverizadores e distribuidores de adubo com taxa variável, sensores eletrônicos, etc. nos anos 2000; (h) alteração no perfil de transmissão mecânica, por exemplo, o ISOBUS nos anos 2000; (i) no caso de colhedoras, alterações de capacidade de contenção de grão e de potência, de 180 HP para 250 HP, a partir dos anos 80, de sistema rotor, de radial para axial, aumento na velocidade de colheita nos anos 2000 e introdução de sensores de umidade e produtividade associados a um sistema *Global Positioning System* (GPS) e de sistemas de aquisição de dados (*Datavision, FeelStar, GreenStar* etc) para controle de velocidade e controle de sistemas nos anos 2000.

Na pós-colheita, além do desenvolvimento de novos produtos químicos para controle de insetos, observaram-se alterações nos padrões da estrutura de armazenagem. No final da década de 90, a preocupação de manutenção da qualidade e de seguridade do produto trouxe alterações para o conceito de armazenagem em termos de projeto, novos equipamentos e procedimentos de armazenagem. Em termos de equipamentos, destacam-se os movimentares de carga para fluxos de grande volume e sensores termo-registradores na década de 80 e, nos anos 90, a automatização da movimentação de produto, da secagem e da termodinâmica/ aeração.

Em termos de procedimentos técnicos de pós-colheita, a partir do final dos anos 90 e início dos anos 2000, a lógica de venda garantida sem controle de qualidade acaba sendo substituída pela necessidade de obtenção e manutenção da

qualidade do produto com o fim da compra estatal. Isto estimulou um grande desenvolvimento de ferramentas e procedimentos de gestão de qualidade, como manejo integrado de pragas (MIP-Grãos), boas práticas de armazenagem, etc.

O Quadro 23 apresenta uma caracterização da evolução de tecnologias relacionadas ao cultivo de trigo, a partir das principais inovações relatadas nas entrevistas e descritas acima. Tecnologias de princípio conservacionista, como plantio direto, uso racional dos recursos hídricos, rotação de culturas e conservação de solos, bem como manejos biológicos e integrados de doenças e pragas, passaram a integrar o conjunto de tecnologias ofertadas a partir dos anos 80 e a direcionar as discussões para um novo paradigma de produção agrícola. Outro componente que marcou a evolução da produção agrícola de trigo no Brasil foi a evolução de máquinas agrícolas, tanto do ponto de vista de materiais e elementos construtivos (mecanismo de rompimento de solo, mecanismos de distribuição de sementes e de adubo, sistema axial, etc.), como do ponto de vista da incorporação da eletrônica e da informática (embarcada, sistemas georreferenciados, etc.) e do porte e velocidade do maquinário. A ampliação da oferta de materiais genéticos propiciou a melhor adaptação do cultivo para as condições brasileiras, direcionou-se para a oferta específica por região, em um primeiro momento, e permitiu a expansão para outras regiões (norte do Paraná e região centro-oeste). Posteriormente, houve o direcionamento para a especificação por produto final e necessidades do processo industrial.

A atividade moageira no Brasil remonta ao século XVIII, no Rio de Janeiro, quando foi instalado o primeiro moinho, chamado Moinho Fluminense. Anteriormente, a grande totalidade da farinha de trigo consumida era produzida artesanalmente em moinhos de pedra locais ou importada da Inglaterra, Argentina ou Uruguai.

Em termos de tecnologia moageira, houve pouca evolução no conceito de moagem, persistindo as etapas que constituem o processo: extrusão e peneiramento. As principais alterações estão relacionadas ao *layout* da planta, ao aumento de capacidade e velocidade de processamento, ao de material construtivo dos equipamentos e à automação dos processos. Ressalvas devem ser feitas à reativação de moinhos de pedra ou à implantação de sistemas complementares de equipamentos em função da demanda de alimentos saudáveis com maior teor de

fibras, uma vez que este tipo de processo de moagem⁴³ permite a obtenção de farinhas com alto teor de fibra, proteína e minerais.

Período	Caracterização
Década 70	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração dos princípios ativos de fungicidas: de contato para sistêmico; • Inserção do conceito de rotação de culturas, em função do mal do pé (helmintosporiose); • Sistema de correção e adubação tendo como princípio a adubação nitrogenada como fator que aumenta o rendimento do cereal.
Década 80	<ul style="list-style-type: none"> • Lançamento de cultivares que permitiram incrementos de produtividade e adaptação a regiões específicas, como exemplo cultivares com menor sensibilidade à temperatura e à exigência de fotoperíodo, permitindo a expansão do trigo para região de clima tropical; • Plantio direto, alteração do uso de herbicidas de contato para herbicidas pré-emergentes e seletivos; • Aumento do porte e de potência de máquinas agrícolas (tratores e colhedoras) e alteração de estruturas de semeadoras com a incorporação de mecanismos de rompimento de solo e de distribuição de sementes e de adubo • Controle biológico de pulgões com vespíngulas.
Década 90	<ul style="list-style-type: none"> • Evolução no perfil do maquinário agrícola com a substituição de material construtivo, atomização, sistemas axiais, eletrônica embarcada, sistemas georeferenciados, etc.; • Alteração dos princípios ativos de fungicidas, de triazóis para estrobirulinas, e disponibilização de produtos para tratamento de sementes; • Arranjos na multiplicação e no licenciamento de cultivares, em especial, as parcerias público-privadas; • Processos de controle de qualidade, tais como Manejo Integrado de Pragas (MIP), Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), Boas Práticas, Certificação, etc.
Anos 2000	<ul style="list-style-type: none"> • Cultivares de porte baixo com resistência de planta adulta à ferrugem da folha e foco na qualidade tecnológica (especificação por produto final, segregação e seguridade do alimento); • Incremento da eletrônica embarcada (taxa variável; sensores eletrônicos associados a um sistema GPS, etc.) ,sistemas de aquisição de dados (<i>Datavision</i>, <i>FeelStar</i>, <i>GreenStar</i> etc), mudanças nos elementos de transmissão mecânica (por exemplo ISOBUS) e do sistema rotor, de radial para axial, e aumento na velocidade de colheita; • Tecnologias para controle de pragas de solo e produtos de proteção com maior seletividade.

Quadro 1 – Principais marcos da evolução tecnológica da produção trigo grão, por década, com base nas entrevistas realizadas

⁴³ Os moinhos de cilindros são projetados com a divisão de farinha e farelo, e há a reintegração posterior do farelo na farinha para aumentar o teor de fibra. No entanto, a granulometria diferenciada traz uma apresentação ruim para o produto e má homogeneidade do mesmo, o que não ocorre com a moagem em moinho de pedra.

Parte do direcionamento para melhoria de eficiência dos moinhos focou a oferta de equipamentos com maior velocidade e capacidade de processamento e a redução de área dos moinhos com *layout* de diagramas verticais.

Constata-se a substituição de materiais construtivos dos equipamentos de moagem, em especial, as madeiras dos *plansifters*⁴⁴ e as varas de junco nos sassores⁴⁵ por materiais metálicos e a ampliação do uso de inox. A implantação de sistemas de isolamento térmico ou mecanismos de retirada de calor para evitar condensação também passou a ser empregada no desenho dos equipamentos. Segundo as empresas, os equipamentos produzidos atualmente têm maior confiabilidade, possuem melhor projeto/*design* e utilizam melhores materiais construtivos. Outros aspectos de evolução neste segmento de máquinas e equipamentos estão relacionados à adoção de manutenções preventivas, como procedimento de rotina nas empresas, ao aumento de disponibilidade de recursos humanos qualificados e à facilidade de reposição de peças, caso seja necessário.

Alguns novos equipamentos possibilitaram o aumento de eficiência de processo com maior rendimento de farinha (melhoria do grão de extração) e menor ocorrência de problemas durante o processo, por exemplo, a introdução da automação no processo que tem permitido monitorar falhas do processo, mensurar rendimento de planta e avaliar rapidamente a qualidade da farinha (teor de cinza e de umidade através do uso do NIR⁴⁶). Tais mudanças permitem efetuar a correção automática e imediata de situações fora do padrão e, conseqüentemente, redução de custos de produção.

A introdução de conceito de seguridade de alimentos, a partir dos anos 90, conduziu a alterações nos processos para atingir os requerimentos tanto de legislação quanto de mercado. A adoção deste conceito provocou mudanças em termos de processo produtivo, tais como: (a) alteração nos sistemas de controle, monitoramento de rotas e introdução de equipamentos de monitoramento contínuo, como exemplo, as balanças de fluxo; (b) melhorias nos sistemas de limpeza com o

⁴⁴ Peneira rotativa, formada por um conjunto de peneiras sobrepostas, arranjadas em uma caixa de madeira ou metálica, movidas por um motor preso à própria máquina.

⁴⁵ Consiste de um mecanismo oscilante, que contém um grupo de peneiras (duplas ou triplas) com função de purificação, ou seja, separação dos elementos de diferentes características de tamanho e densidade (separa as partículas finas de farelo, endosperma com farelo ainda aderido e endosperma puro antes que seja moído e convertido em farinha).

⁴⁶ *Near infrared sprectroscopy on line*.

uso de separação de frações por peso do hectolitro, classificação por cor e limpeza agressiva do tegumento; (c) nova concepção de equipamentos em relação à limpeza, à higienização e à facilidade de manuseio, montagem e desmontagem; e (e) substituição de materiais construtivos como mencionado anteriormente. No entanto, apesar de no exterior já ser aplicado largamente nas indústrias de derivados de trigo, no Brasil, sua aplicação é incipiente e, em geral, mais comum em empresas multinacionais. Para a implantação destes sistemas, é necessária uma boa coordenação de cadeia, e, na maioria das vezes, não se tem conseguido ir além das boas práticas de fabricação.

Alguns insumos foram criados para auxiliar na adequação às especificações do produto final e permitiram a redução de custos, como os aditivos (fortificantes, enzimas e melhoradores). A alteração do perfil de demanda industrial para um produto “padronizado e personalizado” das farinhas, na década de 90, resultou na implementação de laboratórios nos moinhos e na necessidade de recursos humanos especializados e de treinamento. Posteriormente, o uso de aditivos passou a ser incorporado como uma ferramenta para auxílio à padronização do produto e à otimização do processo. Nos últimos trinta anos, houve alterações na linha de enzimas, nos produtos não químicos (relacionados à questão de resíduos), nos aditivos nutricionais e nos melhoradores de massa e leveduras na panificação.

Em termos de produtos ofertados, observam-se uma “personalização” do produto industrial e uma ampliação da variedade de produtos no mercado de varejo. A partir da década de 90, observou-se a segmentação dos produtos por perfil de uso final do produto e por empresa. Da oferta de farinha comum e especial, passou-se a oferta de farinhas produto-padronizado, produto-especificado (pão, pão francês, pão integral, pizza, etc.) e pré-misturas ou pré-mesclas (para pães, bolo, nhoque, etc.). No segmento consumidor final, houve a proliferação de oferta de farinhas produto-específica, farinha com fermento, misturas prontas para bolos, pães, salgados, etc. e misturas prontas para microondas, além de mudanças em tamanhos de embalagem (maior oferta de pacotes de 1kg), uso de sacos plásticos, empacotamento a vácuo⁴⁷ e linhas direcionadas ao público infantil.

⁴⁷ Geralmente empregado para produtos com alto teor de fibra pela dificuldade de conservação e da vida de prateleira, uma vez que o produto apresenta maior possibilidade de rancificação, de oxidação de gordura e de proliferação de microorganismos e insetos.

Relativo à produção de massas alimentícias, no começo do século XX, as massas eram preparadas em marombas, movidas à tração animal e secadas ao sol ou em quartos de descanso com o auxílio da queima de carvão. Com a chegada da energia elétrica, a fabricação de massas passou a ser feita em masseiras, máquinas importadas da Itália, porém a secagem continuou sendo feita ao sol ou em quartos de descanso. Por volta dos anos 30, surgiram as máquinas para extrusão⁴⁸ movidas a força hidráulica e o processo passou a ser semiautomático. A secagem passou a ser feita por meio de secadores elétricos, e a manipulação da massa somente tinha contato manual no empacotamento. Embora, já na década de 30, a empresa suíça Bülher tenha incorporado o conceito de linha de produção ao processamento de massas (*pasta lines*) e desenvolvido máquinas agregadas de fluxo contínuo de produção, somente a partir da década de 60, as linhas contínuas e o processo automático passaram a ser empregadas nas empresas no Brasil. No início dos anos 90, surgiu o sistema composto de masseira e prensa hermeticamente fechados.

No segmento de massas artesanais e frescas, a automação passou a ser um elemento importante, quer seja para o aumento de velocidade, como também pela redução de necessidade de mão de obra. Inicialmente, houve a oferta de equipamentos para a semiautomatização do processo de mistura e corte e, posteriormente, de equipamentos direcionados ao empacotamento.

Destaque deve ser dado às melhorias no processo de secagem. O controle da homogeneidade da secagem no produto é fundamental. Maior eficiência foi desenvolvida na forma de ventilação com redução do tempo de secagem, reduzindo de dezoito para 5 horas.

A substituição de materiais de constituição também ocorreu, por exemplo, no caso das trefilas. Estas peças foram inicialmente fabricadas em cobre, depois em aço inoxidável e, posteriormente, moldadas em cobre e revestidas com politetrafluoretileno (teflon).

No caso de massas, além do aumento expressivo da oferta do produto em termos de quantidade nos últimos dez anos, chama atenção a diversificação dos produtos ofertados. Na década de 90, houve uma amplificação dos tipos de massas

⁴⁸ Segundo Rossen & Miller (1973), o extrusor de rosca única foi primeiramente aplicado para extrusão contínua de pastas alimentícias em 1935.

secas, como a de grano duro, com vegetais e integrais, bem como dos formatos de macarrão ofertados no mercado por empresas brasileiras, em especial das massas curtas tipo gravata, *fusilli*, *rigatoni*, *conchiglione* e *gnochi*. A oferta de massas secas recheadas, massas frescas e massas frescas recheadas também aumentaram, em especial, a partir dos anos 2000.

Também nos anos 2000, houve uma expansão de oferta de pratos prontos, de macarrão instantâneo e do *cup noodle*. No entanto, a demanda por alimentos *low carbo* (baixo carboidrato e redução calórica) por um público específico induziu a alterações nas fórmulas e nos processos no caso do macarrão instantâneo. Atualmente, há produto similar com menor teor de gordura, seja pela alteração no processo fritura e/ou pelo uso de grão inteiro. Ainda na linha de produtos específicos, recentemente, a empresa Arroz Urbano em parceria com a Bülher desenvolveu uma linha para produção de massa curta que não contém glúten à base de arroz.

Os produtos integrais ou com alto teor de fibra, os chamados produtos convenientes, têm sido bem aceitos e têm elevado sua demanda. No entanto, sua oferta ainda tem sido feita basicamente por grandes indústrias.

O Quadro 24 apresenta uma caracterização da evolução de tecnologias relacionadas ao processamento de derivados de trigo com base nas principais inovações e nos marcos tecnológicos relatados nas entrevistas realizadas.

Período	Caracterização
Década 70	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração do <i>layout</i> de planta (diagramas verticais) e alteração do tipo de material construtivo dos equipamentos;
Década 80	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de velocidade e capacidade de processamento dos equipamentos;
Década 90	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliação de oferta e uso de equipamentos de análise de qualidade tecnológica de trigo grão e farinha; • Aditivos (fortificantes, enzimas e melhoradores); • Automação de processo e sistemas de monitoramento de qualidade <i>on line</i>; • Conceitos de seguridade de alimentos e implantação de sistemas de gestão de qualidade/ melhorias nos sistemas de limpeza e nova concepção de construção de equipamentos (fácil manuseio e montagem/desmontagem); • Sistema composto de masseira e prensa hermeticamente fechados na produção de massas / linhas contínuas; • Sistema de secagem contínua; • “Personalização de produtos” por uso final e ampliação de oferta de misturas prontas; • Ampliação de oferta de tipos (grano duro, com vegetais, integrais e frescas) e de formatos de massas; • Alterações de perfil de embalagem (fracionamento e saco plástico).
Anos 2000	<ul style="list-style-type: none"> • Produtos de fácil preparo (misturas para microondas e pratos prontos); • Macarrão instantâneo e <i>cup noodle</i>; • Produtos direcionados a público infantil; • Oferta de produtos com alto teor de fibra, baixo teor de carboidratos e livre de glúten; • Embalagem a vácuo.

Quadro 2 – Evolução tecnológica da produção agroindustrial do complexo trigo no Brasil, por década, com base nas entrevistas realizadas

Apêndice G

PRINCIPAIS INOVAÇÕES DO COMPLEXO DO LEITE

Na produção leiteira, os principais avanços tecnológicos ocorridos se orientaram para o encurtamento do ciclo produtivo e o aumento de ganhos de produtividade. Tais avanços contemplaram a oferta de animais com melhor padrão genético, o aperfeiçoamento de técnicas de manejo reprodutivo, as melhorias de manejo alimentar, os novos produtos e as práticas higiênico-profiláticas, as tecnologias de automação, a incorporação de conceitos de ambiência e o uso de informática para gerenciamento produtivo-financeiro. A seguir, são apresentados alguns dos principais avanços neste segmento.

As ações de melhoramento genético desenvolvidas por diferentes instituições no Brasil primaram pela seleção de padrões genéticos mais aptos a condições locais, redução de idade de abate e aumento da eficiência de conversão alimentar. Tais esforços resultaram na obtenção de novas raças, como a raça leiteira Girolando⁴⁹, ou indicações de raças ou padrões de cruzamento mais indicadas para cada região do país. A construção de informações de comportamento animal e de adequação regional, como os parâmetros fisiológicos da raça Gir e o zoneamento bioclimatológico para gado de leite, também são frutos importantes que permitiram o melhor aproveitamento dos recursos genéticos e naturais.

O manejo reprodutivo também conta com técnicas que permitiram melhorias no sistema, como a inseminação artificial, a sexagem, a clonagem e a transgenia. A inseminação artificial⁵⁰ possibilitou a dispersão de um padrão genético em uma escala abrangente. A sexagem de embriões e de sêmen e a técnica de transplante de embriões permitiram a escolha do perfil dos animais e a eficácia no

⁴⁹ Raça sintética de dupla aptidão, fixada em 5/8 de sangue holandês e 3/8 de sangue gir - bi mestiço, de ocorrência no Brasil desde a década de 40. Em 1989, foram definidas as normas para formação do cruzamento, sendo institucionalizada como raça sintética pelo Ministério da Agricultura em 1996.

⁵⁰ Com registro da ocorrência em 1.332 para espécie bovina, a técnica passou a ter importância para a bovinocultura, a partir da década de 40, com a criação das primeiras cooperativas de inseminação artificial na Dinamarca e EUA e difundida, a partir de 1949, com a descoberta por Polge, Smith e Parkes da sobrevivência ao congelamento pela adição de glicerol (MIES FILHO, 1987). No Brasil, somente na década de 70, a técnica passa a ser incorporada no sistema produtivo com a criação das primeiras empresas especializadas, e estima-se que seja aplicada em menos de 5% do rebanho.

processo de reprodução reprodutivo. Mais recentes, a clonagem e a transgenia abriram um vasto campo de possibilidades, embora ainda não se tenham impactos reais no complexo produtivo. Produtos como os hormônios que permitem sincronização de cio e desenvolvimento e supressão de prenhez auxiliam na programação e estabilidade da produção e na redução de custos.

Em termos de manejo alimentar, as principais inovações incorporadas no processo produtivo dizem respeito a novas variedades de gramíneas, técnicas de manejo e adubação de pastagens, tecnologias analíticas que auxiliam no balanço da dieta, avanços em processos de conservação de alimento e de produtos e dietas pautadas em conceitos de aminoácidos essenciais, de demanda energética e de minerais orgânicos.

A busca de opções forrageiras adaptadas às condições brasileiras propiciou a geração de informações sobre ciclo, comportamento, exigências, método de plantio, densidade e profundidade de semeadura, etc. das diferentes gramíneas e leguminosas geradas por diversas instituições (ESALQ, UFV, UNESP-Jaboticabal, UEM, Embrapa, dentre outras instituições), além do estabelecimento do manejo ótimo destas forrageiras. Foram introduzidas novas cultivares, como a Basilisk⁵¹, Marandu⁵², Tobiata⁵¹, Centenário⁵¹, Centauro⁵³, Tanzânia⁵², Mombaça⁵⁴, Pioneiro⁵⁵, Iapar 56⁵⁶, Xaraés⁵⁴ e Piatã⁵⁷, frutos dos esforços de melhoramento vegetal. De forma adicional, a disponibilização de informações de nutrição com a incorporação do conceito de balanceamento de dietas (NRC) para suprir às necessidades dos animais para as condições brasileiras também contribuiu para estabelecimento de novas bases para o manejo de alimentação.

A particularização do manejo rotacionado de pastagem, derivação do Pastoreio *Voisin*, expandiu-se no Brasil na década de 70. O estabelecimento do manejo, tomando por base o ciclo de vida do vegetal sob condições brasileiras e o

⁵¹ *Brachiaria decumbens* Stapf, cultivar Basilisk, introduzida pelo Instituto de Pesquisas Internacionais no início da década de 60.

⁵² *Brachiaria brizantha* Hochst Staf, cultivar Marandu, lançada em 1984 pela Embrapa Gado de Corte e Embrapa Cerrados.

⁵³ Cultivares do gênero *Panicum* lançadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas em 1982, 1986 e 1988.

⁵⁴ Cultivares do gênero *Panicum* lançadas pela Embrapa Gado de Corte em 1990 e 1993.

⁵⁵ Cultivar do gênero *Pennisetum* lançada pela Embrapa Gado de Leite em 1997.

⁵⁶ Cultivar do gênero *Brachiaria* lançada pelo Instituto Agrônomo do Paraná em 1999.

⁵⁷ Cultivar do gênero *Brachiaria* lançada pela Embrapa Gado de Corte, Embrapa Cerrados, Comissão Executiva de Planejamento da Lavoura Cacaueira e Instituto de Zootecnia de São Paulo em 2000 e 2003.

conceito de reposição de nutrientes pela rápida decomposição de matéria orgânica, permitiu o maior aproveitamento do potencial das forrageiras e da redução de custo. O uso de técnica de sobressemeadura de pastagens de inverno e o uso de irrigação também contribuíram para aumento da produtividade de pastos. As técnicas de integração da pecuária com sistemas silvícolas (sistemas silvipastoril) e com lavouras (sistema lavoura-pecuária) resultaram na geração de renda adicional pelo incremento de produção por unidade de área, na estabilidade de fluxo de renda da propriedade rural e na maximização e distribuição do uso de mão-de-obra durante o ano.

Na década de 90, observa-se o estabelecimento de diferentes sistemas particularizados de pastagem e tipo de manejo, como, pastagem de verão sobre-semeada com aveia e azevém sob irrigação na estação de inverno, suplementação de cana com uréia, pastejo com alfafa, recuperação de pastagens degradadas de capim-gordura com leguminosas ou *Brachiaria decumbens*, integração de pastagens de setária com pastagens de inverno, utilização sob pastejo *de coast-cross* para produção intensiva, sistemas silvipastoril para áreas montanhosas com árvores plantadas em faixas de nível, dentre outros preconizados pelas diferentes instituições de ensino e pesquisa do Brasil.

Os avanços na síntese de novos adubos (por exemplo, uréia protegida e fertilizantes associados às zeólitas), o aproveitamento de resíduos agrícolas e industriais para adubação (por exemplo, dejetos orgânicos e escórias de siderurgia), a consideração dos efeitos da aplicação de adubação nas distintas etapas da produção animal e recomendações específicas conforme perfil do sistema de produção e a eficiência de novas técnicas de manejo para sua aplicação podem ser consideradas inovações que impactaram na tecnologia de manejo de pastagens.

Avanços na conservação de forragem, por exemplo, as técnicas de silagem de milho e fenação, uso de silos *bag* para armazenamento e uso de produtos específicos (tamponantes, aditivos químicos e biológicos como bicarbonatos, ácidos orgânicos e substratos de bactérias) em silagem, permitiram a manutenção do padrão alimentar durante todo o ano e a estabilidade na expressão potencial de produção animal para regiões com deficiência de alimento em determinados períodos. O estabelecimento das bases para o aproveitamento de resíduos agroindustriais (casquinhas de soja, bagaço de laranja, etc.) na

alimentação animal e a adoção de processos como a peletização, mais recentemente, também contribuíram para o aumento da oferta de alimentação para a produção leiteira.

Do ponto de vista de manejo sanitário, os seguintes conhecimentos e tecnologias que auxiliaram na melhoria das condições de sanidade dos rebanhos bovinos podem ser citados: novos produtos e práticas higiênico-profiláticas, tais como vacinas contra tristeza-parasitária-bovina, carrapatos e brucelose em animais adultos; ivermectina; produtos homeopáticos e fitoterápicos; controle estratégico de carrapatos; controle estratégico de helmintos; procedimentos de pré e pós_ *deeping*; uso de antibióticos para tratamento de mastite em vacas secas; programa estratégico de cinco pontos de controle de mastite; selante de teto para período seco; e métodos moleculares para detecção de patógenos. A evolução de equipamentos de pulverização ou da forma de pulverização (*pour on*) também contribuiu para aumento da eficácia de proteção dos animais.

Em termos de instalações, passaram a vigorar o conceito de instalações mínimas e de incorporação de aspecto de conforto animal no desenho de plantas. No caso de equipamentos, observou-se grande evolução em termos de ordenhadeiras mecânicas e equipamentos de refrigeração (tanques isotérmicos), equipamentos para colheita de forragem/silagem/fenação e equipamentos compactos e adaptáveis que auxiliassem no manejo rotacionado, como o cocho trenó. A automação e os equipamentos orientados para oferta de conforto ambiental também constituíram em focos de inovação nestes últimos anos no segmento de bovinocultura.

A evolução de tecnologias analíticas permitiu avanços no manejo alimentar, no controle sanitário e no controle de qualidade do leite, bem como resultou em alterações de comportamento e de legislação, como no caso de pagamento por qualidade do leite e na Instrução Normativa nº51, criada em 2001. Dentre as tecnologias analíticas, destacam-se análise bromotológica via método da reflectância no infravermelho proximal (Near-infrared spectroscopy – NIRS), análise do nível de uréia no leite como indicativo do estado nutricional e de balanço da dieta, métodos baseados em turbidometria, colorimetria (década de 70) e espectroscopia infravermelho (década de 90) para análise do teor de gordura, proteína, lactose e citometria de fluxo para contagem bacteriana. Ressalta-se que, aliada à evolução tecnológica de métodos e equipamentos, a incorporação de princípios de controle de

composição, de contaminantes e de resíduos no leite e a obrigatoriedade de análise em função de alteração de legislação fomentaram a implantação de rede de laboratórios para realização de análise, e houve o aumento de qualificação de recursos humanos nesta área.

O controle leiteiro em termos de produção leiteira por animal, de qualidade do leite e de datas estratégicas (inseminação, partos, vermifugações, vacinações, etc.) é essencial, ferramenta básica para a tomada de decisões, para planejamento e para desenvolvimento do sistema. Neste sentido, *softwares*, como o Sisleite e Sismil, planilhas eletrônicas de custo de produção e modelos matemáticos de predição de desempenho produtivo, têm sido desenvolvidas e disponibilizadas aos produtores rurais.

O Quadro 28 apresenta uma caracterização da evolução de tecnologias relacionadas à produção primária de leite no Brasil.

Período	Caracterização
Década 40	<ul style="list-style-type: none"> • Introdução de raças europeias
Década 50	<ul style="list-style-type: none"> • Emprego de vacinas
Década 60	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanização de ordenha
Década 70	<ul style="list-style-type: none"> • Início de cruzamentos entre raças europeias e zebus • Pastoreio rotacionado
Década 80	<ul style="list-style-type: none"> • Inseminação artificial • Lançamento de cultivares e investimentos em pastagens
Década 90	<ul style="list-style-type: none"> • Sexagem, transferência de embriões, sincronização com uso de hormônio • Equipamentos de fenação, silagem e forragem • Avanços em tecnologias analíticas
Anos 2000	<ul style="list-style-type: none"> • Granelização, boas práticas de produção e resfriamento

Quadro 1 – Caracterização do perfil tecnológico do complexo leite, segmento agropecuário, por década, segundo entrevistas realizadas

A indústria de laticínios no Brasil data de mais de um século. Em 1888, surgiu a primeira indústria de laticínios da América Latina em Santos Dumont (MG), mas foi na década de 70 que a demanda do mercado por produtos lácteos aumentou sensivelmente. Na década de 80, a produção apenas acompanhou vegetativamente o crescimento populacional, enquanto que, na década de 90, observou-se um aumento per capita de 4,65% no consumo do leite em pó, 7,42% no de leite condensado e 2,34% no de queijos, bem como a incorporação do consumo

de iogurtes nos hábitos da população (FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS, 1994).

Relativo ao segmento de processamento, as principais alterações tecnológicas foram: a introdução e a implantação de tecnologias de gestão da qualidade, a automação de processo, a tecnologia de membranas, o micro/nanoencapsulamento, os novos ingredientes (aditivos e conservantes) e as alterações em termos de envase/embalagem (embalagens com *policamadas*, embalagens de atmosfera modificada e embalagens ativas).

Os aspectos de segurança alimentar são essenciais na produção de alimentos em função da alta perecibilidade e dos potenciais problemas à saúde do consumidor. Neste sentido, observou-se o aprimoramento de práticas e de sistemas que buscavam garantir a inocuidade dos alimentos de boas práticas de fabricação (BPF), passando pelo sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC), até a norma ISO 22000. O sistema APPCC, desenvolvido no final dos anos 50 pela *Pillsbury Company* para controle do processamento dos alimentos utilizados no espaço pelos astronautas, passou a ser adotado por grandes companhias produtoras de alimentos na década de 70 nos EUA e Europa. Somente na década de 90, ocorreram os primeiros registros de implantação em empresas brasileiras, fruto das exigências do mercado de exportação e da determinação da implantação de APPCC pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento nas indústrias de alimentos. A diversidade de normas de sistemas de gestão da segurança de alimentos resultou, no início dos anos 2000, na elaboração de uma norma mundial para sistemas de gestão de segurança alimentar para cadeias agroindustriais, a ISO 22000, publicada em 2005.

Referente aos processos de tratamento de leite, as principais inovações se relacionam ao sistema UHT⁵⁸ (*ultra righ temperature*), à embalagem asséptica e à tecnologia de membranas. O processo UHT, desenvolvido na década de 40 nos EUA, teve suas primeiras implantações no Brasil na década de 70. Sua expansão ocorreu no início da década de 90 com empresas multinacionais. O sistema UHT, aliado ao processo de acondicionamento em sistema asséptico de

⁵⁸ O sistema UHT consiste de processo térmico de fluxo contínuo em que o leite homogeneizado e submetido, durante 2 a 4 segundos, a uma temperatura entre 130°C e 150°C, resfriado a uma temperatura inferior a 32°C e envasado sob condições assépticas em embalagens estéreis e hermeticamente fechadas.

embalagem e envase, permitiu a eliminação de toda cadeia de frio durante a estocagem e a comercialização do leite e auxiliou na viabilização de bacias leiteiras distantes, como as de Rondônia e Goiás. No final da década de 90, as cooperativas, com menor escala produtiva e atuação em mercados secundários, adotaram o sistema. A capacidade ociosa destas novas plantas estimulou o estabelecimento de um processo de terceirização de empacotamento para pequenas empresas, que, junto com menores custos de logística, resultaram em preços ao consumidor menores que empresas líderes.

Atualmente, observa-se o desenvolvimento de sistemas UHT com maiores capacidade e velocidade de processamento e associação à microfiltração ao sistema. Por outro lado, acompanha-se o desenvolvimento de sistemas assépticos alternativos para escalas menores, por exemplo, o sistema de uso de bolsas flexíveis de polietileno de baixa densidade com banho de peróxido de hidrogênio e tratamento com luz ultravioleta, bem como a expansão de uso de tecnologias de membrana.

A tecnologia de membranas ou os processos de separação por membranas, criada na década de 60, têm sido amplamente empregada no setor de laticínios, quer seja através da microfiltração (MF), da ultrafiltração (UF), da nanofiltração (NF) e da osmose reversa (OR) para clarificar, concentrar e fracionar uma variedade de produtos lácteos. Seu potencial de uso se justifica pelo efeito negativo produzido pelos tratamentos térmicos convencionais nos derivados lácteos, e seu emprego pode representar uma alteração de rota tecnológica de sanitização de produtos, passando de uma rota térmica para uma rota física. Além da aplicação na sanitização do leite na fase de pré-tratamento na produção de leite UHT (via MF), a tecnologia de membrana também pode ser aplicada em: (i) ajuste do conteúdo de proteínas do leite (padronização via UF), (ii) enriquecimento do leite nos casos de produtos fermentados e produção de queijos (UF), (iii) concentração de proteína por OR ou NF, (iv) tratamento de águas residuais geradas pela transformação de leite e (v) reciclagem de soluções CIP (*Cleaning in Place*) via MF, UF ou NF.

O desenvolvimento de novos ingredientes também tem aportado inovações ao segmento, como a renina que é uma enzima de maturação do produto obtida por meio de engenharia genética.

Do ponto de vista de embalagens, observa-se uma ampla oferta de recipientes: bobinas, garrafas de polietileno, embalagens cartonadas, sachês,

embalagens inteligentes, etc. No caso de leite fluído, registra-se o uso de diferentes tipos de embalagens com a evolução do tempo: garrafas de vidro (fins da década de 60), saquinho plástico (década de 70), embalagem cartonada longa vida e garrafas de polietileno de alta densidade (década de 90). No caso de queijos, há o emprego de diversas embalagens: embalagem cartonada, sacos plásticos com ou sem vácuo, potes plásticos, revestimento com cera ou parafina, latas metálicas, potes plásticos formados por extrusão, sachês flexíveis, bandejas pré-moldadas com filme selante que abre e fecha, bandejas subdivididas, embalagens com atmosfera modificada (injeção de um gás inerte ou de uma mistura de gases) e embalagens que permitem a entrada de oxigênio e a saída de dióxido de carbono e de umidade.

Nos anos 60, surgiram na Europa grandes fábricas industriais, utilizando processos contínuos e automáticos para a produção de leite, queijo e manteiga. No Brasil, a automação na produção de laticínios é ainda incipiente, fazendo com que as inovações se concentrem em determinados pontos do processo de produção, nos quais as possíveis falhas humanas têm consequências graves para a qualidade do produto e em indústrias de maior escala. O uso de controles automáticos e de processos programados em quase todas as etapas de produção é uma realidade, embora não seja adotado na maioria das empresas.

Outro aspecto relevante neste segmento decorre das preocupações com aspectos ambientais que estimularam o desenvolvimento de produtos, por exemplo, bebidas lácteas e proteínas e de processos de tratamento de efluentes.

Em termos de novos produtos derivados, não se observam inovações radicais. Na grande maioria das empresas, predominam a expansão da oferta de produtos com maior valor agregado (extensões de linha), o fracionamento e a nova apresentação do produto (nova apresentação de produtos).

No caso do leite fluído, a partir dos anos 2000, houve uma diversificação de produto: leite com adição de cálcio, leite com adição de vitaminas, leite com fibras, leite orgânico, etc. A maioria destes lançamentos são inovações incrementais, e sua introdução tem forte associação com fornecedores que estimulam a introdução destes novos produtos. Outro tipo de diferenciação de produto relaciona-se à composição do leite em termos de teor de gordura e/ou presença de substâncias nutracêuticas, tais como ácido linolênico conjugado (CLA), ômega 3 e anti-oxidante, que podem ser obtidas por meio da dieta alimentar dos animais. No caso do CLA, por exemplo, já se sabe que há aumento de CLA com

pastagens de verão e com o emprego de sementes de oleaginosas como a linhaça. Na linha de produtos funcionais, podem ser citados: o C12 *Peption*, proteínas hidrolisadas do leite com propriedade anti-hipertensiva, desenvolvida pela cooperativa holandesa *Campina*, e a Tagatose, açúcar derivado da lactose que não tem efeito glicêmico, desenvolvida pela cooperativa dinamarquesa *Arla Foods*.

O emprego de proteínas lácteas na indústria de cosméticos ou de minerais, proteínas e outros componentes do leite para uso em suplementos alimentares tem sido outro foco de expansão de novos produtos derivados. Como exemplo, tem-se o cálcio “lácteo” indicado no combate de osteoporose devido à sua fácil digestão.

Ainda em termos de inovações de produto, pode-se citar o desenvolvimento de bebida à base de soro com a adição de aroma (bebida láctea) na década de 70 e do queijo frescal com extensores (proteínas e gorduras), o aumento da oferta de tipos de queijos no final dos anos 90 e início dos anos 2000, o surgimento de produtos *low fat* (fins da década de 90) e de queijos do tipo minas frescal ultrafiltrado nos anos 2000.

O Quadro 29 apresenta as principais inovações em termos de evolução temporal.

Período	Caracterização
Década 90	<ul style="list-style-type: none"> • Avanços em tecnologias analíticas • Introdução de programas de qualidade e inocuidade de alimentos (APPCC) nas indústrias • Ampliação do uso do processo de homogeneização na indústria • Embalagem com atmosfera modificada • Automação industrial • Expansão de unidade de processamento de leite UTH e envase asséptico • Expansão da oferta de produtos: leite UHT e diversidade e formatos de queijo
Anos 2000	<ul style="list-style-type: none"> • Norma ISO 22000 • Lançamento de produtos chamados funcionais/probióticos • Fracionamento de produtos e redução de tamanho de embalagem • Tecnologia de membranas e micro/nanoencapsulamento • Embalagens de atmosfera modificada

Quadro 2 – caracterização do perfil tecnológico do complexo leite, segmento de processamento, por década, segundo entrevistas realizadas