



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

CRISTIANO MOREIRA RAIMUNDO

**ANÁLISE DA INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL DA INDÚSTRIA
DE ALIMENTOS NO BRASIL DE 2007 A 2012: APLICAÇÃO
DO MÉTODO DEA-MALMQUIST**

PUBLICAÇÃO: 120/2015

**Brasília/DF
Março/2015**

CRISTIANO MOREIRA RAIMUNDO

**ANÁLISE DA INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS NO
BRASIL DE 2007 A 2012: APLICAÇÃO DO MÉTODO DEA-MALMQUIST**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronegócios, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília (UnB), como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Agronegócios.

Orientador: Prof. Dr. João Batista Soares

**Brasília/DF
Março/2015**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E CATALOGAÇÃO

RAIMUNDO, C. M. **Análise da Inovação Sustentável da Indústria de Alimentos no Brasil de 2007 a 2012: Aplicação do Método DEA-Malmquist**. 2015, 125f. Dissertação. (Mestrado em Agronegócio) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

Documento formal, autorizando reprodução desta dissertação de mestrado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

M149a	Moreira Raimundo, Cristiano Análise da Inovação Sustentável da Indústria de Alimentos no Brasil de 2007 a 2012: Aplicação do Método DEA-Malmquist / Cristiano Moreira Raimundo; orientador João Batista Soares. -- Brasília, 2015. 125 p. Dissertação (Mestrado - Doutorado em Agronomia) -- Universidade de Brasília, 2015. 1. Indústria de alimentos brasileira. 2. Inovação sustentável. 3. Método DEA-Malmquist. I. Batista Soares, João, orient. II. Título.
-------	--

CRISTIANO MOREIRA RAIMUNDO

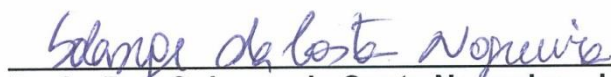
**ANÁLISE DA INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS NO
BRASIL DE 2007 A 2012: APLICAÇÃO DO MÉTODO DEA-MALMQUIST**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronegócios da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília (UnB), como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Agronegócios.

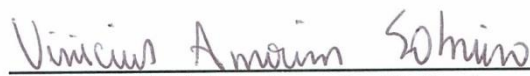
Aprovada pela seguinte Banca Examinadora:



Prof. Dr. João Batista Soares – UnB/PROPAGA
(ORIENTADOR)



Profa. Dra. Solange da Costa Nogueira – UnB/PROPAGA
(EXAMINADORA INTERNA)



Prof. Dr. Vinicius Amorim Sobreiro – UnB/ADM
(EXAMINADOR EXTERNO)



Prof. Dr. Karim Marini Thomé – UnB/PROPAGA
(EXAMINADOR SUPLENTE)

Brasília, 17 de março de 2015

A minha esposa, pais, irmão e sogros.

Agradeço à Universidade de Brasília (UnB), em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócios (PROPAGA) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária pela oportunidade concedida.

Ao professor João Batista Soares, agradeço pelos ensinamentos, confiança, estímulo e orientação.

Ao professor Karim Marini Thomé, agradeço pelos ensinamentos, grande disponibilidade e discussões metodológicas.

À professora Solange da Costa Nogueira, agradeço pelos ensinamentos e por incentivar o pensamento crítico.

Ao professor Vinícius Amorim Sobreiro, agradeço pela gentileza de fazer parte da banca examinadora.

A minha esposa Liana, agradeço pelo apoio incondicional, companheirismo, paciência e grande dedicação.

Aos meus pais Maria e Adalberto, agradeço pela formação e pelo contínuo incentivo em estudar.

Aos meus sogros Eva e Osmar, agradeço pelo incentivo e apoio constante.

***“Não se gerencia o que não se mede,
não se mede o que não se define,
não se define o que não se entende,
ou seja, não há sucesso no que não se gerencia.”***

(DEMING, 1990)

RESUMO

A indústria de alimentos é uma das principais e proeminentes indústrias de transformação presentes no Brasil. Com a emergência de necessidades e exigências socioambientais, urge a necessidade de que a inovação sendo um fator de competitividade considere seus efeitos sobre a sociedade e o meio ambiente, de modo a abranger esses aspectos do ambiente organizacional. Nesse contexto, este estudo buscou analisar quantitativamente a inovação sustentável da indústria de alimentos em relação às demais indústrias de transformação no País, nos anos de 2007 a 2012. As medidas de inovação relacionadas às dimensões econômica, social e ambiental foram extraídas com apoio do método DEA-Malmquist. A análise comparada das medidas de inovação extraídas foi realizada pelo Teste de Wilcoxon (5% de probabilidade) e as suas classificações, conforme grau de desempenho individual, foram realizadas pelo método de agrupamento *k – médias* (5% de probabilidade). Construíram-se, através da padronização dos dados em distâncias percentuais, o Índice de Inovação Sustentável (IIS) e o Índice de Ajuste à Inovação Sustentável (IAIS). Por último, utilizou-se o coeficiente correlação linear de Spearman (5% de probabilidade) para analisar a associação entre o esforço financeiro em inovar e as medidas de inovação obtidas. Os dados utilizados são provenientes das Pesquisas Industriais Anuais (PIAs) e das Pesquisas de Inovação Tecnológica (PINTECs) promovidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Como principais resultados encontrados, cita-se que não se evidenciou ocorrência de inovação sustentável na divisão indústria de alimentos. Entretanto, isoladamente, observou-se ocorrência de inovação sustentável no grupo fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais. Observou-se ocorrência de inovação relacionada às dimensões econômica e social, sendo estas medidas estatisticamente não diferentes entre si, porém, superiores à medida de inovação ambiental. Sugere-se, respectivamente, influências dos aumentos expressivos dos *outputs* receita líquida, despesas com pessoal e despesas com água e esgoto na divisão indústria de alimentos sobre as suas medidas de inovação obtidas. O IIS e o IAIS da indústria de alimentos foram classificados no grupo de médio desempenho, ambos estatisticamente significativos, sugerindo medidas de inovação sustentável e necessidade de ajuste moderadas. A análise de correlação linear evidenciou, principalmente, uma associação positiva e moderada, estatisticamente significativa, entre o IIS e o total de dispêndios realizados em atividades inovativa, sugerindo que o esforço financeiro em inovar conduz à sustentabilidade, porém, sem uma estratégia aparentemente diferenciada a cada dimensão. Por fim, a ausência de associações estatisticamente significativas entre as medidas de inovação sugerem a ausência de um sistema de gestão coordenado e orientado à inovação sustentável.

Palavras-chave: Indústria de alimentos brasileira. Inovação sustentável. Método DEA-Malmquist.

ABSTRACT

The food industry is one of the leading and prominent manufacturing industries presented in Brazil. With the emergence of social and environmental needs and requirements is an urgent need for innovation and a competitiveness factor consider its effects on society and the environment, covering aspects of the organizational environment. In this context, this study sought to quantitatively analyze the sustainable innovation of the food industry in relation to other manufacturing industries in the country, in the years 2007 to 2012. The innovative measures related to economic, social and environmental dimensions were extracted with support by the DEA-Malmquist method. The comparative analysis of the extracted innovation measures was performed using the Wilcoxon Test (5% of probability) and their ratings, as degree of individual performance, were performed by the k-means clustering method (5% of probability). The Sustainable Innovation Index (IIS) and the Adjustment Index for Sustainable Innovation (IAIS) were built through the standardization of data in percentage distances. Finally, we used the Spearman's correlation coefficient (5% of probability) to analyze the association between financial effort to innovate and obtained innovation measures. The data used are from the Annual Industrial Surveys (PIAs) and the Technological Innovation Surveys (PINTECs) promoted by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). As main results, it mentions that was not found sustainable innovation in the food industry division. However, singly, it was observed occurrence of sustainable innovation in the group of manufacturing of oils and fats from vegetables and animals. It was observed occurrence of innovation related to the economic and social dimensions, with non-statistically difference by each other. However, both measures were, statistically, higher than the environmental innovation measure. Respectively, it is suggested the influence by the significant increases in output net revenue, personnel expenses and costs of water and sewage in the food industry division on their innovative measurements. The IIS and the IAIS indexes of the food industry were classified as medium performance group, both statistically significant, suggesting moderate settings of sustainable innovation and its adjustment. The linear correlation analysis showed, mainly, a positive and moderate correlation, statistically significant, between the IIS index and the total expenditures made in innovative activities, suggesting that the financial effort to innovate leads to sustainability, but, without a strategy, apparently, differentiated for each dimension. Finally, there were no, statistically significant, associations between the innovative measures, suggesting a lack of a coordinated management system oriented through sustainable innovation.

Keywords: Brazilian food industry. Sustainable innovation. DEA-Malmquist Method.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma simplificado dos macrosssegmentos do agronegócio	25
Figura 2A – Grupos e divisões da indústria de alimentos no Brasil, conforme a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE) 2.0 - 1ª Parte.....	27
Figura 2B – Grupos e divisões da indústria de alimentos no Brasil, conforme a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE) 2.0 - 2ª Parte.....	28
Figura 3 – Participação percentual da indústria de alimentos nos PIBs nacional e da indústria de transformação anual de 2008 a 2011.....	32
Figura 4 - Evolução do faturamento líquido dos 3 principais grupos da indústria de alimentos no Brasil.....	33
Figura 5 - Inter-relações das dimensões do desenvolvimento sustentável.....	38
Figura 6 - O <i>Triple Bottom Line</i> (TBL) no contexto da inovação.....	50
Figura 7 – Representação gráfica da Fronteira de Eficiência.....	56
Figura 8 – Representação gráfica das mudanças de eficiência e tecnologia de uma DMU em dois períodos.....	58
Figura 9 – Modelos DEA específicos para cada dimensão da sustentabilidade.....	70
Figura 10 – Exemplo da programação utilizada para o cálculo do IM no <i>software</i> DEAP.....	72
Figura 11 – Exemplo de procedimento de cálculo do Índice de Inovação Sustentável (IIS) .	76
Figura 12 – Exemplo de procedimento de cálculo do Índice de Ajuste à Inovação Sustentável (IAIS)	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Problemas de programação linear do Índice de Malmquist	71
Quadro A.1 - Divisões e grupos da seção Indústria de Transformação, conforme a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) 2.0	119
Quadro A.2 – Resultados consolidados de 2007 a 2012, das Mudanças de Tecnologia Econômica (MTE), Social (MTS) e Ambiental (MTA); Índice de Inovação Sustentável (IIS); Índice de Ajuste à Inovação Sustentável (IAIS) dos grupos da Indústria de Transformação.....	123

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variáveis econômicas dos três segmentos das indústrias de transformação do Brasil	32
Tabela 2 - Valor financeiro (US\$ bilhões) de alimentos <i>in natura</i> e processados exportados por principais países	34
Tabela 3 - Atividades de destaque internacional da indústria de alimentos brasileira	34
Tabela 4 – Classificação das empresas conforme investimento percentual da receita em atividades de P&D	45
Tabela 5 - Maiores investimentos em inovação e respectivas indústrias de transformação .	45
Tabela 6 – <i>Inputs</i> selecionados e suas respectivas: unidades, descrição conforme o IBGE (2013), indicadores referência Cobb-Douglas e perspectiva da sustentabilidade.....	64
Tabela 7 – <i>Outputs</i> selecionados e suas respectivas: unidades, descrição conforme o IBGE (2013), indicadores referência GRI e perspectiva da sustentabilidade	65
Tabela 8 – Estatística descritiva das variáveis <i>inputs</i> e <i>outputs</i> da indústria de alimentos (Ind. Ali.) e demais indústria de transformação (Ind. Tra.).....	68
Tabela 9 – Variáveis selecionadas nas PINTECs de 2006 a 2008 e 2009 a 2011 para explicar a inovação sustentável	81
Tabela 10 - Estatística descritiva das variáveis selecionadas das PINTECs.....	82
Tabela 11 – Resultados do Índice de Malmquist (IM), Mudança de Eficiência (ME), Mudança de Tecnologia (MT) e a posição (Pos.) das divisões da indústria de transformação (Ind. Tra.) referentes à dimensão econômica.	85
Tabela 12 – Resultados do Índice de Malmquist (IM), Mudança de Eficiência (ME), Mudança de Tecnologia (MT) e a posição (Pos.) dos grupos e percentual (%) de grupos com inovação na indústria de transformação referentes à dimensão econômica.....	87
Tabela 13 – Resultados do Índice de Malmquist (IM), Mudança de Eficiência (ME), Mudança de Tecnologia (MT) e a posição (Pos.) das divisões da indústria de transformação (Ind. Tra.) referentes à dimensão social	88
Tabela 14 - Resultados do Índice de Malmquist (IM), Mudança de Eficiência (ME), Mudança de Tecnologia (MT) e a posição (Pos.) dos grupos e percentual (%) de grupos com inovação na indústria de transformação referentes à dimensão social.....	90
Tabela 15 - Resultados do Índice de Malmquist (IM), Mudança de Eficiência (ME), Mudança de Tecnologia (MT) e a posição (Pos.) das divisões da indústria de transformação (Ind. Tra.) referentes à dimensão ambiental.....	91

Tabela 16 – Resultados do Índice de Malmquist (IM), Mudança de Eficiência (ME), Mudança de Tecnologia (MT) e a posição (Pos.) dos grupos e percentual (%) de grupos com inovação da indústria de transformação referentes à dimensão ambiental	93
Tabela 17 – Resultados da Mudança de Tecnologia Econômica (MTE), Mudança de Tecnologia Social (MTS) e Mudança de Tecnologia Ambiental (MTA) das divisões da indústria de transformação (Ind. Tra.)	94
Tabela 18 – Resultados da Mudança de Tecnologia Econômica (MTE), Mudança de Tecnologia Social (MTS) e Mudança de Tecnologia Ambiental (MTA) dos grupos da divisão indústria de alimentos	96
Tabela 19 – Resultados do Índice de Inovação Sustentável (IIS) e do Índice de Ajuste à Inovação Sustentável (IAIS) de cada divisão da indústria de transformação (Ind. Tra.) e as suas respectivas posições	99
Tabela 20 – Resultados Índice de Inovação Sustentável (IIS) e do Índice de Ajuste à Inovação Sustentável (IAIS) de cada grupo da divisão indústria de alimentos	100
Tabela 21 – Resultados das Análises de Variância (ANOVA) das classificações das divisões propostas pelo agrupamento por <i>k – médias</i>	101
Tabela 22 – Resultados das Análises de Variância (ANOVA) das classificações dos grupos propostas pelo agrupamento por <i>k – médias</i>	101
Tabela 23 – Classificação (Classif.) das divisões da indústria de transformação conforme o método <i>k – médias</i> para as variáveis Mudança de Tecnologia Econômica (MTE), Mudança de Tecnologia Social (MTS), Mudança de Tecnologia Ambiental (MTA), Índice de Inovação Sustentável (IIS) e Índice de Ajuste à Inovação Sustentável (IAIS).....	102
Tabela 24 – Classificação (Classif.) dos grupos da divisão indústria de alimentos em relação aos demais grupos da indústria de transformação, conforme o método <i>k – médias</i> para as variáveis Mudança de Tecnologia Econômica (MTE), Mudança de Tecnologia Social (MTS), Mudança de Tecnologia Ambiental (MTA), Índice de Inovação Sustentável (IIS) e Índice de Ajuste à Inovação Sustentável (IAIS).....	104
Tabela 25 – Análise de correlação de Spearman (ρ) entre as medidas de inovação sustentável e as variáveis relacionadas ao esforço financeiro	105

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIA	Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação
AEP	Aquisição externa de P&D
AGU	Despesas com Água e Esgoto
AIP	Atividades internas de P&D
AME	Aquisição de máquinas e equipamentos
ANOVA	Análise de Variância
ANUALPEC	Anuário da Pecuária Brasileira
AOC	Aquisição de outros conhecimentos externos
ASO	Aquisição de <i>software</i>
BCC	Banker, Charnes e Cooper
CCR	Charnes, Cooper e Rhodes
CEPA	<i>Centre for Efficiency and Productivity Analysis</i>
CERES	<i>Coalition for Environmentally Responsible Economies</i>
Classif.	Classificação
CMMAD	Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CNAE	Classificação Nacional das Atividades Econômicas
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
CUA	Custo Operacional Ambiental
CUE	Custo Operacional Econômico
CUS	Custo Operacional Social
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i>
DEP	Despesa com Depreciação
DMU	<i>Decision Making Unit</i>
ENE	Despesas com Energia e Combustíveis
ETAP	<i>Environmental Technology Action Plan</i>
FGV	Fundação Getúlio Vargas
GAN	Despesas com Pessoal
GL	Graus de Liberdade
GRI	<i>Global Reporting Initiative</i>
IAIS	Índice de Ajuste à Inovação Sustentável
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGP-DI	Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna
IIM	Introdução das inovações tecnológicas no mercado
IIS	Índice de Inovação Sustentável
IM	Índice de Malmquist
INCC	Índice Nacional da Construção Civil
IND	Despesas com Indenizações
Ind. Tra.	Indústria de transformação
IPA	Índice de Preços ao Atacado
IPC	Índice de Preços ao Consumidor
IPIECA/API	<i>Global Oil and Gas Industry Association for Environmental and Social Issues</i>

ISE	Índice de Sustentabilidade Empresarial
IUCN	<i>International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources</i>
ME	Mudança de eficiência técnica
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
MLT	<i>Multiplicative Inverse</i>
MT	Mudança tecnológica
NRLO	<i>National Council for Agricultural Research</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OI	<i>Outputs</i> indesejados
ONU	Organização das Nações Unidas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
Perc.(%)	Percentual
PIA	Pesquisa Industrial Annual
PIB	Produto Interno Bruto
PINTEC	Pesquisa de Inovação Tecnológica
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
Pos.	Posição
PPF	Produtividade parcial dos fatores
PRO	Projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição
Prob.	Probabilidade
PTF	Produtividade total dos fatores
QM	Quadrado Médio
REC	Receita Líquida
SAL	Custo Pessoal
SNM	<i>Strategic Niche Management</i>
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
TBL	<i>Three Bottom Line</i>
TOT	Total de dispêndios realizados em atividades inovativas
TTO	Treinamento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Objetivo Geral	23
1.2	Objetivos Específicos	23
1.3	Estrutura do Trabalho	23
2	REFERENCIAL TEÓRICO	25
2.1	Conceitos Gerais e Retrospectiva Histórica da Indústria de Alimentos no Brasil	25
2.2	Aspectos Econômicos da Indústria de Alimentos no Brasil e Mundo.....	31
2.3	Retrospectiva Histórica e Aspectos Gerais do Desenvolvimento Sustentável	35
2.4	A Inovação na Indústria de Alimentos	41
2.5	Inovação Orientada à Sustentabilidade	48
2.6	Conceitos Gerais sobre Produtividade, Eficiência e a Análise Envoltória de Dados	52
2.7	Conceitos Gerais sobre o Índice de Malmquist	57
3	MÉTODOS E TÉCNICA DE PESQUISA	61
3.1	Caracterização Geral da Pesquisa	61
3.2	Estruturação e Procedimentos de Cálculo e Análise do Modelo DEA-Malmquist ...	61
3.3.1	<i>Inputs, Outputs</i> e DMUs Selecionadas	62
3.3.2	Modelos DEA e Período de Análise para o Índice de Malmquist.....	67
3.3.3	Procedimentos de Cálculo do DEA-Malmquist e Interpretação dos Valores	70
3.3	Análise Comparativa das Inovações Relacionadas às Dimensões da Sustentabilidade	73
3.4	Índice de Inovação Sustentável e Índice de Ajuste à Inovação Sustentável	74
3.5	Classificação das Divisões da Indústria de Transformação.....	79
3.6	Análise de Associação entre as Medidas de Inovação e Variáveis Relacionadas ao Esforço em Inovar.....	80
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	84
4.1	Resultados da Inovação Orientada à Dimensão Econômica	84
4.2	Resultados da Inovação Orientada à Dimensão Social	86
4.3	Resultados da Inovação Orientada à Dimensão Ambiental.....	89
4.4	Resultados da Análise Comparativa das Inovações relacionadas às Dimensões da Sustentabilidade	92
4.5	Resultados da Análise do Índice de Inovação Sustentável (IIS) e Índice de Ajuste à Inovação Sustentável (IAIS).....	99

4.6	Resultados da Análise de Classificação de Desempenho das Divisões da Indústria de Transformação.....	100
4.7	Resultados da Análise de Associação entre as Medidas de Inovação e Variáveis Relacionadas ao Esforço em Inovar	103
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	107
	REFERÊNCIAS	111
	ANEXO	119

1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos é uma das principais e proeminentes indústrias de transformação do País. De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA), em 2013, este setor apresentou uma participação expressiva no produto interno bruto (PIB) nacional de 8,1%, ocupando o posto como a indústria de transformação de maior contribuição ao PIB nacional (ABIA, 2013).

Ademais, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), através dos dados obtidos na Pesquisa Industrial Anual (PIA) de 2012, a indústria alimentícia nacional caracterizou-se por ser a indústria de transformação com os maiores valores em relação a: número de empregados formais (1,7 milhões), valor bruto de produção (R\$ 403,8 bilhões) e receita total (R\$ 458,1 bilhões).

A relevância para a economia nacional da indústria alimentícia não é um fato recente. A Crise de 1929 marcou o início da industrialização brasileira. Porém, a intensificação das atividades industriais nacionais ocorreu fortemente a partir da década de 90. Naquela década, as empresas brasileiras, especialmente àquelas relacionadas à industrialização de alimentos, iniciaram um grande processo de reestruturação interna, pois estavam preparando-se para uma nova realidade econômica e social. Esse processo de reestruturação industrial ocorrido a partir da década de 90 era consequência de uma série de acontecimentos e mudanças irreversíveis na economia e sociedade, tais como a inevitável abertura do mercado brasileiro, a internacionalização dos padrões de qualidade e produtividade, além da presença de competidores estrangeiros no País (SATO, 1997).

Consequentemente, buscando tornar-se competitiva frente a esta nova realidade, a partir de 1990, a indústria de alimentos necessitou apresentar índices de produtividade e eficiência elevados, além de estar pronta para atender às necessidades e exigências do mercado. Faveret Filho e Paulo (2005) afirmam que os ganhos de produtividade tornaram-se fundamentais para sobreviver nesta nova economia e, de acordo com esses autores, as empresas brasileiras adaptaram-se rapidamente a esta nova realidade.

Este aumento de produtividade apresentado pelas indústrias nacionais a partir de 1990, de acordo com Carvalho (2000), foi resultado de três fatores: o aumento dos coeficientes de abertura comercial, os novos métodos de gestão da produção e a modernização tecnológica. Esses fatores são denominados por pelo autor como

“determinantes tecnológicos” da evolução da produtividade industrial da década de 90.

Os determinantes tecnológicos apontados por Carvalho (2000) corroboram com o conceito proposto pelo economista austríaco Joseph Schumpeter ao estabelecer a centralidade da inovação tecnológica para a transformação da estrutura capitalista.

Schumpeter (1942) teoriza que o impulso que inicia e mantém o movimento da “maquina capitalista” decorre dos novos bens de consumo, dos novos métodos de produção ou transporte, dos novos mercados e das novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria, bem como, a importância do empresário inovador que se arrisca ao lançar inovações no mercado em troca de lucros extraordinários (lucro inovador).

Logo, na visão schumpeteriana, o processo inovativo empresarial pode ser considerado como uma das principais forças direcionadoras do desenvolvimento econômico e também da competitividade empresarial (CABRAL, 2007).

Contudo, faz-se necessária uma maior compreensão, por parte das organizações, sobre o real papel da atividade inovativa empresarial, pois este tema tem se mantido estreitamente orientado a aspectos econômicos, tais como competitividade, pressões da demanda e investimento.

Daroit e Nascimento (2004) alertam que a inovação vem sendo tratada apenas como uma forma de obtenção de lucros extras pelas empresas, por meio de vantagens competitivas decorrentes da produção de novos produtos ou processos que agregam valor para o cliente. Esses autores enfatizam a necessidade de compreender os efeitos das inovações sobre o meio ambiente, a sociedade e suas particularidades regionais.

O termo que se refere ao cuidado com os aspectos econômicos, sociais e ambientais, em sua totalidade, é a sustentabilidade. O desenvolvimento sustentável, de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), não compromete a capacidade de gerações futuras de satisfazerem suas necessidades (BRUNDTLAND, 1987).

A Confederação Nacional das Indústrias (CNI) expõe que o desenvolvimento sustentável não pode ser tratado apenas como discurso e manifestação de boas intenções por parte do empresariado, mas deve estar presente nos planos de

negócios das empresas, apresentando-se como variável-chave de suas estratégias de competitividade no mercado (CNI, 2012).

Segundo Almeida (2002), o paradigma de desenvolvimento sustentável traz para as empresas dois grandes desafios: gerar inovações necessárias à existência humana sustentável, disponibilizando soluções tecnológicas capazes de desempenhar múltiplas funções; vencer resistências da sociedade quanto aos novos produtos e serviços, particularmente sua descrença em relação a novas soluções frente às evidências da insustentabilidade dos sistemas produtivos e das atuais soluções tecnológicas incorporadas nos produtos e serviços que estão no mercado.

Dessa forma, buscando uma ampla aderência ao movimento do desenvolvimento sustentável pelas empresas, urge a necessidade de que a sustentabilidade tenha uma “conexão” direta com a produtividade e a inovação. Os ganhos de produtividade obtidos pela empresa devem reduzir o uso de recursos naturais e eliminar os desperdícios. A inovação, por sua vez, deve apresentar o compromisso de introduzir novos produtos, processos e modelos de negócios que gerem menos impacto ambiental e social (RODRIGUEZ, DAHLMAN e SALMI, 2008).

Portanto, considerar o efeito do processo de inovação sobre o ambiente e a sociedade está alinhado ao novo enfoque no âmbito organizacional, voltado para o desenvolvimento sustentável, que busca unir o bem-estar econômico, a equidade social e a proteção ao meio ambiente (DAROIT e NASCIMENTO, 2004).

O conceito de inovação orientada ao desenvolvimento sustentável denomina-se inovação sustentável (*sustainable innovation*). Segundo Barbieri e al., (2010) a inovação sustentável é introdução (produção, assimilação ou exploração) de produtos, processos produtivos, métodos de gestão ou negócios, novos ou significativamente melhorados para a organização e que traz benefícios concomitantes às dimensões econômica, social e ambiental, comparados com alternativas pertinentes. Os autores chamam a atenção que não se trata apenas de uma busca por reduzir impactos negativos, mas de avançar em benefícios líquidos.

O conceito de inovação sustentável caracteriza-se por ser mais abrangente, pois requer tanto a incorporação das restrições oriundas das pressões econômicas, sociais e ambientais como a inclusão de uma visão que considere também as futuras gerações, ou seja, que tenha uma perspectiva de longo prazo (HALL e VREDENBURG, 2003).

Hansen, Grosse-Dunker e Reichwald (2009) pragmatizam o conceito de inovação sustentável, definindo-o como uma ferramenta organizacional que permite abranger tanto as questões de sustentabilidade como também conquistar novos segmentos de clientes e mercados, consistindo na inovação individualmente percebida por agregar valor positivo para o capital global da organização.

As organizações que desenvolvem suas práticas e estratégias gerenciais a fim de serem economicamente viáveis, mantendo-se competitivas no mercado, produzindo de maneira a não agredir o meio ambiente e contribuindo para o desenvolvimento social da região e do país onde atuam, são denominadas organizações sustentáveis (LEAL, 2009).

O modelo de organização inovadora sustentável é uma resposta às pressões institucionais por uma organização que seja capaz de inovar com eficiência em termos econômicos, mas com responsabilidade social e ambiental. Esse tipo de organização busca vantagem competitiva desenvolvendo produtos, serviços, processos e negócios, novos ou modificados, com base nas dimensões social, ambiental e econômica. Ela reúne duas características essenciais: é inovadora e orientada para a sustentabilidade (BARBIERI et al., 2010).

Diante da importância atual do tema inovação sustentável, Kneipp et al. (2011) realizaram uma pesquisa na base de dados acadêmicos *Web of Science*, delimitando-se ao período dos anos de 2000 a 2010 (incluindo esses anos). O objetivo deste estudo foi de analisar as características das publicações que continham o termo *sustainable innovation*. Os autores levantaram um total de 1.022 publicações contendo esse termo. Dentre as 25 áreas temáticas mais relevantes relacionadas ao tema, àquelas que ocuparam as três primeiras posições em maior número de publicações foram respectivamente: “Gestão (*Management*)” (201), “Ciências Ambientais (*Environmental Sciences*)” (168) e “Negócios (*Business*)” (146). Esta grande quantidade de publicações nas áreas “Gestão” e “Negócios” sugere que o tema inovação sustentável apresenta-se cada vez mais emergente no contexto empresarial.

Buscando especificar o estudo realizado por Kneipp et al. (2011), agregando o tema indústria de alimentos do País, realizou-se duas pesquisas em periódicos por tópicos na base *Web of Science*, semelhante à realizada por Kneipp et al. (2011). Em ambas as pesquisas, dilatou-se o período de análise, compreendendo os anos de 2000 a 2014 (incluindo esses anos). Na 1ª pesquisa, inseriram-se os termos

sustainable innovation; food industry (inovação sustentável; indústria de alimentos). Na 2ª pesquisa, inseriram-se os termos *sustainable innovation; food industry; Brazil* (inovação sustentável; indústria de alimentos; Brasil). Como resultados obtidos, identificaram-se, respectivamente, 69 publicações (1ª pesquisa) e nenhuma publicação (2ª pesquisa). Estes resultados sugerem um problema: escassez de estudos científicos entre os temas inovação sustentável e indústria de alimentos brasileira.

Portanto, **justificada** pela grande importância econômica, emergência de exigências socioambiental, importância empresarial e lacuna científica identificada em relação aos temas discutidos (indústria de alimentos do Brasil e inovação sustentável), a fim de ampliar o conhecimento científico publicado, o presente estudo tem como intuito analisar quantitativamente a inovação sustentável da indústria de alimentos no Brasil em relação às demais indústrias de transformação do País, nos anos de 2007 a 2012 (incluindo esses anos), através de um indicador de inovação sustentável.

Este estudo assume como **pergunta-problema** a seguinte indagação: **A indústria de alimentos no Brasil, entre os anos de 2007 a 2012, evidenciou um processo, quantitativamente mensurável, de inovação orientada à sustentabilidade?**

Com o intuito de responder a pergunta-problema deste estudo, foi utilizado o Índice de Malmquist (IM) com o apoio da metodologia não-paramétrica Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* - DEA). Esta abordagem foi escolhida haja vista lidar simultaneamente com múltiplos insumos e produtos, situação típica do setor industrial, bem como por não impor o conhecimento prévio da relação funcional entre as variáveis das unidades em análise.

Para compor os modelos DEA necessários para o cálculo do IM, utilizaram-se dados econômico-financeiros levantados e divulgados pelo IBGE, provenientes das Pesquisas Industriais Anuais (PIAs) realizada nos anos de 2007 a 2012 (dados disponíveis mais recentes e coletados sob uma mesma padronização metodológica).

Adicionalmente, com o intuito de auxiliar no entendimento de quais variáveis estão mais associadas às medidas de inovação sustentável obtidos dos modelos DEA-Malmquist, utilizaram-se dados relacionados ao esforço financeiro das divisões da indústria de transformação provenientes das Pesquisas de Inovação Tecnológica (PINTEC), dos triênios de 2006 a 2008 e 2009 a 2011, realizadas pelo IBGE.

1.1 Objetivo Geral

Analisar quantitativamente a inovação sustentável da indústria de alimentos no Brasil em relação às demais indústrias de transformação no País, nos anos de 2007 a 2012.

1.2 Objetivos Específicos

O presente estudo apresenta os seguintes objetivos específicos:

- Comparar a divisão e os grupos da indústria de alimentos no Brasil com as demais divisões e grupos da indústria de transformação nacional, em relação às medidas de inovação relacionadas a cada dimensão da sustentabilidade;
- Propor dois índices consolidados que quantifiquem, em duas métricas, a inovação sustentável e o ajuste necessário à sustentabilidade aplicável às divisões e grupos da indústria de transformação;
- Classificar a divisão indústria de alimentos em relação ao desempenho das medidas de inovação relacionadas a cada dimensão da sustentabilidade;
- Analisar se existe associação, quantitativamente mensurável e com significância estatística, entre as medidas de inovação relacionadas a cada dimensão da sustentabilidade e indicadores de esforço financeiro em inovar.

1.3 Estrutura do Trabalho

O presente estudo está estruturado em cinco capítulos, sendo essa introdução o primeiro deles. O segundo capítulo constitui o referencial teórico, em que se descrevem conceitos gerais, a retrospectiva histórica e os aspectos econômicos da indústria de alimentos no Brasil e mundo; a retrospectiva histórica e aspectos gerais do desenvolvimento sustentável; a inovação sob uma visão schumpeteriana presente na indústria de alimentos; inovação orientada a sustentabilidade; conceitos gerais sobre produtividade, eficiência e a Análise Envoltória de Dados (DEA); conceitos gerais sobre o Índice de Malmquist.

Em sequência, no terceiro capítulo, apresenta-se o método utilizado neste estudo, com a descrição dos procedimentos específicos de cálculo do método DEA-

Malmquist, os Índices de Inovação Sustentável e Ajuste à Inovação Sustentável desenvolvidos neste estudo, com o intuito de facilitar a interpretação conjunta dos índices de mudança tecnológica obtidos dos modelos DEA-Malmquist; os testes estatísticos não paramétricos e de agrupamento utilizados para viabilizar a comparação das medidas de inovação da divisão indústria de alimentos no Brasil e a sua classificação, conforme *performance* comparada com as demais divisões da indústria de transformação. No quarto capítulo discutem-se os resultados obtidos e no quinto capítulo, faz-se a conclusão deste estudo e recomendações para próximos estudos.

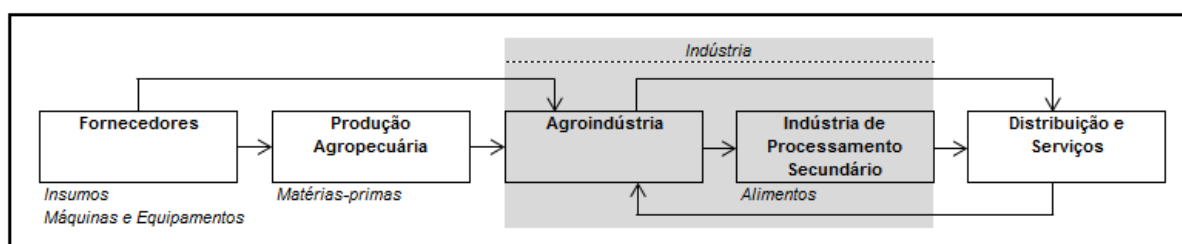
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceitos Gerais e Retrospectiva Histórica da Indústria de Alimentos no Brasil

A indústria de alimentos, conforme proposto por Davis e Goldberg (1957) ao fundarem o conceito de *Agribusiness* na Universidade estadunidense de Harvard, está inserida no chamado complexo dos agronegócios (complexo agroindustrial), que reúne o conjunto de atividades que abrangem a produção e distribuição de insumos rurais, a produção dos agricultores, o armazenamento e o processamento dos produtos rurais e seus subprodutos.

Sidonio et al. (2013) propõem um fluxograma simplificado do complexo agroindustrial, onde as atividades econômicas que o compõem são classificadas em: fornecedores (responsáveis pelos insumos e equipamentos agrícolas e industriais), produção de matérias-primas (produtos agropecuários em geral), industrialização (processamento de produtos primários – agroindústria; processamento secundário – indústria de alimentos), distribuição e serviços (envolvendo a comercialização de produtos primários e processados) (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma simplificado dos macrosssegmentos do agronegócio



Fonte: Adaptado de Sidonio et al., 2013.

A etapa de industrialização (destacada na Figura 1) compreende dois segmentos distintos: a agroindústria e a indústria de processamento secundário (que inclui alimentos). Na agroindústria, o processamento primário de produtos agropecuários gera tanto produtos finais quanto insumos padronizados consumidos pela indústria de processamento secundário, enquanto nesta geram-se produtos intermediários ou finais passíveis de diferenciação (SIDONIO et al., 2013).

A industrialização de alimentos engloba um conjunto de atividades bastante heterogêneas, abrangendo desde o simples beneficiamento de produtos

agropecuários, até atividades tecnologicamente complexas e de maior agregação de valor às matérias-primas agropecuárias (ARAÚJO, 2002).

De acordo com a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE) 2.0 (IBGE, 2007), a “fabricação de produtos alimentícios” é uma divisão pertencente à seção “indústria de transformação”. Essa divisão está codificada como a divisão de número “10”. A divisão indústria de alimentos abrange nove grupos, compreendendo um total de 31 classes diferentes (Figuras 2A e 2B). Essa divisão da indústria de transformação apresenta uma gama de classes altamente diversificada.

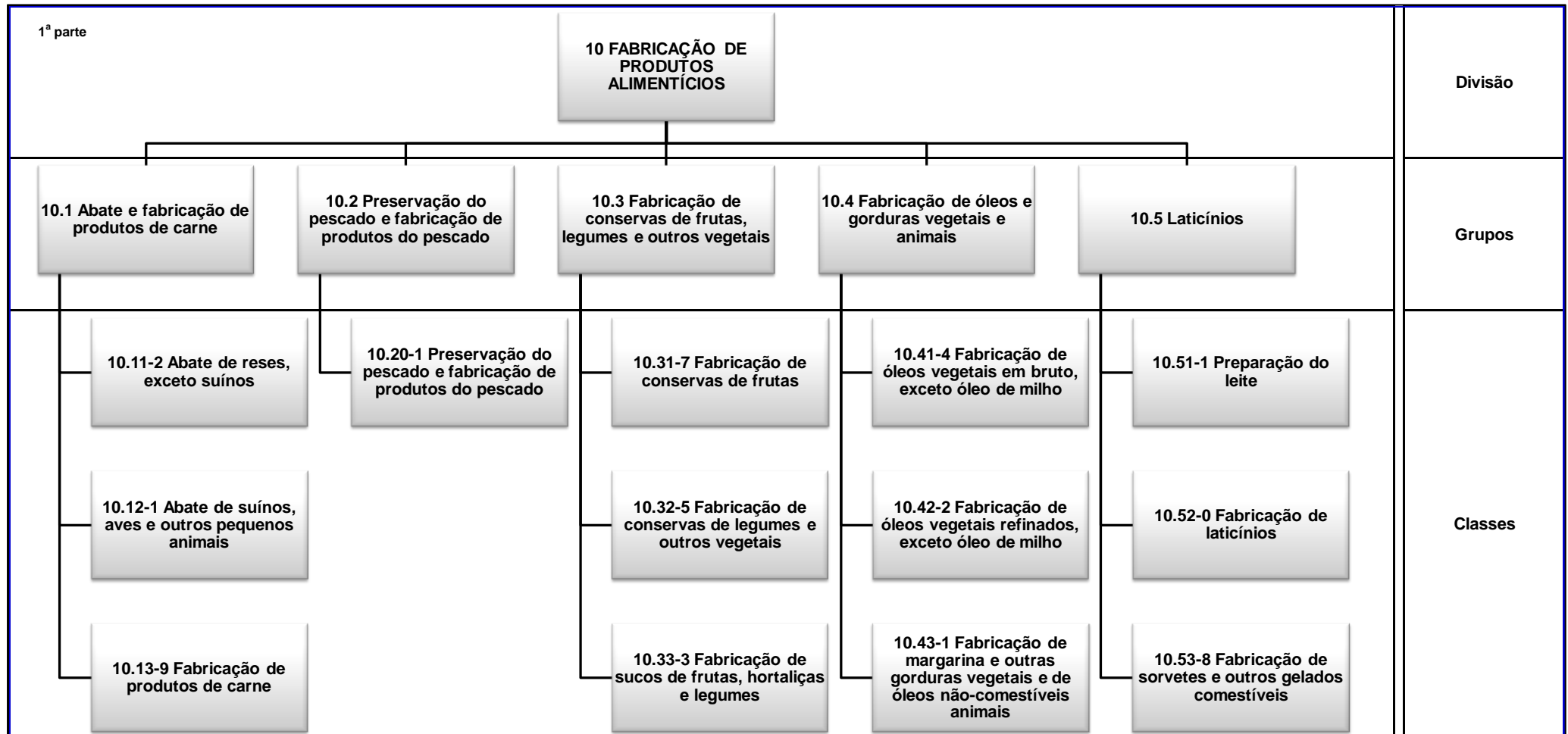
No Brasil, a primeira atividade industrial alimentícia registrada foi a extração de melão e açúcar da cana-de-açúcar, durante o auge da atividade canavieira, ao longo da fase de colonização do País (entre os anos de 1570 e 1650). Após o declínio da atividade canavieira no período colonial brasileiro, durante o Segundo Reinado (entre os anos de 1840 e 1889), a atividade cafeeira apresentava uma lucratividade extraordinária. Entretanto, a expansão de cultivo foi cessada e uma grande quantidade de capital foi direcionada, principalmente, ao setor industrial, como uma estratégia de diversificação de investimento financeiro pelos grandes latifundiários (BELIK, 1994).

A industrialização tornou-se especialmente proeminente e importante no Brasil, a partir da década de 1940, após a Segunda Guerra Mundial, quando a mesma começou a abranger, em maior proporção, as faixas de produção de bens de consumo duráveis, intermediários e de capital (VICECONTI, 1977).

Antes da Segunda Guerra Mundial, era possível observar o investimento de capital financeiro em apenas poucos setores industriais com o objetivo de complementar o abastecimento de alimentos a uma população em crescimento (BELIK, 1994).

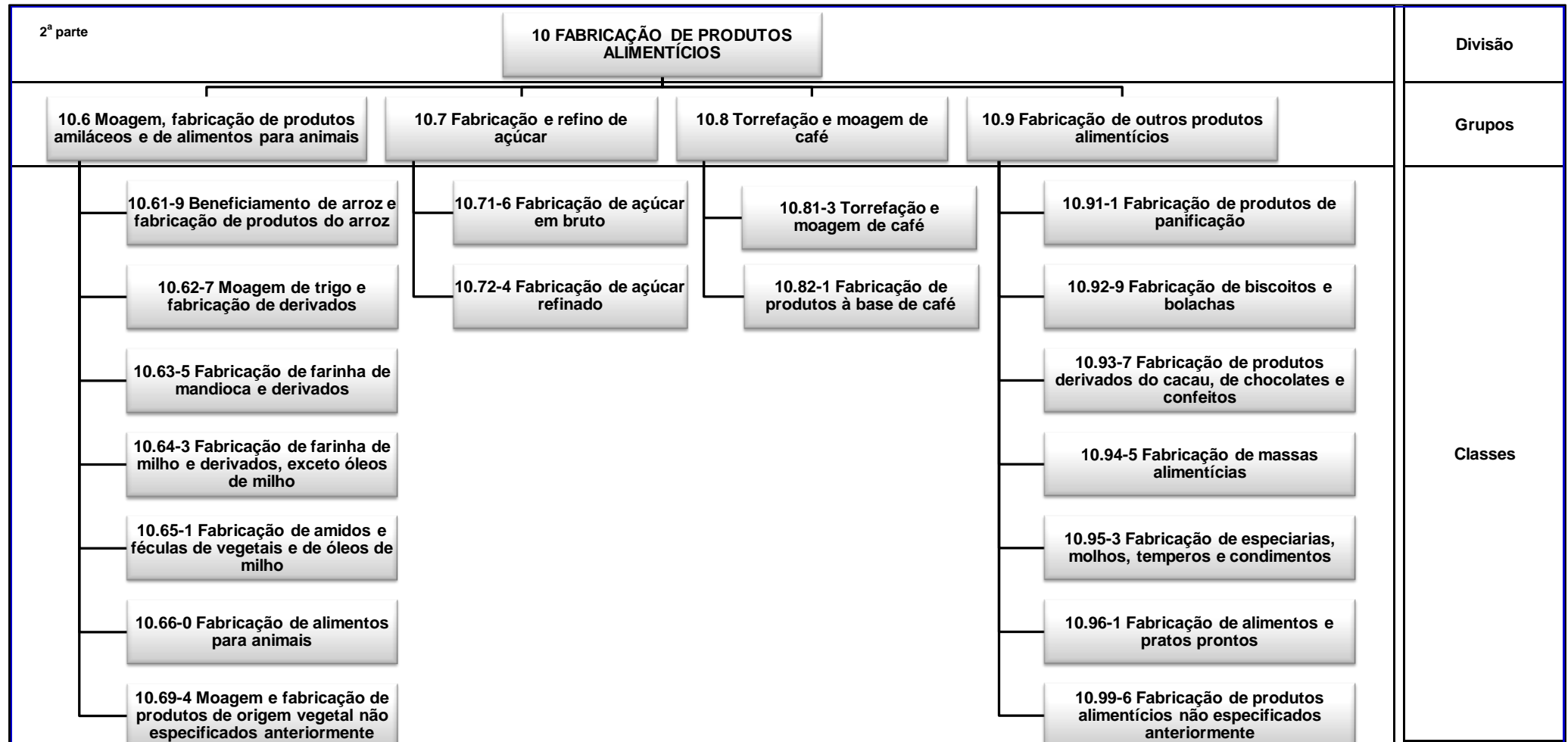
Com o término da Segunda Guerra Mundial, a indústria de alimentos assim como as indústrias têxtil, vestuário, mobiliário, bebidas, fumo e editorial gráfico, apresentaram participação relativa decrescente na indústria de transformação, enquanto que cresceram fortemente as participações das indústrias denominadas dinâmicas, como as do ramo elétrico, químico, farmacêutico, metalúrgico, mecânico e materiais de transporte (SATO, 1997).

Figura 2A – Grupos e divisões da indústria de alimentos no Brasil, conforme a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE) 2.0 - 1ª Parte



Fonte: Adaptado de IBGE, 2014.

Figura 2B – Grupos e divisões da indústria de alimentos no Brasil, conforme a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE) 2.0 - 2ª Parte



Fonte: Adaptado de IBGE, 2014.

Camargo (1982) argumenta que a redução apresentada pela indústria alimentícia após a Segunda Guerra Mundial, estava relacionada ao avanço mais que proporcional dos setores produtores de bens intermediários de consumo durável e de capital, no surto industrial do pós-guerra.

Segundo esse autor, a partir da década de 1970, a transformação da indústria de alimentos foi ainda mais profunda. Naquela década, ocorreu uma modificação significativa na estrutura de produção do setor, deslocando-se, dos produtos tradicionais no país, em direção aqueles de maior elaboração tecnológica.

De acordo com Sato (1998), a década de 1970 iniciou com a herança do “milagre brasileiro” (ocorrido entre 1968 a 1973), período em que as taxas de crescimento alcançaram de 13 a 14% ao ano. A autora aponta que naquela década, vários segmentos da indústria de alimentos se consolidaram, principalmente através do estabelecimento de multinacionais, iniciando o processo de transferência de inovações tecnológicas a partir destas empresas.

Essa autora expõe que, na década de 70, as empresas de capital nacional com razoável nível tecnológico se consolidaram. Adicionalmente, a autora destaca que a contribuição do Estado, através do financiamento da pesquisa institucional para dar suporte à industrial de alimentos, iniciou-se através da fundação do Instituto Tecnológico de Alimentos, em 1969, estimulando a abertura de cursos de engenharia de alimentos, tornando assim possível a formação de mão-de-obra especializada para atender a indústria de alimentos durante a década de 70.

Na década de 1980, o país atravessava um período de desordem econômica e política devido a problemas provenientes da dívida externa e interna. Naquela década, destaca-se que sem uma política industrial clara, o setor industrial não incrementou investimentos entre 1980 e 1992, implicando a redução da produção em 7,4 %. Os setores mais afetados foram os de bens de capital e os de produtos duráveis. Naquela década, ocorreu um deslocamento produtivo em direção a produtos que exigem menor poder de compra e de baixa elasticidade de renda, direcionando as indústrias de alimentos, a uma forte a redução em seus custos de produção e incremento de produtividade (SATO, 2004).

A partir também da década de 1980, as empresas nacionais tiveram que se preparar gradativamente para mercados cada vez mais globalizados e muito mais competitivos, realidade essa que se concretiza na década de 1990, com a formação dos blocos econômicos e a abertura do mercado brasileiro. Na década de 1980, a indústria de alimentos não foi fortemente afetada pela crise, contudo, a mesma também não acompanhou os níveis de crescimento de outros setores (SATO, 1998).

Sato (1997) expõe que o período de estagnação que permaneceu na década de 80 persistiu até 1992 e somente em 1993 o setor industrial apresentou crescimento. Esse crescimento, iniciado na década de 1990, caracterizou-se como processos de ajuste e reestruturação produtiva das empresas. Alguns setores, buscando direcionar suas atividades às necessidades dos clientes, reduziram o escopo da diversificação, terceirizando atividades secundárias e racionalizando ainda mais processos produtivos e administrativos com grandes cortes de despesas.

A década de 1990 foi marcada por dois planos de estabilização: Plano Collor, de março de 1990; Plano Real, de junho 1994. Dentre esses planos, o Plano Real, de acordo com Sato (1997), foi o que mais beneficiou a indústria de alimentos como crescimento da renda real, sendo que alguns segmentos apresentaram aumento de 50% nas vendas. A autora ainda expõe que a evolução da renda dos trabalhadores, entre os anos 1990 e 1996, foi 25,20% para os trabalhadores em geral, o que “aqueceu” o setor.

Durante a década de 1990, a indústria de alimentos do Brasil passou por reestruturações, impulsionadas, principalmente, pelo aumento da competitividade e formação do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL). Nesse período, observaram-se grandes movimentos de fusões e aquisições, modernização gerencial, inovação tecnológica e, devido ao aumento da competitividade, as empresas aprenderam a trabalhar com margens menores. Observaram-se crescimentos satisfatórios no faturamento e produção física, afetadas positivamente pelo incremento de demandas devido à melhoria de renda das classes de baixa renda (“D” e “E”) (SATO, 2004).

Na segunda metade da década de 90, as empresas enfrentaram períodos constantes de inflação e estagnação econômica, o que estimulou a adoção de estratégias de diferenciação na busca de novos mercados ou

segmentos específicos e, conseqüentemente, de maior rentabilidade. A partir de então, vem ocorrendo uma grande mudança de estrutura das indústrias de alimentos caracterizada pela progressiva alteração do oligopólio competitivo em custo para o diferenciado, que exigiu por parte das indústrias de alimentos uma série de reestruturações organizacionais e estratégicas. No âmbito organizacional, observa-se o constante surgimento das unidades estratégicas de negócios para criar estruturas mais flexíveis e rápidas às mudanças mercadológicas e, quanto ao planejamento estratégico adotado, o direcionamento para a produção de produtos de maior valor agregado (SATO, 1998).

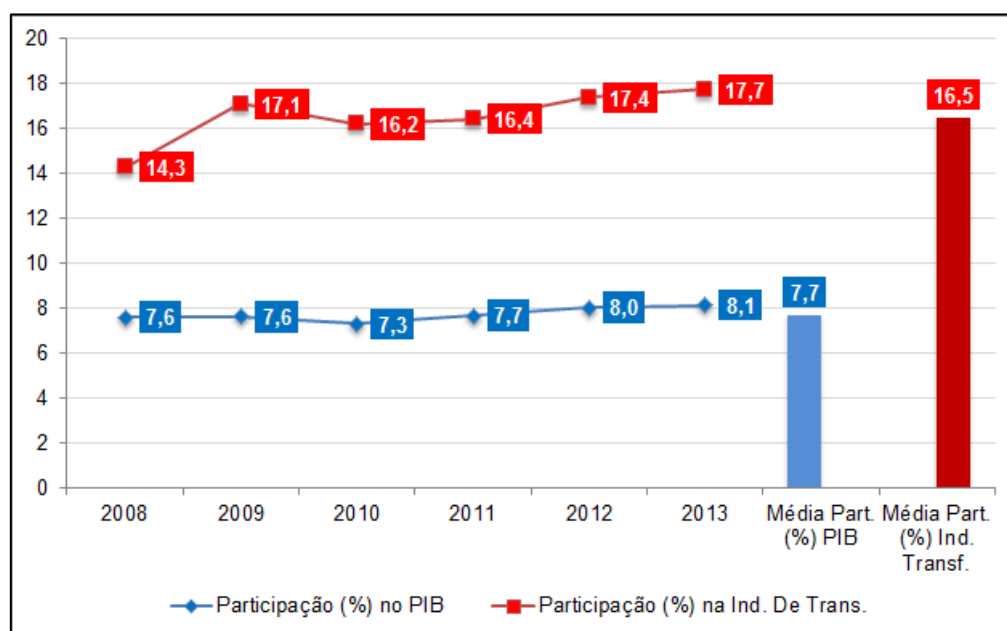
2.2 Aspectos Econômicos da Indústria de Alimentos no Brasil e Mundo

Entre os anos de 2008 até 2013, a participação da produção industrial de alimentos no faturamento líquido total da indústria de transformação e no Produto Interno Bruto (PIB) do País apresentou valores bastante expressivos, variando, respectivamente, em torno das médias de 18,1% e 9,5% (Figura 3) (ABIA, 2014). Esse desempenho posiciona a indústria alimentícia como a indústria de transformação de maior contribuição no PIB nacional.

Entre os anos de 2001 e 2010, o setor de alimentos foi responsável por um dos maiores superávits da indústria brasileira, com 201,2 bilhões de dólares, equilibrando a balança comercial e, conseqüentemente, permitindo ao Brasil ter maior controle sobre a flutuação do câmbio. O faturamento deste setor aumentou cerca de 180% nestes 10 anos, crescendo de 118 bilhões de reais em 2001 para 331 bilhões de reais em 2010 (ABIA, 2014).

Segundo dados disponíveis na Pesquisa Industrial Anual (PIA) de 2012, as 40.915 indústrias alimentícias ativas no Brasil empregaram cerca de 1,7 milhões de pessoas, caracterizando-se como a indústria de transformação com o maior número de empregados formais. Este setor apresentou também o maior valor bruto de produção e de receita total entre todas as indústrias de transformação, respectivamente, R\$ 403,8 bilhões e R\$ 458,1 bilhões (Tabela 1) (IBGE, 2013).

Figura 3 – Participação percentual da indústria de alimentos nos PIBs nacional e da indústria de transformação anual de 2008 a 2011



Fonte: ABIA, 2014

Tabela 1 – Variáveis econômicas dos três segmentos das indústrias de transformação do Brasil

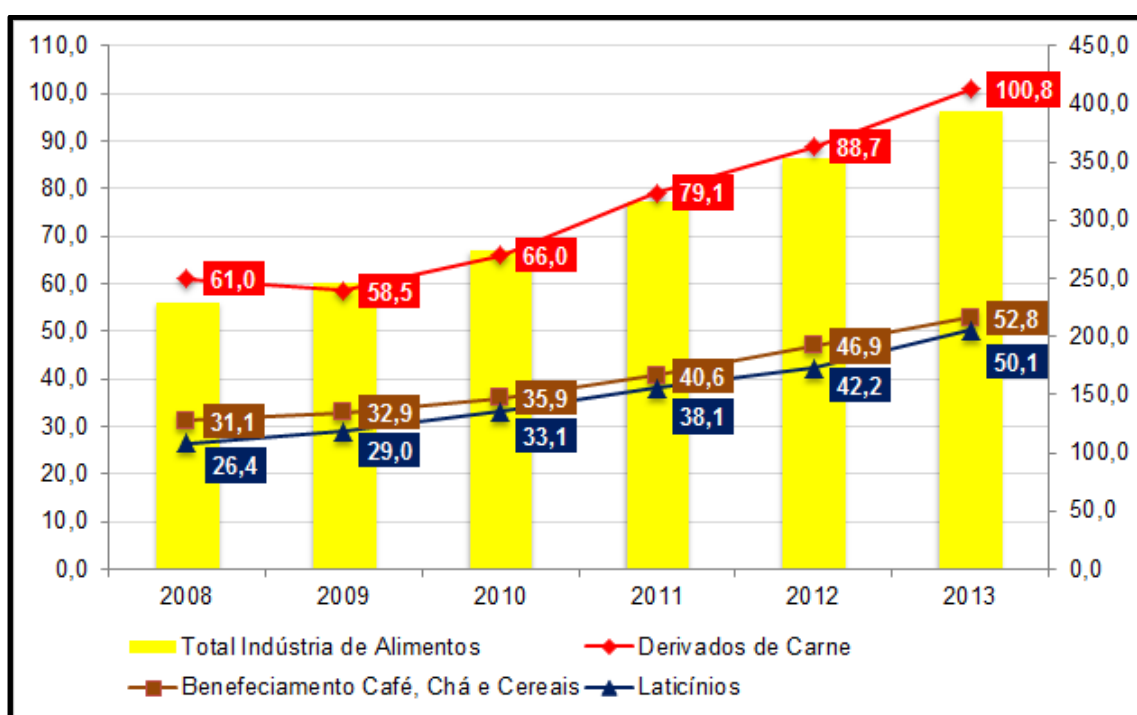
Variáveis	Posicionamento:		
	1º Lugar	2º Lugar	3º lugar
Número de Pessoas Empregadas	Indústria de Alimentos	Confecção de artigos do vestuário e acessórios	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos
	1.712.514	756.392	579.085
Valor Bruto da Produção	Indústria de Alimentos	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	Fabricação de produtos químicos
	R\$ 403,79 bilhões	R\$ 233,01 bilhões	R\$ 200,05 bilhões
Receita Total de Produtos e Serviços	Indústria de Alimentos	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis
	R\$ 493,02 bilhões	R\$ 284,91 bilhões	R\$ 277,83 bilhões

Fonte: IBGE, 2012

Dos grupos presentes da indústria de alimentos, o de derivados de carne apresenta-se como o de maior importância em faturamento líquido: um R\$ 100,8 bilhões. Em sequência, os grupos da indústria alimentícia de maior destaque em relação a faturamento financeiro foram o beneficiamento de café, chá e cereais (R\$ 52,8 bilhões em 2013); o de laticínios (R\$ 50,1 bilhões em 2013) (Figura 4) (ABIA, 2014).

Em relação ao mercado internacional, a indústria de alimentos nacional vem se destacando. No ano de 2004, o Brasil tornou-se o maior exportador mundial de carnes (aves, suínos e bovinos) em volume. De acordo com o Anuário da Pecuária Brasileira (ANUALPEC) do ano de 2009, o país aumentou suas vendas de 550 mil para 4,7 milhões de toneladas entre 1990 e 2004, detendo 27% do comércio mundial de proteínas animais.

Figura 4 - Evolução do faturamento líquido dos 3 principais grupos da indústria de alimentos no Brasil



Fonte: ABIA, 2014

Em 2012, o Brasil foi o quinto maior exportador em valor financeiro de alimentos processados, com um valor de cerca de R\$ 43,1 bilhões, com uma participação de 5,4% no total mundial de alimentos processados exportados (Tabela 2). Naquele mesmo ano, a indústria alimentos posicionou-se como o

primeiro exportador mundial de alimentos processados em volume, ocupando ainda outras posições de proeminência mundial em segmentos específicos da indústria alimentícia (Tabela 3) (ABIA, 2014).

O mercado internacional tem contribuído para o bom desempenho da indústria de alimentos do Brasil. A exposição do setor à concorrência externa levou-o a melhorar continuamente a qualidade dos produtos e seus índices de produtividade, contribuindo, em termos macroeconômicos, para as contas externas do país (CUNHA, DIAS e GOMES, 2006).

Tabela 2 - Valor financeiro (US\$ bilhões) de alimentos *in natura* e processados exportados por principais países

Países	Total alimentos (<i>in natura</i> e processados)	Alimentos processados	Participação no total mundial (%)	Participação no total mundial de alimentos processados (%)
E.U.A.	111,6	63,8	8,5	7,9
Holanda	62,4	55,7	4,8	6,9
Alemanha	64,5	62,3	4,9	7,8
França	60,2	51,7	4,6	6,4
Brasil	57,8	43,1	4,4	5,4
Mundo	1.308,3	801,8	100,0	100,0

Fonte: ABIA, 2014

Tabela 3 - Atividades de destaque internacional da indústria de alimentos brasileira

Posicionamento	Atividade
1º Lugar	Produtor e exportador mundial de suco de laranja Produtor e exportador mundial de açúcar Exportador mundial de carne de aves
2º Lugar	Produtor mundial de bombons e doces Exportador mundial de café solúvel Exportador mundial de óleo de soja Produtor e exportador mundial de carne bovina
3º Lugar	Produtor mundial de óleo de soja Produtor mundial de carne de aves

Fonte: ABIA, 2014

2.3 Retrospectiva Histórica e Aspectos Gerais do Desenvolvimento Sustentável

A evolução da Humanidade mostra claramente as mudanças que ocorreram na relação entre homem e natureza ao longo dos tempos. O homem sempre modificou o ambiente natural em que está inserido para garantir a sua sobrevivência e bem-estar. Contudo, com a evolução da humanidade, essas modificações foram cada vez maiores e mais impactantes.

Durante o século XVIII, os primeiros centros urbanos surgiram e com eles o uso insustentável dos recursos naturais e, conseqüentemente, os primeiros grandes e significativos impactos ambientais, como a extinção de espécies animais, a destruição das florestas e os desvios dos cursos de água (PALMISANO e PEREIRA, 2009).

A partir do século XIX, com a disseminação dos conhecimentos da química agrícola, caracterizando o início da segunda revolução agrícola, o homem iniciou um processo de desintegração da produção animal da vegetal, que anteriormente respeitava as limitações ecológicas e com mínimo de impacto sobre o meio ambiente, a partir da utilização inteligente das leis da natureza (ASSIS, 2006).

Até a Segunda Revolução Agrícola, a maior parte das calamidades que acometiam a humanidade tinha origem exclusivamente ambiental. Entretanto, a Revolução Industrial trouxe consigo, além dos avanços desejados, principalmente, econômicos, a potencialização dos problemas ambientais e também o surgimento de uma série de problemas sociais (PALMISANO e PEREIRA, 2009).

No século XX, iniciou-se o alerta quanto à capacidade de a natureza continuar oferecendo todos os recursos necessários para a sobrevivência da humanidade. O consumo desordenado e a exploração das riquezas naturais sem a sua devida reposição contribuíram para o estágio atual de degradação sem precedente na história, sendo decorrente do processo de desenvolvimento econômico (SOUZA et al., 2008). Dias (2006) enfatiza que na segunda metade do século XX, foram empregados mais recursos naturais na produção de bens que em toda a história da humanidade até então.

Em resposta a este cenário ambientalmente alarmante, a humanidade começou a organizar-se com o objetivo de formular uma nova estratégia de desenvolvimento onde o meio ambiente era considerado do processo de evolução da sociedade.

Palmisano e Pereira (2009) citam que o início das preocupações ambientais pode ser atribuído à década de 20, quando o conceito de *Economics of Welfare* (Economia do Bem-Estar) e os tributos ambientais sobre as externalidades são abordados tomando como base o princípio do poluidor pagador. Tal abordagem permitiu novas reflexões acerca da ação do homem frente à natureza e suscitou novos debates e estudos sobre a temática.

Entretanto, o conceito de desenvolvimento sustentável surgiu apenas partir do termo “ecodesenvolvimento”, apresentado na Conferência de Estocolmo em 1972, que tinha como principais preocupações o crescimento da população, o processo de urbanização e a tecnologia envolvida na industrialização. Este termo refere-se ao desenvolvimento ecológico através da gestão positiva do ambiente para benefício humano e da natureza (SACHS, 1993).

O termo “desenvolvimento sustentável” começou a ganhar proeminência internacional em 1980, quando a IUCN (*International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources*) apresentou o relatório *World Conservation Strategy*, buscando promover o alcance do desenvolvimento sustentável pela conservação dos recursos vivos. Contudo, em 1987, a partir do Relatório Brundtland – resultado da Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) e publicado com o título *Our Common Future* (“Nosso Futuro Comum”), que a noção de desenvolvimento sustentável passou a se consolidar como uma ideia-força, gerando certo consenso e ganhando adesão política também de países em desenvolvimento. Este fato foi decisivo para o encaminhamento da Rio-92. (LÉLÉ, 1991).

De acordo com o Relatório de Brundtland (BRUNDTLAND, 1987):

Desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforça o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações futuras (...) é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a

possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades.

O desenvolvimento sustentável foi formalmente introduzido e disseminado entre as nações no encontro ECO-92, ocorrido no Rio de Janeiro em 1992. Nesse encontro, 108 países reuniram-se para decidir medidas e assumir um compromisso político de redução da degradação ambiental, combate à pobreza e à miséria, através de um modelo de crescimento econômico menos consumista e mais adequado ao equilíbrio ecológico.

O compromisso político de aderência ao desenvolvimento sustentável assumido pelas nações no encontro ECO-92 foi recentemente renovado no encontro Rio+20, ocorrido no Rio de Janeiro em 2012. Nesse encontro, reconheceu-se que a sustentabilidade vem se tornando um fator preponderante para o sucesso das indústrias nos seus respectivos negócios (CNI, 2013).

O desenvolvimento sustentável baseia-se sobre três pilares centrais, denominados *Three Bottom Line* (TBL): o desenvolvimento econômico, a proteção ambiental e a inclusão social. Este movimento depende do equilíbrio dinâmico entre os três pilares (Figura 5).

O conceito do TBL foi criado por Briton John Elkington em 1997, com objetivo de expor a ideia de que para se alcançar a sustentabilidade é necessário alcançar não apenas o desenvolvimento econômico, mas o desempenho ambiental e social. Esse conceito foi publicado também em 2000 pelo *Global Reporting Initiative* (GRI), no Relatório de Sustentabilidade (MENDONÇA, CHEROBIM e CUNHA, 2014).

Strobel (2005) discorre sobre as três dimensões do desenvolvimento sustentável:

a) Social:

A sustentabilidade observada na esfera social enfatiza a presença do ser humano na ecosfera, sendo que a preocupação principal desta linha é com o bem-estar humano e a qualidade de vida. (STROBEL, 2005, p. 16)

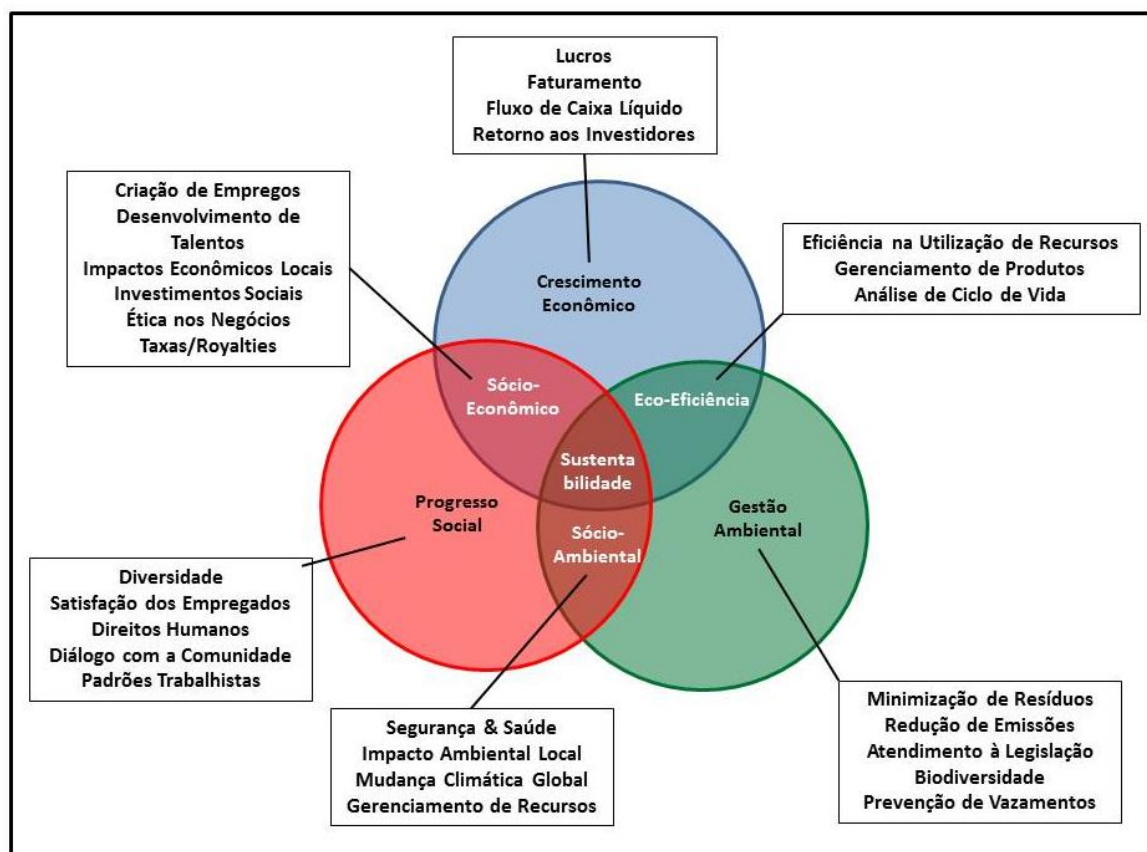
b) Econômica:

(...) é possibilitada por uma alocação e gestão mais eficiente dos recursos e por um fluxo regular do investimento público e privado. (...) a eficiência econômica deve ser avaliada mais em termos macro-sociais do que apenas por critérios de lucratividade micro empresariais. Assim, considera-se o impacto do fluxo monetário existente entre empresas, governo e população. (STROBEL, 2005, p. 17)

c) Ambiental:

(...) a principal preocupação é relativa aos impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente. (...) deve-se reduzir a utilização de combustíveis fósseis e a emissão de substâncias poluentes, adotar políticas de conservação de energia e recursos naturais, substituir produtos não-renováveis por renováveis e aumentar a eficiência dos recursos utilizados. (STROBEL, 2005, p. 17)

Figura 5 - Inter-relações das dimensões do desenvolvimento sustentável



Fonte: Adaptado de IPIECA / API, 2002.

O movimento pelo desenvolvimento apresenta-se como um dos movimentos sociais mais importantes deste início de século e milênio. São inúmeras as iniciativas voluntárias, relacionadas ao desenvolvimento sustentável, subscritas por empresas. Grandes empresas criaram organizações como forma de mostrar seu comprometimento com esse movimento. A rapidez com que o movimento pelo desenvolvimento sustentável foi aceito por amplos setores empresariais, pelo menos em termos de discurso, não tem precedentes na história recente das empresas (BARBIERI et al., 2010).

Palmisano e Pereira (2009) realizaram uma comparação com o movimento pela qualidade total de produtos e processos, que levou mais tempo para ser lançado, teve início no pós-guerra, mas sua expansão vigorosa somente veio a ocorrer a partir 1980, por motivos internos ao mundo empresarial, pressionado pela necessidade de se readequar a um novo padrão de competição que já estava ocorrendo em grande escala.

Entretanto, comumente, a adesão das empresas ao desenvolvimento sustentável, frequentemente, é motivada por fatores externos. Este processo, de acordo com Barbieri et al. (2010), apresenta-se como um meio de se contrapor às críticas e objeções realizadas, principalmente, por entidades governamentais e pela sociedade civil organizada que responsabilizam as empresas pelos processos de degradação social e ambiental

A participação das empresas no movimento de desenvolvimento sustentável também passou a ser induzida por fatores de natureza empresarial, passando a caracteriza-se por ser um fator de competitividade, seja como fonte de diferenciação, seja como fonte de qualificação para continuar no mercado, garantindo assim lucros extras e sobrevivência das empresas (ALMEIDA, 2002).

Menezes, Winck e Dias (2010) relatam a existência de quatro motivações que incentivam as empresas a adotar o desenvolvimento sustentável nas organizações: “dever moral”, “sustentabilidade”, “exigências legais” e “reputação”.

O dever moral está relacionado ao fazer a coisa certa, ou seja, a organização precisa agir como um cidadão que age conforme valores considerados corretos pela sociedade. A sustentabilidade refere-se à

satisfação das necessidades sociais e ambientais de forma que não comprometa os recursos existentes para as gerações futuras. A licença para operar significa uma aceitação das operações da empresa pelos públicos envolvidos, por exemplo: governo, comunidades, clientes, entre outros. A reputação, que é quando a organização faz uso da responsabilidade social empresarial para a promoção da imagem, melhorar a estima da organização, objetivando fortalecer a marca e valorizar suas ações (MENEZES, WINCK e DIAS, 2010).

Apesar da pressão da sociedade, fatores de natureza empresarial ou motivações expostas que incentivam a adoção do desenvolvimento sustentável pelas organizações, Hart e Milstein (2004) alertam que algumas empresas acreditam que pode haver uma redução de lucros e do valor designado aos acionistas das organizações em função da adoção de critérios de sustentabilidade.

Contudo, de acordo com Junior (2011), alguns autores (Schmidheiny, 1992; Sachs, 2004; Tachizawa, 2007) adeptos à sustentabilidade, afirmam que empresas que não adotam os critérios de sustentabilidade em seus negócios acabam por perder oportunidades estratégicas de negócios ao não considerarem os benefícios de tais ações.

Para isso, esses autores sugerem a criação de valor sustentável como forma de interligação dos aspectos da sustentabilidade com a criação de valor ao acionista com a redução de custos através de práticas mais ecoeficientes e processos organizacionais mais sustentáveis, bem como por meio do reconhecimento de suas iniciativas através da alocação de suas ações em carteiras ou índices de sustentabilidade nacionais e/ou internacionais.

Como exemplo mais importante brasileiro, Junior (2011) apresenta o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE), cujo objetivo concentra-se em ter em sua composição ações de empresas comprometidas com ações sustentáveis e de responsabilidade social.

Para melhorar a sua competitividade, as empresas podem desenvolver modelos integrativos e sistêmicos de gestão e de práticas que relacionem as áreas econômicas, sociais e ambientais, aos seus processos e acionistas, num contexto sustentável (MENEZES, WINCK e DIAS, 2010).

Hart e Milstein (2004) inferem que os desafios globais associados à sustentabilidade vistos a partir da ótica dos negócios, induzidos pela inovação, podem ajudar a identificar estratégias e práticas que contribuam para um mundo mais sustentável e, simultaneamente, direcionar o valor ao acionista.

A ABIA (2012) apresenta que desde a Conferência Rio-92 o setor indústria alimentício vem demonstrando esforços para tornar-se mais sustentável. Essa Associação apresenta algumas iniciativas por parte das empresas pertencentes ao setor industrial alimentício em relação às dimensões TBL, tais como: a construção de pequenas centrais hidrelétricas de alta eficiência e baixo impacto; biodigestores de dejetos animais e de efluentes de abatedouros para tratamento resíduos; sistemas de rastreabilidade da produção agropecuária; novas tecnologias e estratégias de abordagem voltadas à viabilização econômica da indústria da reciclagem; fortificação de alimentos e bebidas para suprir as deficiências de micronutrientes da população; adoção de políticas e códigos de ética ambiental; desenvolvimento de alimentos mais saudáveis; uso de embalagens e máquinas mais eficientes; adoção de contratos que incluem critérios ambientais.

Entretanto, apesar das inúmeras iniciativas apresentadas pela ABIA, é desconhecido o real impacto e consistência das mesmas sobre a sociedade e o meio ambiente, de forma mais sistêmica. Dessa forma, faz-se oportuno aprofundar estudos que mensurem a real condição da indústria de alimentos em termos de desempenho nas dimensões da sustentabilidade.

2.4 A Inovação na Indústria de Alimentos

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), através do Manual de Oslo, em 1990, conceitua inovação como:

(...) a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas (...) (OCDE, 1990, p. 49)

Pereira, Abreu e Bolzan (2002) são contundentes em afirmar que um dos objetivos principais da inovação é entregar ao consumidor um produto ou serviço com o maior valor agregado possível (relação *performance/preço*) atendendo suas necessidades ou, de preferência, antecipando-se a estas necessidades, antes e melhor que a concorrência. Conforme os autores, atender este objetivo torna-se um fator chave para o sucesso empresarial.

A necessidade de inovar surge então como consequência da volatilidade do mercado, composto por um complexo conjunto de fatores de ordem econômica, social, demográfica, política, ambiental, cultural e tecnológica que interferem constantemente nas necessidades dos clientes (TORNATZKY e FLEISCHER, 1990).

A atividade inovativa pode estar presente em qualquer atividade funcional ou processo organizacional da empresa. Pereira, Abreu e Bolzan (2002) classificam a inovação tecnológica como um caso particular de inovação que se baseia na utilização de conhecimentos científicos e tecnológicos, cujo conceito é a transformação de uma ideia em um novo produto/serviço ou melhoramento do mesmo através da tecnologia.

As inovações tecnológicas não são recentes na sociedade. As mesmas constituem, desde tempos ancestrais, um dos principais fatores na melhoria do padrão de vida dos seres humanos. Porém, o ritmo destas inovações tecnológicas se intensificou fortemente, a partir da Revolução Industrial Inglesa, no século XVIII (CABRAL, 2001).

Durante a Revolução Industrial Inglesa, devido a crescente importância da inovação tecnológica para o desenvolvimento social, econômico e competitividade das Nações, emergiu entre os economistas um grande interesse na identificação dos perfis industriais de inovação tecnológica e seus determinantes (CABRAL, 2001).

Adam Smith e David Ricardo, durante o século XVIII, foram os pioneiros na análise das causas e consequências da automação da manufatura, tendo em vista suas preocupações em identificar a origem da riqueza das nações e seus impactos sobre renda e trabalho. As ideias de Adam Smith e David Ricardo contrastavam com o pensamento fisiocrata reinante, onde somente a terra ou a natureza eram vistos como capazes de produzir algo, enquanto a indústria e o comércio apenas transformariam os produtos (TIGRE, 2006).

Karl Marx, durante o século XIX, percebeu de forma mais clara o papel da tecnologia na dinâmica econômica, ao analisar criticamente o desenvolvimento da economia capitalista. Marx atribuiu à inovação o potencial de arma competitiva, permitindo ao empreendedor uma produção mais eficiente, além da redução da dependência excessiva sobre a mão-de-obra e a eliminação de concorrentes (TIGRE, 2006).

Apesar de Adam Smith, David Ricardo e Karl Marx teorizarem sobre a importância da inovação tecnológica na dinâmica econômica, até a década de 1930, reconhecia-se a inovação tecnológica como elemento fundamental ao crescimento econômico. No entanto, o pensamento reinante da época caracterizava a mesma como um elemento exógeno ao sistema econômico, deixando o seu entendimento para outras disciplinas sociais, não sendo examinada em profundidade como um tema endógeno à economia (CABRAL, 2001).

Na década de 1930, através de sua “Teoria do Desenvolvimento Econômico”, o economista austríaco Joseph Schumpeter apresentou a influência poderosa da inovação sobre a atividade empreendedora, investimentos produtivos e mercado. Em seus estudos, Schumpeter estabelece, primariamente, a distinção entre invenção e inovação. Na visão schumpeteriana, invenção é a descoberta de algo sem relevância econômica quanto não for levada à prática; inovação refere-se à fixação, através do lucro empresarial, daquilo que foi descoberto (VALENT, 2013).

Schumpeter buscou tratar o conceito de inovação em sentido mais amplo e sistêmico, incluindo não apenas as inovações de produto ou processo, de comportamento radical ou incremental, mas também agregando: a abertura de novos mercados, a conquista de novas fontes de suprimento de matéria-prima e a reestruturação organizacional (CABRAL, 2001).

De acordo com o pensamento schumpeteriano, a inovação é o principal “motor” do desenvolvimento capitalista e fonte de lucro empresarial. O pensamento schumpeteriano foi aprofundado por vários pesquisadores, abordando, por exemplo, novas formas de organizações das firmas e sociedades e levando em consideração o surgimento de novos hábitos sociais.

Tigre (2006) relata que os estudiosos e adeptos da visão neo-schumpeteriana atribuem a dinâmica econômica às inovações. Os neo-

schumpeterianos consideram a tecnologia um elemento endógeno presente nas relações produtivas e na valorização do capital, em oposição à teoria neoclássica, que via tal mudança como um elemento externo.

Segundo a teoria neo-schumpeteriano, no ambiental organizacional, as empresas que inovam e acompanham o nível tecnológico do mercado apresentam uma maior força para competição mercadológica, pois conseguem lançar produtos competitivos no mercado que atendam as necessidades dos consumidores, apresentando maior resistência à ameaça de novos entrantes, podendo criar barreiras que dificultem suas entradas. Essas empresas caracterizam-se por serem menos vulneráveis a possíveis reações da concorrência, como lançamentos de novos produtos (TIGRE, 2006).

A atividade inovativa, para ocorrer, demanda que se rompa um “estado inercial”, através de um esforço de atuação. Para De Negri, Salerno e Castro (2005), o esforço da firma para realizar inovação tecnológica tem como objetivo aumentar os recursos e potencialidades disponíveis, obtendo vantagens competitivas e conseqüentemente rentabilidade superior.

Os principais esforços em inovação realizados são investimentos interno ou externo de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), obtenção de outras fontes de conhecimentos, aquisições de máquinas e equipamentos e treinamento dos funcionários (CARNEIRO e CARVALHO, 2013).

De Negri, Salerno e Castro (2005) afirmam que as empresas inovadoras, em sua maioria, consideram que a inovação melhorou a qualidade do produto, permitiu ampliar ou manter a participação no mercado, abriu novos mercados, reduziu custos e impactos ao meio ambiente e ajudou no enquadramento a normas dos mercados interno e externo.

A inovação na indústria de alimentos é um tema controverso. Conforme classificação proposta pela OCDE, o setor industrial alimentício é classificado por ser um setor de baixa intensidade inovativa, pois suas empresas não alocam valores financeiros superiores a 0,6% da sua receita em atividades de P&D (Tabela 4) (FORNARI, 2013).

Entretanto, quando se analisa em valores financeiros brutos investidos, tem-se outra visão. Conforme dados presentes na Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) de 2011, realizada pelo IBGE, verifica-se que as 4.030 empresas amostradas do setor industrial de alimentos investiram,

aproximadamente, R\$ 7,8 bilhões em atividades relacionadas à inovação. Desse valor, cerca de R\$ 6 bilhões (77%) referiu-se à aquisição de máquinas e equipamentos. Este dispêndio financeiro em inovação posicionou a indústria de alimentos como que o setor da indústria de transformação que mais investe em inovação (Tabela 5) (IBGE, 2012).

Tabela 4 – Classificação das empresas conforme investimento percentual da receita em atividades de P&D

Classificação	Investimento em P&D / receita (%)
Baixa	[0,0 – 0,6)
Média-Baixa	[0,6 – 1,0)
Média-Alta	[1,0 – 4,0)
Alta	[4,0 - ∞)

Fonte: Fornari, 2013

Tabela 5 - Maiores investimentos em inovação e respectivas indústrias de transformação

Posicionamento	Atividades da indústria	Bilhões de reais
1º Lugar	Fabricação de Alimentos	7,8
2º Lugar	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	6,7
3º Lugar	Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus	4,8

Fonte: IBGE, 2013

Christensen, Rama e von Tunzelmann (1996) apud Domingues (2008) afirmam que a tradicional percepção da indústria de alimentos e bebidas como sendo de baixa intensidade tecnológica pode ser verdade se mensurada a partir das intensidades de P&D e de patentes. Por outro lado, esses mesmos autores citados afirmam que se observada através do gradualismo e da difusão da inovação de processo, a indústria de alimentos pode ser um setor bastante inovativo.

Domingues (2008) estudou o comportamento e as estratégias das empresas da indústria de alimentos no Brasil, no período de 1998 a 2005, com foco nos aspectos tecnológicos e inovativos. A autora concluiu que apresentou que os grupos do setor industrial alimentício nacional apresentaram um fraco

desempenho tecnológico, adotando estratégias puramente imitativas. Nesse estudo, as grandes empresas surpreenderam com um desempenho muito aquém do esperado, em muitos casos, sendo superadas tecnologicamente pelas médias. Entretanto, esses reduzidos esforços tecnológicos mostraram-se suficientes para resultados econômicos imediatos e significativos da indústria de alimentos.

Cabral (2011) afirma que as atividades de P&D na indústria de alimentos, de um modo geral, não são consideradas ativos importantes para a inovação. Em estudo realizado em 248 empresas alimentícias brasileiras, o autor constatou a confirmação do fato dessas empresas serem caracterizadas como “dominadas por fornecedores” em termos de inovação, sendo que a tecnologia desenvolvida externamente é uma variável significativamente relacionada com a propensão de adoção a práticas inovativas internas à empresa. Três aspectos explicam essa relação: (I) a natureza incremental das inovações; (II) a predominância de inovações em tecnologias de capital; (III) a existência de tecnologia “redundante”.

Segundo Christensen, Rama e von Tunzelmann (1996) apud Domingues (2008), a inovação na indústria de alimentos e bebidas apresenta-se como um evento isolado e o resultado de um *open-ended* – processo evolucionário que faz com que seja difícil marcar o início e o fim da inovação no tempo. As inovações são, frequentemente, resultado de pequenos desvios da atividade de rotina diária e são criadas por novas combinações do conhecimento existente. Isto sugere que muitas inovações, até mesmo as mais radicais, envolvem elementos de incrementalismo, onde o aprendizado é uma característica central. O processo de imitação torna-se rápido porque o nível de informação sobre os competidores geralmente é elevado e porque, nesta indústria, os custos de romper as barreiras à entrada são elevados.

Gouveia (2006) confirma a afirmação de Christensen, Rama e von Tunzelmann (1996). Esse autor afirma que as inovações na indústria alimentícia são majoritariamente incrementais, sendo que as grandes inovações ocorrem principalmente na área de formulação de ingredientes e aditivos, transgênicos, embalagens e alimentos funcionais, sendo o desenvolvimento de componentes deste último a maioria das inovações em alimentos. O autor acrescenta que outras crescentes tendências que tem se

destacado são os alimentos orgânicos, pela preocupação por uma alimentação saudável, e os alimentos semi-prontos, pela necessidade em reduzir o tempo gasto com o preparo de refeições.

Em relação ao esforço em inovar na indústria de alimentos, Cabral (2001) verificou que os indicadores “intensidade de P&D”, “pessoal ocupado nas atividades de P&D”, “investimento tecnológico”, “tamanho do departamento formal de P&D” são numericamente baixos e restritos nesse setor. Neste mesmo estudo, o autor identificou que as indústrias de alimentos priorizam seus investimentos em inovações de processo incrementais através de aquisições externas, evidenciando assim a forte influência, dependência e força dos fornecedores de equipamentos para este setor.

Cabral (2007) estudou quais variáveis organizacionais determinam a probabilidade e intensidade de inovações na indústria de alimentos. Como resultados, o autor observou que as variáveis “investimento em tecnologia externamente desenvolvida”; “investimento em P&D interno”; “alianças com outras empresas”; “institutos de pesquisa e universidades para execução externa de P&D”; “tamanho de empresa” determinam significativamente a probabilidade de uma empresa inovar. Enquanto que as variáveis, “alianças com outras empresas”, “institutos de pesquisa” e “universidades para execução externa de P&D”, “tamanho de empresa e orientação para o mercado” foram associadas com a intensidade de inovação na indústria.

Cabral (2001) destaca que, além de variáveis endógenas, a inovação e o seu respectivo sucesso dependem também em larga escala do comportamento do consumidor. Este autor afirma que mudanças no padrão de consumo muito frequentemente determinam a natureza da inovação que ocorre na indústria.

Uma pesquisa feita na comunidade holandesa através do *National Council for Agricultural Research* (NRLO), em 1998, agrupou os consumidores da indústria de alimentos em quatro tipos: “o racional”, “o cooperativo”, “o competitivo” e “o responsável”. Os resultados desta pesquisa apontam que o consumidor racional é previsível e se interessa por produtos eficientes, rápidos e confiáveis. O cooperativo se preocupa em adquirir produtos tradicionais e regionais. Para o consumidor competitivo o que importa é o quanto um produto se adapta as suas necessidades individuais. É imprevisível e volátil. Já o consumidor responsável possui um forte sentimento de responsabilidade em

vários aspectos, o que resulta em um elevado apreço pela sustentabilidade, seja do produto seja da organização que o produziu (NRLO, 1998).

Outro tipo de classificação dos consumidores de alimentos presente na NRLO (1998) agrupa os consumidores em: conscientes-ecológicos, conscientes-saudáveis, práticos, hedonísticos, conscientes do preço, e procuradores de variedades e novidades. De acordo com essa proposta, estes seriam os chamados perfis puros, que usualmente apresentam-se em formas combinadas. Através desta pesquisa, constatou-se que as pessoas consomem por motivo e de formas diferentes, de acordo com as circunstâncias e funções (NRLO, 1998).

Becattini (1994) estudou o efeito do comportamento do consumidor sobre as atividades inovativa da indústria de alimentos. O autor, em seu estudo, destaca que os consumidores, progressivamente, vêm demandando produtos alimentícios com maior quantidade e rigor de atributos. Como um dos resultados obtidos, Becattini verificou que o comportamento do consumidor apresentou uma relação direta sobre o processo de inovação por parte das empresas.

2.5 Inovação Orientada à Sustentabilidade

A relação entre o processo de inovação e a sustentabilidade, de acordo com Silva et al. (2010), tem ganhado relevância a partir do debate acadêmico entre diversos autores (RAIBORN e PAYNE, 1990; PORTER, VAN DER e LINDE, 1995; VAN MARREWIJK et al., 2004).

Segundo as definições do *IXL Center* (Instituto de Pesquisa e Fomento à Inovação, com sede nos EUA), as inovações sustentáveis são aquelas que criam valor agregado sem comprometer o atendimento às necessidades das gerações futuras (SILVA et al., 2010).

Distintamente das abordagens tradicionais de inovação que, em geral, priorizam um grupo um reduzido grupo de partes interessadas (*stakeholders*), como fornecedores, clientes, investidores e órgãos reguladores, e as análises consideram os impactos da inovação sobre essas partes; as inovações sustentáveis consideram uma lista ampla de partes interessadas secundárias,

como a comunidade local e grupos ativistas de várias causas, tais como ambientalistas, antiglobalização, direitos dos animais, dentro outros (BARBIERI et al., 2010).

Historicamente, a relação da inovação com a sustentabilidade se destacou efetivamente em 1996, com a publicação do livro *Driving Eco-innovation*, em que Fussler e James (1996) introduziram o conceito daecoinovação a partir de uma perspectiva da sustentabilidade promovida por atividades inovativas que conduzem a três “estabilidades”: a estabilidade ecológica relacionada ao funcionamento contínuo do sistema natural e ao fornecimento de qualidade na cadeia alimentar da água e do ar; a estabilidade de recursos relacionada à acessibilidade da humanidade aos requisitos físicos e materiais em quantidades necessárias e a custos razoáveis; a estabilidade socioeconômica, em que a população não é pega pelo desemprego, alta criminalidade e desigualdades excessivas em renda e saúde. Assim, a pobreza é a grande ameaça para a estabilidade socioeconômica (FUSSLER; JAMES, 1996 apud MENDONÇA, CHEROBIM e CUNHA, 2014).

O conceito de “estabilidade de recursos”, conforme conceito proposto por Fussler e James (1996), significa o uso eficiente de recursos em bens e serviços. Quando inserido ao TBL do desenvolvimento sustentável, esse conceito refere-se a: estabilidade socioeconômica que pode ser traduzida em termos de fornecer produtos e serviços que podem ser consumidos por todos e que melhora a qualidade de vida; estabilidade ecológica que se traduz no conceito de cuidado ambiental (FUSSLER; JAMES, 1996 apud MENDONÇA, CHEROBIM e CUNHA, 2014).

Em 2004, o *Environmental Technology Action Plan* (ETAP) intensificou a discussão acerca do relacionamento entre a questão ambiental e a necessidade da inovação, definindo ecoinovação como uma forma de atuação organizacional que busca produzir, assimilar ou explorar "novos produtos, processos produtivos, serviços ou métodos de gestão e negócios, cujo objetivo, por todo ciclo de vida, é prevenir ou reduzir substancialmente riscos ambientais, poluição e outros impactos negativos no uso de recursos" (OCDE, 2009 apud NASCIMENTO, MENDONÇA e CUNHA, 2012).

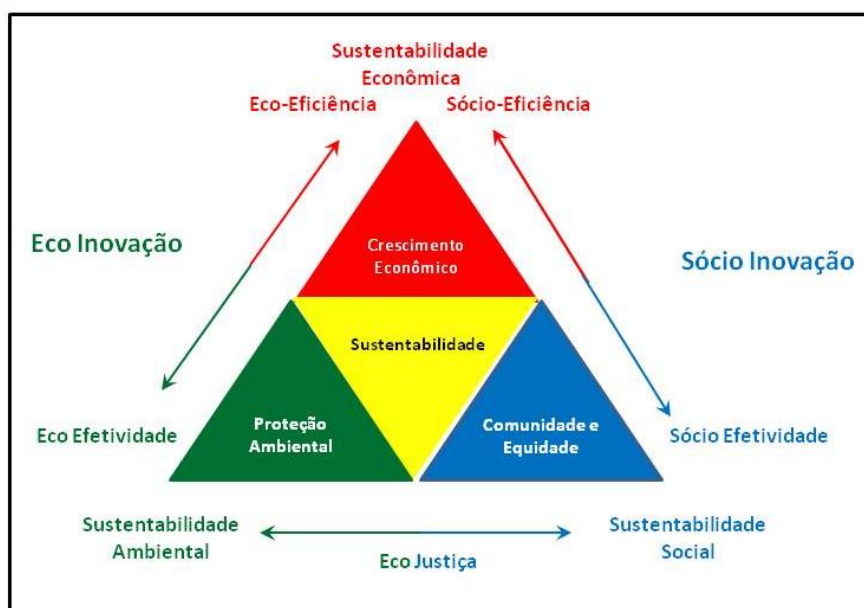
Barbieri et al. (2010) expandem o conceito de ecoinovação promovido pela ETAP em 2004, afirmando que uma inovação sustentável traz proveitos

econômicos, sociais e ambientais, comparados com alternativas pertinentes. Essa concepção mais completa traz a discussão para uma perspectiva mais ampla, que não se restringe a questões de ordem ambiental.

De acordo com Nidumolu, Prahalad e Rangaswami (2009) apud Silva et al. (2010), um longo estudo de iniciativas de sustentabilidade com 30 empresas de grande porte mostra que a sustentabilidade é uma rica fonte de inovações organizacionais e tecnológicas capazes de gerar tanto receita como lucro. Além disso, os esses autores afirmam que algumas empresas estão tratando a sustentabilidade como nova fronteira da inovação (SILVA et al., 2010).

Uma melhor análise da relação entre inovação e o desenvolvimento sustentável pode ser efetuada sob a ótica do TBL, conforme apresentado na Figura 6. Tendo em vista os eixos econômico, social e ambiental da sustentabilidade, pode-se estabelecer uma relação sistêmica entre as dimensões da inovação.

Figura 6 - O Triple Bottom Line (TBL) no contexto da inovação



Fonte: Silva et al., 2010

A relação entre a sustentabilidade ambiental, o desempenho econômico e a competitividade tem sido fortemente debatida entre os estudiosos. O resultado da inter-relação desses temas permanece incerto, sem um consenso entre os estudiosos, sendo possível identificar na literatura, duas formas de ver essa associação (NASCIMENTO, CHEROBIM e CUNHA, 2012).

A primeira forma, chamada de revisionista, vê a relação entre sustentabilidade ambiental e competitividade de forma mais dinâmica, dando ênfase ao papel central da tecnologia e da inovação na competitividade organizacional e em seu desempenho econômico e ambiental. Portanto, melhor desempenho ambiental pode ocorrer por meio de menores custos de produção, aumentando a competitividade através da eficiência, produtividade e novas oportunidades de mercado (CARRILLO-HERMOSILLA, GONZALEZ e KÖNNÖLÄ, 2009 apud NACIMENTO, MENDONÇA e CUNHA, 2012).

A segunda forma, chamada de tradicionalista, vê a relação entre a sustentabilidade ambiental e a competitividade como um *trade off*, pois imporiam mais custo às empresas, pela responsabilização pelas externalidade negativas que venham a gerar impactando negativamente em sua competitividade (CARRILLO-HERMOSILLA, GONZALEZ e KONNOLA, 2009 apud NACIMENTO, MENDONÇA e CUNHA, 2012).

Em resposta à visão tradicionalista, Nidumolu, Prahalad e Rangaswami (2009) apud Silva et al. (2010) apresentam uma visão prática e recente para aplicação de práticas inovadoras sustentáveis em um contexto empresarial. Esses autores relatam cinco estágios que um empreendimento deve passar antes de se tornar sustentável:

- **Estágio I: Encarar respeito a normas como oportunidade** - garantir que conformidade com normas vire oportunidade para inovação;
- **Estágio II: Tornar a cadeia de valor sustentável** - aumentar eficiência de toda a cadeia de valor;
- **Estágio III: Criar produtos e serviços sustentáveis** - criar produtos e serviços sustentáveis ou reformular linha existente para não agredir o meio ambiente;
- **Estágio IV: Criar novos modelos de negócios** - achar novas maneiras de gerar e obter valor, mudando com isso a base da competição;
- **Estágio V: Criar plataformas de “próximas práticas”** - questionar, pela lente da sustentabilidade, lógica hoje reinante na atividade empresarial.

Adicionalmente, Canielsa e Romijnb (2008); Schot e Geels (2008) apud Barbieri et al. (2010) apresentam uma nova abordagem denominada *Strategic Niche Management* (SNM), delineada para facilitar a introdução e difusão de

tecnologias sustentáveis por meio de nichos tecnológicos, isto é, espaços protegidos que permitem uma série de experimentos relacionados com a evolução da tecnologia, práticas de uso e estruturas regulatórias. Esses autores apresentam alguns exemplos de setores que se enquadrariam nessa abordagem: energia, biogás, sistemas de transporte públicos, produção de alimentos ecologicamente amigáveis.

A SNM baseia-se na premissa de que, se os nichos tecnológicos forem construídos adequadamente, eles poderiam agir como base para mudanças maiores na sociedade em termos de desenvolvimento sustentável. Um exemplo é a introdução de um produto detentor de uma tecnologia inovadora em cidades pequenas, antes de se colocá-lo efetivamente no mercado (BARBIERI et al., 2010).

Por fim, faz-se necessário que a relação da discussão da sustentabilidade siga uma linha em que não se deve vê-la como apenas orientada a uma organização isolada, mas sim, para um sistema econômico-social-ecológico completo. Dessa forma, faz sentido a relação com os sistemas de inovação e o relacionamento que ele pressupõe em termos de instituições, corporações, conhecimentos e agentes diversos (NACIMENTO, MENDONÇA e CUNHA, 2012).

2.6 Conceitos Gerais sobre Produtividade, Eficiência e a Análise Envoltória de Dados

De acordo com Charnes, Cooper e Rhodes (1978), o relacionamento entre a engenharia e a econômica tem delineado novas perspectivas, com novas interpretações e caminhos a serem utilizados em avaliações e controles gerenciais distintos (LOVELL e SCHMIDT, 1988 apud ALMEIDA, 2010).

A engenharia de produção avalia os sistemas produtivos a partir de uma visão de macro atividades, composta por variáveis que englobam uma gama de possíveis dimensões. Por sua vez, os macro processos são formados pela somatória de micro processos, cuja avaliação pode ser relevante, principalmente em relação à identificação e mensuração das variáveis

responsáveis, principalmente, pelo acréscimo de produtividade de um sistema (ALMEIDA, 2010).

A engenharia de produção postula que para avaliar todo e qualquer sistema é necessário, primeiramente, definir as variáveis de entrada (*inputs*) e saída (*outputs*). Os *inputs* também são denominados recursos que serão transformados, por exemplo, por uma firma, em *outputs* que são os resultados dessa operação. Nessa explanação genérica, a firma (que representa o sistema em análise) também pode ser denominada de unidade tomadora de decisão (em inglês, *Decision Making Unit* – DMU), pois pressupõem que seja independente em um universo de análise.

Nesse contexto, uma medida de desempenho amplamente utilizada é a razão entre os *outputs* e *inputs*, denominada produtividade. Coelli et al. (2005) apresenta que a produtividade pode ser classificada em: a produtividade parcial dos fatores (PPF) e a produtividade total dos fatores (PTF). Esses autores apresentam que a PPF é um indicador que reúne parte das variáveis, podendo gerar resultados inconsistentes e parciais. Entretanto, a PTF engloba todas as variáveis e tem o poder de sintetizar, em uma única métrica, a medida de desempenho global da DMU em avaliação.

Segundo, Cooper, Seiford e Tone (2007), para se calcular a PTF de uma DMU, é requerido calcular os pesos associados a cada um dos seus *outputs* e *inputs*. Em uma visão microeconômica, os pesos podem ser interpretados como “utilidades”. Na extensão desse conceito, a PTF pode ser representada pela razão entre a combinação linear dos *outputs* (*outputs* virtuais) pela combinação linear dos *inputs* (*inputs* virtuais) (Equação 1).

$$PTF = \frac{u_1 \times y_1 + u_2 \times y_2 \dots + u_{n+1} \times y_{n+1}}{v_1 \times x_1 + v_2 \times x_2 \dots + v_{n+1} \times x_{n+1}} \quad (1)$$

Onde:

PTF é a produtividade total dos fatores;

u_n é a utilidade do *output* y_n ;

y_n é o *output* n ;

v_n é a utilidade do *input* x_n ;

x_n é o *input* n .

De forma intuitiva e em uma visão dicotômica, ao se analisar a equação da PTF, verifica-se que as firmas (DMUs) que têm como objetivo alcançarem níveis excelentes de produtividade, devem buscar produzir a maior quantidade de saídas dada uma mesma quantidade de entradas (orientação a *outputs*), ou, produzir a mesma quantidade de saída, dada a menor quantidade de entradas (orientação a *inputs*).

Segundo Balk (2001) apud Almeida (2010), o sistema (DMU) que conseguir utilizar, de maneira mais adequada, os recursos organizacionais e produtivos, em um mesmo estado tecnológico, alcançando a maior quantidade possível de *outputs* dado a mesma quantidade de *inputs*, ou, utilizar a menor quantidade possível de *inputs* para produzir a mesma quantidade de *outputs*, é considerado eficiente. As DMUs eficientes são também denominadas *benchmarks*. As DMUs *benchmarks* são importantes, pois servem de referência para a(s) DMU(s) ineficiente(s), possibilitando o desenvolvimento de um plano de melhorias para que essas unidades alcancem um melhor desempenho.

Dessa forma, eficiência é a razão entre a produtividade de uma DMU e o máximo valor que essa produtividade pode atingir em um mesmo estado tecnológico. A eficiência de um sistema pode variar de 0 a 1 (ou, de 0% a 100%). Entre os principais estudiosos que contribuíram para o desenvolvimento conceitual do tema eficiência, cita-se: Pareto (1906), Koopmans (1951), Debreu (1951) e Farrell (1957).

Pareto (1906) criou um conceito denominado “Ótimo de Pareto”, em que o bem-estar social pode ser considerado máximo se não for possível aumentá-lo para um indivíduo sem prejudicar o de outro. Esta definição ficou conhecida como “critério de Pareto” ou “eficiência de Pareto” e apresentou grande influência sobre a Teoria Econômica.

Koopmans (1951) empregou os preceitos básicos da “eficiência de Pareto” no âmbito produtivo e apresentou a noção de eficiência técnica ou “eficiência Pareto-Koopmans”. De acordo com esse conceito, diz-se que uma unidade produtiva é tecnicamente eficiente se somente conseguir aumentar a produção de um bem, diminuindo a produção de algum outro, ou quando é tecnologicamente impossível reduzir algum insumo sem simultaneamente incrementar algum outro.

Debreu (1951) apresentou o “coeficiente de utilização de recursos” uma medida que possibilitou a mensuração da eficiência técnica, cuja finalidade é determinar, equiproporcionalmente, a máxima diminuição dos fatores ou a máxima elevação dos produtos. O uso deste coeficiente independe da unidade de medida das variáveis.

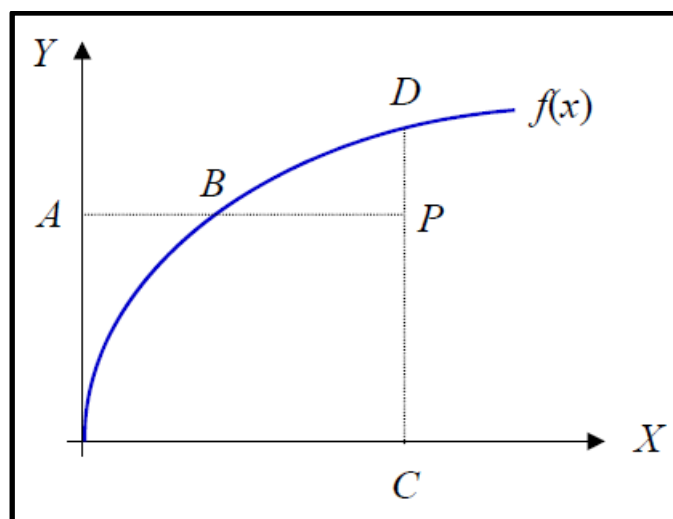
Farrell (1957) ampliou conceitos propostos por Pareto (1906), Debreu (1951) e Koopmans (1951), classificando a eficiência em três tipos: Eficiência técnica (refere-se ao uso da menor quantidade de fatores possível para produzir um dado conjunto de produtos, ou ao maior nível de produção factível com uma determinada quantidade de insumos), Eficiência alocativa (quando a empresa combina os recursos adequadamente, minimizando os custos ou maximizando as receitas) e Eficiência global ou econômica (quando existem, simultaneamente, eficiência técnica e eficiência alocativa).

Farrel (1957) buscava calcular a produtividade para todo e qualquer tipo de organização, sendo que para tal ignorava as diferentes unidades das variáveis do problema. Em contraposição à Farrel (1957), Charnes, Cooper e Rhodes (1978) introduziram cálculos matemáticos, através da resolução de problemas de programação linear, para se determinar a eficiência relativa de unidades com múltiplas entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*). Essa técnica matemática ficou conhecida como Análise Envoltória de Dados (em inglês, *Data Envelopment Analysis - DEA*).

A DEA, em suma, tem como objetivo calcular os pesos (utilidades) de cada variável analisada e a fronteira de eficiência, com base nas melhores práticas presentes nas DMUs *benchmarks*.

A fronteira de eficiência representa, conceitualmente, o lugar geométrico formado por DMUs eficientes (eficiência igual a 1). Se a DMU obtiver uma taxa de eficiência inferior a 1, será representado abaixo da fronteira. Conforme exemplo hipotético presente na Figura 7, a fronteira de eficiência está definida por $f(x)$. A DMU ineficiente P precisa “caminhar” até o ponto B se quiser tornar-se eficiente reduzindo recursos (orientação a *inputs*). No entanto, se preferir aumentar os produtos (orientação a *outputs*), tem que “caminhar” até o ponto D .

Figura 7 – Representação gráfica da Fronteira de Eficiência



Fonte: Mello et al., 2005

A DEA apresenta diversos modelos matemáticos, sendo os mais tradicionais os não paramétricos: CCR (em homenagem aos autores Charnes, Cooper e Rhodes, 1978) e BCC (em homenagem aos autores Banker, Charnes e Cooper, 1984).

O modelo CCR opera com retornos constantes a escala, ou seja, qualquer variação nos insumos produz uma variação proporcional nos produtos. O modelo BCC opera com retornos não proporcionais de escala, ou seja, considera retornos crescentes e decrescentes a escala. O modelo CCR proporciona calcular a eficiência técnica e o modelo BCC proporciona calcular a eficiência técnica pura e a eficiência de escala. Ambos os modelos matemáticos podem operar com orientação a *inputs* ou *outputs*. O modelo matemático de interesse e utilizado neste estudo é o CCR orientado a *outputs* e está apresentada na Equação 2.

$$\begin{aligned}
 [d_o(x, y)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi \\
 \text{s. a.} \quad & -\phi y_i + Y\lambda \geq 0 \\
 & x_i - X\lambda \geq 0 \\
 & \lambda \geq 0
 \end{aligned} \tag{2}$$

Onde:

y_i é um vetor de *output* $M \times 1$ da “*i*ésima” DMU;

x_i é um vetor de *input* $K \times 1$ da “*i*ésima” DMU;

Y é uma matriz de *output* $N \times M$ para todas as n DMUs;

X é uma matriz de *input* $N \times K$ para todas as n DMUs;

λ é um vetor de pesos (utilidades) $N \times 1$;

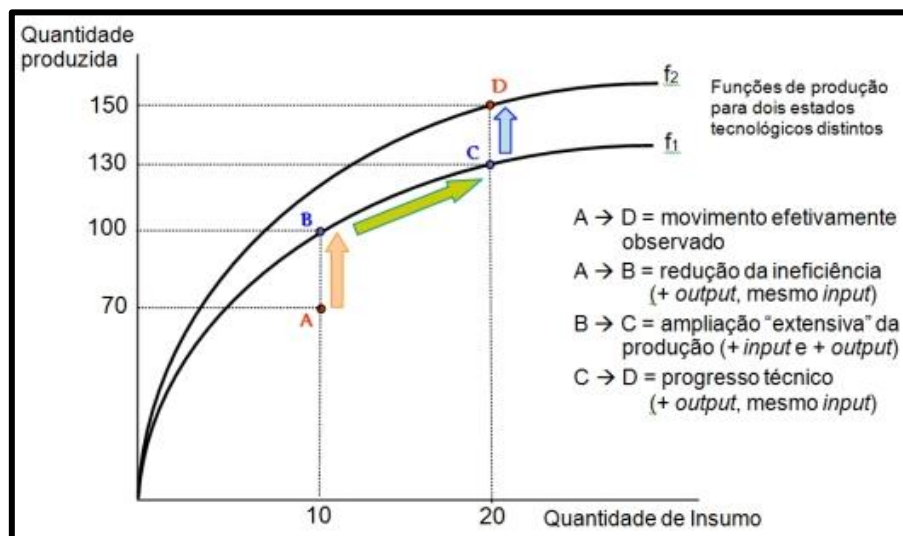
ϕ é um escalar que indica a eficiência produtiva.

2.7 Conceitos Gerais sobre o Índice de Malmquist

O conceito do Índice de Malmquist (IM) foi introduzido inicialmente por Malmquist (1953) e, posteriormente, aperfeiçoado por inúmeros trabalhos, entre os quais Caves et al. (1982), Färe et al. (1994) e Thrall (2000). Esse índice representa o crescimento da produtividade total dos fatores (PTF) de uma unidade tomadora de decisão (DMU), sendo reflexo de dois componentes ao longo do tempo: mudança de eficiência técnica (ME) e mudança tecnológica (MT) (tratada, neste estudo, como a medida de inovação)

A Figura 8 apresenta a representação gráfica dos movimentos de uma DMU em relação as suas fronteiras eficientes de produção (f_1, f_2) , em dois momentos distintos (duas “bases tecnológicas” diferentes), extraídos de Pires (2014). A distância de A para B apresenta uma ideia do grau de ineficiência. Reduzir essa ineficiência significa aproximar o ponto B da curva que representa a fronteira de produção. Ao mesmo tempo em que pode ocorrer uma aproximação (ou um afastamento) da fronteira, também pode haver um aumento da quantidade empregada do insumo de produção, evidenciada pelo movimento de B para C. Ressalta-se que nesse trajeto de B para C há uma redução da produtividade média (número de unidades produzidas para cada unidade de insumo), mantendo-se a plena eficiência técnica (o movimento ocorre sobre a fronteira de produção). Mas há ainda a possibilidade de mais um efeito promover o aumento da produção: o progresso tecnológico, que é representado no gráfico como um deslocamento da fronteira de produção (e pelo movimento de C para D). Trata-se do efeito da adoção de alguma inovação no processo de produção, tal que, para uma mesma quantidade de insumo, agora a produção se torna maior. O valor relacionado ao movimento de C para D é o valor da mudança tecnológica (MT) que será utilizada neste estudo como sinônimo de inovação (PIRES, 2014).

Figura 8 – Representação gráfica das mudanças de eficiência e tecnologia de uma DMU em dois períodos



Fonte: Pires (2014)

A mudança de eficiência (ME) é atribuída às constantes melhorias nos produtos e nos processos produtivos, mantendo a mesma tecnologia. A mudança de tecnologia (MT) está associada ao retrocesso ou progresso da tecnologia (inovações), o que viabiliza a geração de produtos melhores necessitando de menos insumos. Nesse caso, são empregados os mesmos tipos de *inputs* para produzir os mesmos tipos de *outputs*, porém usando uma tecnologia de produção mais ágil e com excelência (FERREIRA e GOMES, 2009).

De acordo com Griffel e Lovell (1996) apud Sé (2012), o Índice de Malmquist (IM), em comparação a demais índices, tais como os índices de Tornqvist e Fisher, apresenta as seguintes vantagens: não exige a adoção da hipótese de maximização do lucro ou minimização do custo; não necessita de informações de preços dos produtos e insumos, o que pode distorcer as análises ou em alguns casos é até mesmo inexistente; permite a decomposição da evolução da produtividade total dos fatores (PTF) nas componentes ME e MT.

Färe et al. (1994) calculam o IM através da média geométrica de duas razões: a primeira utiliza como referência a fronteira do período t ; a segunda a fronteira do período $t + 1$. Esse indicador é uma média geométrica de duas

razões de funções-distância¹, que usam como base tecnologias em diferentes momentos do tempo (d_o^t e d_o^{t+1}) e dependem da relação entre os *outputs* gerados y e os inputs utilizados x ². Um valor de IM maior que 1 indica uma evolução favorável do PTF entre os períodos t e $t + 1$, enquanto que um valor menor que 1 indica declínio da PTF. A Equação (3) expressa o IM.

$$IM(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t) = \left[\frac{d_o^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_o^t(x_t, y_t)} \times \frac{d_o^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_o^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

A Equação (4) apresenta o IM decomposto em mudança de eficiência técnica (ME) e mudança tecnológica (MT):

$$IM(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t) = ME \times MT \quad (4)$$

Sendo:

$$ME = \frac{d_o^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_o^t(x_t, y_t)}; MT = \left[\frac{d_o^t(x_t, y_t)}{d_o^{t+1}(x_t, y_t)} \times \frac{d_o^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_o^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Onde:

ME é a mudança de eficiência;

MT é a mudança de tecnologia;

y_t é uma matriz de *output* $N \times M$ para todas as n DMUs no ano t ;

x_t é uma matriz de *input* $N \times K$ para todas as n DMUs no ano t ;

d_o distância orientada a *outputs*;

t unidade de tempo.

A resolução das Equações 3 e 4 pode ser efetuada através da Análise Envoltória de Dados (DEA). O método de cálculo da IM será apresentado no capítulo 3. A interpretação dos valores de MT, ME e IM obtidos através da resolução da Equação (4), com base nos resultados da análise envoltória de dados é realizada da seguinte forma:

¹ A função distância evidencia o grau de eficiência da DMU em relação à fronteira técnica de referência.

² O subscrito em IM e d_o significa que a medida está sendo orientada para *output*.

- Se $ME > 1$, então houve evolução de eficiência entre os períodos; se $ME = 1$, então a eficiência permanece a mesma entre os períodos; se $ME < 1$, então houve regressão de eficiência entre os períodos em análise;

- Se $MT > 1$, então houve evolução de mudança de tecnologia (considerada como sinônimo de inovação) entre os períodos; se $MT = 1$, então a tecnologia permanece a mesma entre os períodos (não ocorrência de inovação); se $MT < 1$, então houve regressão tecnológica entre os períodos em análise;

- Se $IM > 1$; então houve evolução da PTF entre os períodos; se $IM = 1$, então a PTF permanece a mesma entre os períodos; se $IM < 1$, então houve regressão da PTF entre os períodos em análise.

No caso de existirem n períodos de tempo, o IM pode ser calculado de duas formas. Na primeira forma, calcula-se o índice IM para todos os períodos, mantendo-se como base o período t , ou seja: $IM(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t)$, $IM(y_{t+2}, x_{t+2}, y_t, x_t)$, ..., $IM(y_{t+n}, x_{t+n}, y_t, x_t)$.

A segunda forma para calcular o IM é considerando os períodos adjacentes $(t, t + 1; t + 1, t + 2; \dots, t + n, t + n + 1)$ e assim por diante até o último período: $IM(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t)$, $IM(y_{t+2}, x_{t+2}, y_{t+1}, x_{t+1})$, ..., $IM(y_{t+n}, x_{t+n}, y_{t+n-1}, x_{t+n-1})$.

3 MÉTODOS E TÉCNICA DE PESQUISA

3.1 Caracterização Geral da Pesquisa

Do ponto de vista da sua natureza, este estudo enquadra-se como uma “pesquisa aplicada”, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos (FONSECA, 2002).

A forma de abordagem do problema por este estudo é classificada como “quantitativa”, pois o mesmo objetiva testar hipóteses específicas e examinar relações. Adicionalmente, esta abordagem tem como intuito quantificar os dados e generalizar os resultados da amostra para a população alvo (MALHOTRA, 2012).

Do ponto de vista dos seus objetivos, este estudo apresenta viés “exploratório” (busca ampliar o conhecimento a respeito de um assunto, explorando a realidade e buscando conhecimento) e “explicativo” (visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos, aprofundando o conhecimento sobre a realidade) (GIL, 2007).

Em relação aos procedimentos técnicos este estudo enquadra-se como um “estudo de caso”, pois visa conhecer em profundidade o que há de mais essencial em um determinado fenômeno (GIL, 2007).

3.2 Estruturação e Procedimentos de Cálculo e Análise do Modelo DEA-Malmquist

Para aplicar a DEA com o intuito de se viabilizar o cálculo do Índice de Malmquist (IM), faz-se necessário determinar: as *variáveis inputs* e *outputs* e os seus respectivos valores; as DMUs que serão estudadas; o modelo DEA utilizado e a sua respectiva sua orientação; o período estabelecido para análise temporal; o procedimento de cálculo do IM; a interpretação dos valores obtidos.

Nos tópicos 3.3.1, 3.3.2 e 3.3.3, serão tratados, de forma pormenorizada, as etapas descritas anteriormente, com o intuito clarificar o procedimento de cálculo e análise da medida de inovação para cada

perspectiva da sustentabilidade indústria de alimentos no Brasil ocorrida entre os anos de 2007 a 2012.

3.3.1 *Inputs, Outputs e DMUs Selecionadas*

Os *inputs* e *outputs* selecionados para este estudo são indicadores elaborados com base em dados econômico-financeiros brutos extraídos dos resultados das pesquisas industriais anuais (PIAs) promovidas pelo IBGE nos anos de 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 e 2012. Não se trabalhou com dados de anos mais recentes, pela ausência de disponibilidade dos mesmos no *site* do IBGE.

Selecionaram-se dados provenientes das PIAs realizadas no período de 2007 a 2012, pois essas pesquisas foram estruturadas e analisadas conforme a padronização mais recente de atividades econômicas, a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) 2.0, promovida pelo IBGE (2007), viabilizando comparações congruentes entre as indústrias de transformação ao longo dos anos em análise.

Optou-se por trabalhar com os dados brutos dos *outputs* e *inputs* relativizados pelos números de empresas ou trabalhos, pois na forma de indicadores, há uma facilidade de visualização e comparação dessas variáveis entre as divisões e grupos da indústria de transformação.

Para a seleção e construção dos *inputs* e dos modelos DEA relacionados a cada dimensão da sustentabilidade que serão apresentados posteriormente, utilizou-se como referência o conceito presente na função Cobb-Douglas e suas variáveis (Equação 9).

Escolheu-se a função de Cobb-Douglas, pois, de acordo com Moralles (2010), essa é a função mais conhecida e difundida na literatura microeconômica, a qual retrata a produção (*output*) de um sistema como uma variável resposta (com comportamento exponencial) de duas variáveis: capital investido e mão de obra empregada (trabalho).

$$Y = A \times L^a \times K^{1-a} \quad (9)$$

Onde:

Y é um *output*;

A e a são constantes determinadas pela tecnologia;

L é a medida de trabalho;

K é a medida de capital.

Os *inputs* elaboradores neste estudo são variáveis *proxies* das variáveis capital e trabalho presentes na função de Cobb-Douglas. Essas variáveis de entrada podem apresentar os seus valores recalculados em cada perspectiva de sustentabilidade, pois um determinado *output* pode constituir parcialmente um determinado *input* em uma determinada perspectiva, eliminando assim redundância de valores. Cada dimensão da sustentabilidade (econômica, social e ambiental) pode apresentar específico(s) *inputs(s)* (Tabela 6).

Entende-se por variáveis *proxies* como aquelas que têm a capacidade de substituir aproximadamente, porém, adequadamente, as variáveis originais, devido a sua indisponibilidade.

Para a construção dos *outputs*, utilizaram-se como referência as sugestões de indicadores essenciais de desempenho de perspectiva da sustentabilidade presentes nas diretrizes para elaboração de relatório de sustentabilidade desenvolvido pela *Global Reporting Initiative* (GRI).

A GRI é uma organização não-governamental, sediada na Holanda, fundada em 1997 como uma iniciativa conjunta do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e da organização não-governamental estadunidense Coalizão por Economias Ambientalmente Responsáveis (*Coalition for Environmentally Responsible Economies* - CERES). O objetivo central da GRI é aprimorar o relato das práticas de relatórios de sustentabilidade a um nível de qualidade e transparência equivalente ao dos relatórios financeiros (GRI, 2015).

Os *outputs* elaboradores para este estudo são *proxies* de produtos desejados ou indesejados a serem, respectivamente, aumentados ou minimizados para atingimento de um maior grau (valor) de sustentabilidade dado as entradas de um sistema. Cada dimensão da sustentabilidade (econômica, social e ambiental) apresenta específico(s) *output(s)* (Tabela 7).

Tabela 6 – Inputs selecionados e suas respectivas: unidades, descrição conforme o IBGE (2013), indicadores referência Cobb-Douglas e perspectiva da sustentabilidade

<i>Input</i>	<i>Unidade</i>	<i>Perspectiva</i>	<i>Descrição do inputs (IBGE, 2004)</i>	<i>Referência Cobb-Douglas</i>
Despesa com Depreciação (DEP)	$R\$/(\text{Empresa} \times 1.000.000)$	Econômica, social e ambiental	Total de despesas com depreciação de ativos de uso operacional ou administrativo pelo número total de indústrias	Capital (K)
Custo Pessoal (SAL)	$R\$/(\text{Colaborador} \times 1.000)$	Econômica e ambiental	Total do custo com salários, retiradas e outras remunerações com os encargos sociais, indenizações trabalhistas e os benefícios concedidos aos empregados.	Trabalho (L)
Custo Operacional Econômico (CUE)	$R\$/(\text{Empresa} \times 1.000.000)$	Econômica	Total do custo e despesas totais operacionais fabris envolvidos diretamente e indiretamente na produção, com exceção das despesas com depreciação e despesas de pessoal.	Capital (K)
Custo Operacional Ambiental (CUA)	$R\$/(\text{Empresa} \times 1.000.000)$	Ambiental	Total do custo e despesas totais operacionais fabris envolvidos diretamente e indiretamente na produção, com exceção das despesas com depreciação e despesas com energia elétrica, combustíveis, água e esgoto.	Capital (K)
Custo Operacional Social (CUS)	$R\$/(\text{Empresa} \times 1.000.000)$	Social	Total do custo e despesas totais operacionais fabris envolvidos diretamente e indiretamente na produção, com exceção das despesas com depreciação, indenizações, dispensas incentivadas e gastos com salários, previdência privada e benefícios.	Capital (K)

Fonte: Elaboração própria

Tabela 7 – Outputs selecionados e suas respectivas: unidades, descrição conforme o IBGE (2013), indicadores referência GRI e perspectiva da sustentabilidade

Perspectiva	Output	Unidade	Descrição do output (IBGE, 2004)	Referência e Descrição GRI
Econômica	Receita Líquida (REC)	$R\$/(\text{Empresa} \times 1.000.000)$	Total das receitas brutas subtraídas de vendas canceladas e impostos pertinentes pelo número total de indústrias.	Indicador EC1 – “valor econômico gerado e distribuído, incluindo receitas”
Ambiental	Despesas com Energia e Combustíveis (ENE)	$R\$/(\text{Empresa} \times 1.000.000)$	Total de despesas com energia elétrica adquirida e o consumo de combustíveis usados para acionar máquinas e aquecimento pelo número total de indústrias.	Indicador EN3 – “consumo direto de energia”
	Despesas com Água e Esgoto (AGU)	$R\$/(\text{Empresa} \times 1.000.000)$	Total de despesas com aquisição de água e processamento de esgoto pelo número total de indústrias.	Indicador EN8 – “consumo total de água”
Social	Despesas com Pessoal (GAN)	$R\$/(\text{Colaborador} \times 1.000)$	Total de despesas relacionadas a salários, previdência privada e benefícios financeiros concedidos aos empregados pelo número total de colaboradores ativos das indústrias.	Indicador LA3 – “benefícios assegurados a funcionários”
	Despesas com Indenizações (IND)	$R\$/(\text{Colaborador} \times 1.000)$	Total de despesas relacionadas a indenizações e por dispensa incentivada pelo número total de colaboradores ativos das indústrias.	Indicadores LA2 – “taxa de rotatividade dos trabalhadores” e LA7 – “taxa de lesões, doenças profissionais, dias perdidos por absenteísmo e óbitos relacionados”

Fonte: Elaboração própria

Os dados brutos coletados das PIAs para elaboração dos *inputs* e *outputs* foram atualizados monetariamente com base no ano de 2012 pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI), por ser um índice de referência nacional para correções de preços e contratos de atividades econômicas localizadas no território brasileiro (FGV, 2014).

O aspecto vantajoso de utilização do IGP-DI é que esse indicador é de ampla abrangência, sendo uma média aritmética e ponderada dos índices IPA (Índice de Preços ao Atacado – mede a variação de preços no mercado atacadista; peso de 60% no IGP-DI), IPC (Índice de Preços ao Consumidor – mede a variação de preços entre as famílias que percebem renda de 1 a 33 salários mínimos; peso de 30% no IGP-DI) e INCC (Índice Nacional da Construção Civil – mede as variações de preços de materiais e mão de obra no setor; peso de 10% no IGP-DI) (FGV, 2014).

Faz-se necessária essa atualização monetária para eliminar o efeito inflacionário ao longo dos anos, que podem confundir os efeitos de produtividade e inflação entre *outputs* e *inputs* nos períodos em análise. Adicionalmente, esse ajuste viabiliza a consolidação dos dados de diferentes anos e facilita a sua análise.

As DMUs selecionadas são os grupos das indústrias de transformação que possuíam dados para todas as variáveis *inputs* e *outputs*, em todos os anos analisados. Dessa forma, dos 104 grupos existentes na indústria de transformação no Brasil, conforme a CNAE 2.0, selecionou-se 100, eliminando os grupos com dados ausentes, em pelo menos um ano: manutenção e reparação das embarcações (30.2), fabricação de veículos ferroviários (30.3), fabricação de aeronaves (30.4) e fabricação de veículos militares de combate (30.5). Especificamente, os grupos da indústria de alimentos selecionados para análise são:

- Abate e fabricação de produtos de carne (10.1);
- Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado (10.2);
- Fabricação de conservas de frutas, legumes e outros vegetais (10.3);
- Fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais (10.4);
- Laticínios (10.5);
- Moagem, fabricação de produtos amiláceos e de alimentos para animais (10.6);
- Fabricação e refino de açúcar (10.7);
- Torrefação e moagem de café (10.8);

- Fabricação de outros produtos alimentícios (10.9).

O Anexo deste estudo apresenta, de forma completa, todos os 100 grupos da indústria de transformação utilizados neste estudo e os quatro grupos excluídos, por apresentarem dados faltantes (Quadro A.1).

Na Tabela 8, encontra-se uma síntese da estatística descritiva dos valores dos *inputs* e *outputs* entre os anos de 2007 a 2012 da divisão indústria de alimentos e das demais divisões das indústrias de transformação no Brasil atualizados conforme o IGP-DI (FGV, 2014), base dezembro de 2012.

Salienta-se que todos os dados referentes às divisões da indústria de transformação apresentados neste estudo são as médias geométricas dos resultados dos seus respectivos grupos. Conforme o IBGE (2007), os grupos são categorias pertencentes às divisões. Dessa forma, as análises são realizadas em nível de grupo e consolidadas por médias geométricas em nível de divisão. Ressalta-se que os dados dos grupos selecionadas para este estudo são provenientes das PIAs realizadas pelo IBGE, em que os participantes foram indústrias com, no mínimo, cinco colaboradores.

3.3.2 Modelos DEA e Período de Análise para o Índice de Malmquist

O Índice de Malmquist (IM) calculado neste estudo apresentou orientação a *outputs* relacionados (*proxies*) ao desempenho de cada uma das dimensões (econômica, social e ambiental) da sustentabilidade. Utilizou-se essa orientação com o intuito de calcular a mudança de tecnologia (MT) da indústria de alimentos, comparativamente as demais indústrias de transformação, em um cenário padrão de máxima produção de *outputs* sustentáveis mantendo o nível de utilização de recursos produtivos (insumos) tradicionais em um determinado período. Valores de MT superiores a 1, provenientes de um modelo DEA, sugerem ocorrência de inovação desse modelo.

Entende-se que a seleção de modelos orientados a *outputs* é a mais adequada, pois, este estudo busca analisar se ocorreu, ou não, expansão da fronteira eficiente de produção dos indicadores nas perspectivas sustentáveis (inovação sustentável) dado o uso de *inputs*. Ou seja, esta orientação reflete a busca pelo aumento dos indicadores de sustentabilidade, mantendo o nível de recursos disponíveis.

Tabela 8 – Estatística descritiva das variáveis *inputs* e *outputs* da indústria de alimentos (Ind. Ali.) e demais indústria de transformação (Ind. Tra.)

Estatística Descritiva	Variáveis	Ind. Ali.	Ind. Tra.	
Média	<i>Outputs</i>	Receita Líquida (REC)	82,090	153,424
		Despesas com Pessoal (GAN)	23,374	37,658
		Despesas com Indenizações (IND) ⁻¹	1,758	1,507
		Despesas com Energia e Combustíveis (ENE) ⁻¹	2,724	9,652
		Despesas com Água e Esgoto (AGU) ⁻¹	86,075	140,231
	<i>Inputs</i>	Despesa com Depreciação (DEP)	9,210	17,216
		Custo Pessoal (SAL)	29,974	48,035
		Custo Operacional Econômico (CUE)	77,036	123,680
		Custo Operacional Social (CUS)	78,146	126,690
		Custo Operacional Ambiental (CUA)	75,565	120,993
Máximo	<i>Outputs</i>	Receita Líquida (REC)	487,047	7062,085
		Despesas com Pessoal (GAN)	39,627	223,673
		Despesas com Indenizações (IND) ⁻¹	2,733	81,949
		Despesas com Energia e Combustíveis (ENE) ⁻¹	9,251	100,776
		Despesas com Água e Esgoto (AGU) ⁻¹	243,619	3961,024
	<i>Inputs</i>	Despesa com Depreciação (DEP)	38,352	670,478
		Custo Pessoal (SAL)	50,289	283,390
		Custo Operacional Econômico (CUE)	485,351	6354,467
		Custo Operacional Social (CUS)	488,297	6486,451
		Custo Operacional Ambiental (CUA)	478,156	6323,403
Mínimo	<i>Outputs</i>	Receita Líquida (REC)	3,830	0,732
		Despesas com Pessoal (GAN)	15,905	11,629
		Despesas com Indenizações (IND) ⁻¹	1,075	0,191
		Despesas com Energia e Combustíveis (ENE) ⁻¹	0,141	0,010
		Despesas com Água e Esgoto (AGU) ⁻¹	9,877	0,354
	<i>Inputs</i>	Despesa com Depreciação (DEP)	0,281	0,016
		Custo Pessoal (SAL)	21,292	13,840
		Custo Operacional Econômico (CUE)	2,930	0,320
		Custo Operacional Social (CUS)	3,054	0,351
		Custo Operacional Ambiental (CUA)	2,815	0,297
Coeficiente de Variação (%)	<i>Outputs</i>	Receita Líquida (REC)	190,7	438,2
		Despesas com Pessoal (GAN)	31,3	70,9
		Despesas com Indenizações (IND) ⁻¹	33,6	223,8
		Despesas com Energia e Combustíveis (ENE) ⁻¹	103,7	152,9
		Despesas com Água e Esgoto (AGU) ⁻¹	89,0	174,0
	<i>Inputs</i>	Despesa com Depreciação (DEP)	168,0	338,9
		Custo Pessoal (SAL)	31,0	71,1
		Custo Operacional Econômico (CUE)	202,7	464,2
		Custo Operacional Social (CUS)	201,1	462,5
		Custo Operacional Ambiental (CUA)	203,7	471,4

Fonte: Consolidação das PIAs de 2007 a 2012, atualizados conforme o IPGM-DI de Dezembro de 2012

Para se efetuar o cálculo do IM, estruturaram-se três modelos DEA, de pesos iguais, específicos para cada dimensão da sustentabilidade: modelo econômico, modelo social e modelo ambiental. Portanto, calcularam-se IMs relacionados a cada um dos três modelos. (Figura 9).

O modelo DEA referente à dimensão econômica tem por objetivo aumentar o *output* Receita Líquida (REC), dados os *inputs* Despesas com Depreciação (DEP), Custo Pessoal (SAL) e Custo Operacional Econômico (CUE). O modelo DEA referente à dimensão social tem por objetivo aumentar os *outputs* Despesas com Pessoal (GAN) e o inverso das Despesas com Indenizações (IND), dados os *inputs* DEP, SAL e Custo Operacional Social (CUS). O modelo DEA referente à dimensão ambiental tem por objetivo aumentar os inversos dos *outputs* Despesas com Energia e Combustíveis (ENE) e Despesas com Água e Esgoto (AGU), dado os *inputs* DEP e Custo Operacional Ambiental (CUA).

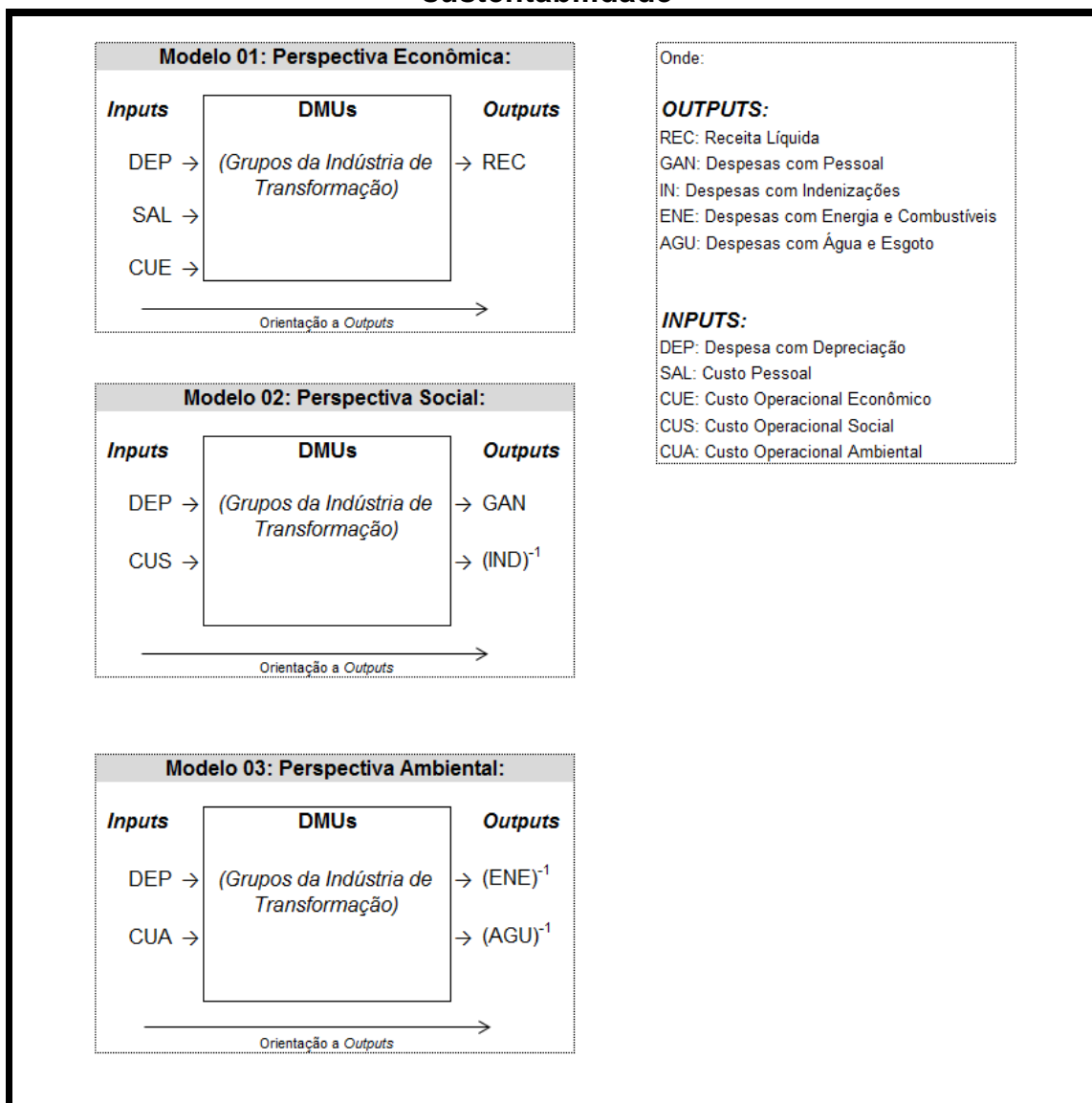
Entende-se que quanto maior a maximização dos *outputs* em relação aos seus *inputs* nos três modelos, concomitantemente, maior o grau de eficiência com orientação à sustentabilidade no grupo de DMUs em análise.

Ressalta-se que a maximização dos *outputs* REC e GAN é desejada para a sustentabilidade, logo, estas variáveis devem ser maximizadas, sendo utilizadas em sua forma original. Entretanto, a maximização dos *outputs* IND, ENE, AGU é indesejada para a sustentabilidade, logo, estas variáveis devem ser minimizados nos cálculos do IM.

Dessa forma, utilizou-se, para as variáveis IND, ENE e AGU, a abordagem *Multiplicative Inverse* (MLT – Inverso Multiplicativo), proposta por Golany e Roll (1989). Esta abordagem utiliza o mecanismo matemático de apresentar os valores dos *outputs* indesejados (OI) em sua forma inversa (OI^{-1}). Logo, em todas as análises deste estudo, os valores dos *outputs* IND, ENE e AGU foram elevados ao expoente “-1”.

Para o cálculo do IM e MT, entre 2007 e 2012, foi adotada a avaliação de cinco períodos adjacentes, onde se comparou em cada período o ano posterior ($t + 1$) em relação ao ano anterior (t) (por exemplo: MT de 2008 em relação a 2007).

Figura 9 – Modelos DEA específicos para cada dimensão da sustentabilidade



Fonte: Elaboração própria.

3.3.3 Procedimentos de Cálculo do DEA-Malmquist e Interpretação dos Valores

O procedimento matemático para a obtenção do IM utilizado neste estudo, dá-se através do cálculo multidimensional das funções de distância de modelos DEA (DEA-Malmquist), por meio de programações linear. Em síntese, o valor do IM é proveniente da resolução computacional de quatro problemas

de programação linear³, expostos nas Equações (5), (6), (7) e (8), presentes no Quadro 1 e resolvidos com apoio da análise envoltória de dados (DEA).

Nas Equações (5) e (6), as observações são avaliadas a partir da tecnologia disponível no respectivo período de análise. Enquanto que nas Equações (7) e (8), os planos de produção de um dado período são comparados com a tecnologia de outro momento no tempo, de modo que ϕ não precisa ser maior ou igual a 1; como se espera quando se calcula a eficiência no período corrente (resolução orientada para *output*). Percebe-se que, no problema presente na equação (7), um ponto de produção de um período $t + 1$ é comparado com a tecnologia no período t . Logo, se houver evolução tecnológica, esse ponto pode ficar fora do conjunto de produção factível, assumindo valor menor do que 1. Caso ocorra uma regressão técnica, a solução do problema presente na equação (6) também pode ter um valor menor do que 1 (ALMEIDA, 2010).

Quadro 1 – Problemas de programação linear do Índice de Malmquist

$[d_o^t(x_t, y_t)]^{-1} = \max_{\phi, \lambda} \phi$ $\text{s. a.} \quad -\phi y_{it} + Y_t \lambda \geq 0 \quad (5)$ $x_{it} - X_t \lambda \geq 0$ $\lambda \geq 0$	$[d_o^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})]^{-1} = \max_{\phi, \lambda} \phi$ $\text{s. a.} \quad -\phi y_{i,t+1} + Y_{t+1} \lambda \geq 0 \quad (6)$ $x_{i,t+1} - X_{t+1} \lambda \geq 0$ $\lambda \geq 0$
$[d_o^t(x_{t+1}, y_{t+1})]^{-1} = \max_{\phi, \lambda} \phi$ $\text{s. a.} \quad -\phi y_{i,t+1} + Y_t \lambda \geq 0 \quad (7)$ $x_{it+1} - X_t \lambda \geq 0$ $\lambda \geq 0$	$[d_o^{t+1}(x_t, y_t)]^{-1} = \max_{\phi, \lambda} \phi$ $\text{s. a.} \quad -\phi y_{it} + Y_{t+1} \lambda \geq 0 \quad (8)$ $x_{it} - X_{t+1} \lambda \geq 0$ $\lambda \geq 0$

Fonte: Adaptado de Almeida, 2010

Onde:

y_{it} é um vetor de *output* $M \times 1$ da i ésima DMU no ano t ;

x_{it} é um vetor de *input* $K \times 1$ da i ésima DMU no ano t ;

y_t é uma matriz de *output* $N \times M$ para todas as n DMUs no ano t ;

x_t é uma matriz de *input* $N \times K$ para todas as n DMUs no ano t ;

λ é um vetor de pesos $N \times 1$;

³ Nas quatro equações admitem-se retornos constantes de escala. Para o caso de retornos variáveis, deve-se inserir uma restrição adicional de convexidade: $\sum \lambda = 1$.

ϕ é um escalar que indica a eficiência produtiva.

A interpretação dos valores de MT (foco deste estudo) obtidos no cálculo do IM proveniente dos modelos apresentados é de que valores de MT superiores a 1, obtidos simultaneamente nos três modelos DEA apresentados (econômico, social e ambiental), sugerem ocorrência de inovação sustentável na unidade em análise. Valores de MT inferiores a 1, em pelo menos um dos modelos, sugerem retrocesso tecnológico no(s) modelo(s) em avaliação. Valores de MT iguais a 1, sugerem que a tecnologia continua a mesma no(s) modelo(s) em avaliação. Salienta-se que em caso de ocorrência de empates de valores entre DMUS, mantiveram-se os mesmos, não se recorrendo a técnicas específicas eliminar esta situação de igualdade.

Neste estudo, os valores de MT, provenientes do IM, foram calculados através do software DEAP, versão 2.1, criado por Coelli (1996), do *Centre for Efficiency and Productivity Analysis* (CEPA).

A Figura 10 apresenta um exemplo de programação efetuado em um editor de textos que pode ser inserido e processado no *software* DEAP para o cálculo dos IMs, MTs e MEs de 100 DMUs, em seis períodos de tempos, baseados em um modelo DEA orientado a *outputs*, dotado de dois *outputs* e três *inputs*.

Figura 10 – Exemplo da programação utilizada para o cálculo do IM no *software* DEAP.

AMB.txt	DATA FILE NAME	(arquivo com os dados brutos de <i>inputs</i> e <i>outputs</i>)
AMABOUT.txt	OUTPUT FILE NAME	(arquivo que conterá o relatório com os resultados)
100	NUMBER OF FIRMS	(número de DMUs)
6	NUMBER OF TIME PERIODS	(número de períodos em análise)
2	NUMBER OF OUTPUTS	(número de <i>outputs</i>)
3	NUMBER OF INPUTS	(número de <i>inputs</i>)
1	0=INPUT AND 1=OUTPUT ORIENTATED	(orientação do modelo DEA a <i>inputs</i> ou <i>outputs</i>)
1	0=CRS AND 1=VRS	(modelo DEA a ser selecionado)
2	0=DEA(MULTI-STAGE), 1=COST-DEA, 2=MALMQUIST-DEA, 3=DEA(1-STAGE), 4=DEA(2-STAGE)	(tipo de análise)

Fonte: Elaboração própria

Ressalta-se que o *software* DEAP utiliza automaticamente em sua rotina de cálculo das distâncias necessárias ao IM os dois modelos DEA clássicos: CCR e BCC. O DEAP proporciona em seu relatório de resultados o desdobramento da ME em dois índices: mudança de eficiência técnica pura e mudança em eficiência de escala. Esses índices são importantes, principalmente, para estudos que priorizem análises detalhadas de mudança eficiência em um regime temporal, não sendo o foco do presente estudo, que tem por finalidade principal analisar quantitativamente a MT da indústria de alimentos comparativamente as demais indústrias de transformação, em cada uma das dimensões da sustentabilidade e em um regime temporal.

3.3 Análise Comparativa das Inovações Relacionadas às Dimensões da Sustentabilidade

Com o objetivo de comparar o desempenho das medidas de inovação relacionadas às dimensões da sustentabilidade dos grupos da divisão indústria de alimentos e divisões da indústria de transformação obtidas através do IM, utilizou-se o teste não paramétrico pareado de Wilcoxon, para pequenas amostras (menor ou igual a 25), pois o número de divisões da indústria de transformação a serem analisadas são 24 e grupos da divisão indústria de alimentos são nove.

Optou-se em utilizar o Teste de Wilcoxon, pois sendo não paramétrico, não requer suposições sobre a distribuição de frequências das variáveis em análise.

O intuito do Teste de Wilcoxon é de verificar se existem diferenças significativas dos resultados de mesmas observações em duas situações (hipoteticamente, situações “1” e “2”).

Neste estudo, as observações são as divisões da indústria de transformação e grupos da divisão indústria de alimentos. As duas situações são as inovações orientadas a cada dimensão da sustentabilidade organizadas em pares para comparação: 1 - econômica e 2 - social; 1 - econômica e 2 - ambiental; 1 - social e 2 – ambiental. Os resultados são os valores das medidas das inovações de cada dimensão da sustentabilidade obtidas através do IM.

Para se calcular o teste de Wilcoxon, deve-se subtrair os resultados da situação “2” dos resultados da situação “1”. Para as diferenças resultantes são atribuídas o sinal mais (+) ou, caso seja negativa, o sinal menos (-). Estas diferenças são ordenadas em função da sua grandeza (independentemente do sinal positivo ou negativo). O ordenamento assim obtido é depois apresentado separadamente para os resultados positivos e negativos. Ao menor dos valores deste segundo, dá-lhe o valor de uma estatística denominada “W”, que pode ser consultada na tabela de significância apropriada. Neste estudo, utilizou-se o nível de probabilidade de 5,0% (SIEGEL, 1981).

O cálculo do Teste de Wilcoxon, neste estudo, foi realizado através do *software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*, versão 19, desenvolvimento pela IBM (2010).

3.4 Índice de Inovação Sustentável e Índice de Ajuste à Inovação Sustentável

Os três modelos DEA-Malmquist utilizados neste estudo são específicos para cada dimensão da sustentabilidade (econômica, social e ambiental), viabilizando uma análise e uma discussão parcial da mudança de tecnologia (MT) com orientação a sustentabilidade da indústria de alimentos no Brasil.

Adicionalmente, as medidas dos IM, bem como as medidas de ME e MT, podem assumir qualquer número natural, diferente de zero. Ou seja, sua interpretação pode tornar-se difícil e sua aplicação não muito prática, por exemplo, em um contexto empresarial.

Dessa forma, buscando uma análise mais ampla e de fácil interpretação da medida de inovação sustentável na indústria de alimentos entre os anos de 2007 a 2012, elaborou-se dois índices: Índice de Inovação Sustentável (IIS) e Índice de Ajuste à Inovação Sustentável (IAIS).

O Índice de Inovação Sustentável (IIS) tem por objetivo consolidar as medidas das MTs (inovações) das dimensões da sustentabilidade em um único índice. Esse índice varia de 0% a 100% (valores maiores sugerem uma maior medida de inovação sustentável) e baseia-se, principalmente, na padronização

das MTs em distâncias percentuais, com base em valores máximo e mínimo médios do período em análise.

Construiu-se o IIS, através das seguintes etapas:

(I) Calcular a média geométrica do período de 2007 a 2012 da MT de cada divisão da indústria de transformação e em cada dimensão da sustentabilidade;

(II) Selecionar os valores máximo e mínimo das médias geométricas das MTs de cada dimensão da sustentabilidade das DMUs no período de 2007 a 2012;

(III) Calcular para cada dimensão da sustentabilidade, a amplitude da MT relacionada, diminuindo o maior valor da MT pelo menor valor da MT, ambos selecionados no passo “II”;

(IV) Diminuir o valor da MT relacionada a cada dimensão da sustentabilidade, de cada divisão em análise, pelo menor valor de MT de cada dimensão, dividir pelo valor da amplitude calculada no passo “III” de cada dimensão e multiplicar, ao final, por 100. Os valores obtidos representam as distâncias padronizadas em valores percentuais das MTs relacionadas à sustentabilidade;

(V) Calcular a média aritmética simples das três MTs padronizadas no passo “IV”. Este valor representa o IIS.

Com o objetivo de facilitar o cálculo e a análise do IIS, a Figura 11 apresenta um exemplo hipotético para duas observações (divisões). Através desse exemplo, pode-se verificar que a divisão 1 apresentou um IIS de 61,1% e a divisão 2 apresentou um IIS de 36,0. Nesse exemplo, a divisão hipotética 1 apresentou uma maior medida de inovação sustentável.

O Índice de Ajuste a Inovação Sustentável (IAIS) tem por objetivo quantificar a “folga para a inovação sustentável”, ou seja, a lacuna a ser preenchida por atividades inovativas para ocorrência de inovação sustentável em uma determinada divisão industrial. Esse índice varia de 0% a 100% (quanto menor o valor, menor a necessidade de ajuste para a inovação sustentável, sendo que 0% significa ocorrência de inovação sustentável, pela ausência de necessidade de ajuste) e baseia-se, principalmente, na padronização das MTs em distâncias percentuais.

Figura 11 – Exemplo de procedimento de cálculo do Índice de Inovação Sustentável (IIS)

<i>Etapas:</i>	Dimensão Econômica:		Dimensão Social:		Dimensão Ambiental:	
(I)	Exemplos Divisões	Média MT	Exemplos Divisões	Média MT	Exemplos Divisões	Média MT
	01	7,000	01	2,000	01	3,000
	02	0,800	02	0,600	02	8,100
(II)	Extremos	Média MT	Extremos	Média MT	Extremos	Média MT
	Máx. DMU	8,000	Máx. DMU	3,000	Máx. DMU	9,000
	Min. DMU	0,500	Min. DMU	0,200	Min. DMU	0,150
(III)	Amplitude	7,500	Amplitude	2,800	Amplitude	8,850
(IV)	Exemplos Divisões	Val. Padronizados (%)	Exemplos Divisões	Val. Padronizados (%)	Exemplos Divisões	Val. Padronizados (%)
	01	86,7	01	64,3	01	32,2
	02	4,0	02	14,3	02	89,8
(V)	Exemplos Divisões	IIS				
	01	61,1				
	02	36,0				

Fonte: Elaboração própria

Construiu-se o IAIS, através das seguintes etapas:

(I) Calcular a média geométrica do período de 2007 a 2012 da MT de cada divisão da indústria de transformação e em cada dimensão da sustentabilidade;

(II) Selecionar o valor mínimo das médias geométricas das MTs de cada dimensão da sustentabilidade das DMUs no período de 2007 a 2012;

(III) Calcular para cada dimensão da sustentabilidade, a amplitude da MT relacionada, diminuindo o número 1,001 (número referência considerado o menor valor evento de inovação) pelo menor valor da MT, selecionado no passo "II";

(IV) Diminuir de 1,001 apenas os valores de MTs inferiores a esse valor (casos de estagnação ou retrocesso tecnológico), relacionados a cada dimensão da sustentabilidade, de cada divisão em análise, dividir pelo valor da amplitude calculada no passo "III" e multiplicar, ao final por 100. Este valor representa o ajuste necessário para se obter inovação sustentável. No caso das divisões com MTs médios iguais ou maiores a 1,001, considerar como zero, o valor a ser calculado, pois, nessa dimensão, já ocorre inovação orientada a sustentabilidade;

(V) Calcular a média aritmética simples das três MTs padronizadas no passo "IV". Este valor representa o IAIS.

Com o objetivo de facilitar o cálculo e a análise do IAIS, a Figura 12 apresenta um exemplo hipotético para duas observações (divisões). Através desse exemplo, pode-se verificar que a divisão 1 apresentou um IAIS de 6,8% e a divisão 2 apresentou um IAIS de 30,1%. Nesse exemplo, a divisão hipotética 1 apresentou uma menor necessidade de ajuste para atingir a inovação sustentável.

Os cálculos do Índice de Inovação Sustentável (IIS) e Índice de Ajuste à Inovação Sustentável (IAIS) foram realizados no *software* Microsoft Excel pertencente ao pacote de softwares Microsoft Office, desenvolvido pela Microsoft (2010).

Figura 12 – Exemplo de procedimento de cálculo do Índice de Ajuste à Inovação Sustentável (IAIS)

<i>Etapas:</i>	Dimensão Econômica:		Dimensão Social:		Dimensão Ambiental:	
(I)	Exemplos Divisões	Média MT	Exemplos Divisões	Média MT	Exemplos Divisões	Média MT
	01	0,900	01	0,998	01	3,000
	02	0,800	02	0,600	02	8,100
(II)	Extremos	Média MT	Extremos	Média MT	Extremos	Média MT
	Nº Referência	1,001	Nº Referência	1,001	Nº Referência	1,001
	Min. DMU	0,500	Min. DMU	0,200	Min. DMU	0,150
(III)	Amplitude	0,501	Amplitude	0,801	Amplitude	0,851
(IV)	Exemplos Divisões	Val. Padronizados (%)	Exemplos Divisões	Val. Padronizados (%)	Exemplos Divisões	Val. Padronizados (%)
	01	20,2	01	0,4	01	0,0
	02	40,1	02	50,1	02	0,0
(V)	Exemplos Divisões	IAIS				
	01	6,8				
	02	30,1				

Fonte: Elaboração própria

3.5 Classificação das Divisões da Indústria de Transformação

Com o intuito de classificar, através de um método quantitativo objetivo, a divisão indústria de alimentos e demais indústrias de transformação em relação ao seu grau de desempenho (*performance*) comparado em relação às medidas de inovação orientadas às dimensões da sustentabilidade e inovação sustentável, utilizou-se o método estatístico não-hierárquico denominado *k – médias*, que classifica objetos em número de grupos pré-definidos.

Os grupos pré-definidos utilizados neste estudo para classificar quantitativamente o desempenho da inovação relacionada a cada dimensão da sustentabilidade da divisão indústria de alimentos em relação às demais divisões da indústria de transformação foram: alto desempenho inovativo (grupo “1”, agrupando os maiores valores); médio desempenho inovativo (grupo “2”, agrupando os valores intermediários); baixo desempenho inovativo (grupo “3”, agrupando os menores valores).

Optou-se pelo método *k – médias*, pois ele busca a melhor solução na divisão de grupos, de tal modo que a semelhança dentro de grupos e as diferenças entre grupos sejam máximas (HAIR et al., 2009).

Computacionalmente, o algoritmo opera como a Análise de Variância (ANOVA) de forma inversa. O algoritmo computacional “move” os objetos entre estes conjuntos com o objetivo de: minimizar a variabilidade dentro dos conjuntos e maximizar a variabilidade entre conjuntos. Este movimento visa ter resultados de ANOVA mais significativos. O algoritmo “para” de mover os objetos, quando se obtém a ANOVA mais significativa (HAIR et al. 2009).

Para avaliar se a precisão da classificação realizada, compara-se a variabilidade intra-grupos (que deverá ser pequena se a classificação for boa) para a variabilidade inter-grupos (que deverá ser grande se a classificação for boa), através de ANOVA. Utilizou-se, neste estudo, um nível de probabilidade de 5% do *F-Teste* presente na ANOVA para validar estatisticamente a formação dos grupos.

O cálculo do método *k – médias* foi realizado através do *software Statistical Package for Social Sciences (SPSS)*, versão 19, desenvolvimento pela IBM (2010).

3.6 Análise de Associação entre as Medidas de Inovação e Variáveis Relacionadas ao Esforço em Inovar

Com o objetivo de entender quais variáveis estão associadas às medidas de inovação relacionadas a cada dimensão da sustentabilidade da indústria de transformação e buscar analisar um modelo ideal de investimentos financeiros em atividades inovativas que conduzam à inovação sustentável, selecionaram-se variáveis financeiras presentes em duas Pesquisas Industriais de Inovação Tecnológica (PINTEC), promovidas pelo IBGE (Tabela 9).

Os valores das variáveis selecionadas são médias percentuais de variáveis financeiras relacionadas ao esforço em inovar sobre a receita líquida apurada das empresas pesquisadas nas PINTECs de 2006 a 2008 e 2009 a 2011. Não se trabalhou com dados de anos mais recentes, pela ausência de disponibilidade dos mesmos no *site* do IBGE. A Tabela 10 apresenta a estatística descritiva das variáveis selecionadas das PINTECs e construídas para este estudo.

Optou-se por trabalhar com os dados brutos das variáveis selecionadas das PINTECs relativizados pela receita líquida, pois na forma de indicadores há uma facilidade de visualização e comparação dessas variáveis entre as divisões da indústria de transformação.

Para quantificar a associação entre o esforço em inovar e as medidas de inovação sustentável, utilizou-se o coeficiente de correlação linear de Spearman, (letra grega - ρ), descrito na Equação (10). A vantagem de aplicação deste coeficiente é que ele é uma medida de correlação não paramétrica e não requer suposições sobre a distribuição de frequências das variáveis em análise (SIEGEL, 1981).

Tabela 9 – Variáveis selecionadas nas PINTECs de 2006 a 2008 e 2009 a 2011 para explicar a inovação sustentável

Variável	Unidade (%)	Descrição da variável (IBGE, 2004)
Atividades internas de P&D (AIP)	$100 \times \frac{R\$ AIP}{R\$ Receita Líquida}$	Compreende o trabalho criativo, empreendido de forma sistemática, com o objetivo de aumentar o acervo de conhecimentos e o uso destes conhecimentos para desenvolver produtos e processos novos ou tecnologicamente aprimorados, dividido pela receita líquida das empresas.
Aquisição externa de P&D (AEP)	$100 \times \frac{R\$ AEP}{R\$ Receita Líquida}$	Compreende as atividades de P&D realizadas por outra organização (empresas ou instituições tecnológicas) e adquiridas pela empresa, divididas pela receita líquida das empresas.
Aquisição de outros conhecimentos externos (AOC)	$100 \times \frac{R\$ AOC}{R\$ Receita Líquida}$	Compreende os acordos de transferência de tecnologia originados da compra de licença de direitos de exploração de patentes e uso de marcas, aquisição de <i>know-how</i> e outros tipos de conhecimentos técnico-científicos de terceiros, para que a empresa desenvolva ou implemente inovações, divididos pela receita líquida das empresas.
Aquisição de máquinas e equipamentos (AME)	$100 \times \frac{R\$ AME}{R\$ Receita Líquida}$	Compreende a aquisição de máquinas, equipamentos, hardware, especificamente utilizados na implementação de produtos ou processos novos ou tecnologicamente aperfeiçoados, dividida pela receita líquida das empresas.
Aquisição de <i>software</i> (ASO)	$100 \times \frac{R\$ ASO}{R\$ Receita Líquida}$	Compreende a aquisição de programas de computador (<i>softwares</i>) requeridos para a implementação de produtos ou processos tecnologicamente novos ou aperfeiçoados, dividida pela receita líquida das empresas..
Treinamento (TTO)	$100 \times \frac{R\$ TTO}{R\$ Receita Líquida}$	Compreende o treinamento orientado ao desenvolvimento de produtos e processos tecnologicamente novos ou significativamente aperfeiçoados e relacionados às atividades inovativas da empresa, dividido pela receita líquida das empresas.
Introdução das inovações tecnológicas no mercado (IIM)	$100 \times \frac{R\$ IIM}{R\$ Receita Líquida}$	Compreende as atividades (internas ou externas) de comercialização, diretamente ligadas ao lançamento de um produto tecnologicamente novo ou aperfeiçoado, divididas pela receita líquida das empresas.
Projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição (PRO)	$100 \times \frac{R\$ PRO}{R\$ Receita Líquida}$	Compreende os procedimentos sistemáticos e preparações técnicas para efetivar a implementação de inovações de produto ou processo, divididos pela receita líquida das empresas.
Total de dispêndios realizados em atividades inovativas (TOT)	$100 \times \frac{R\$ TOT}{R\$ Receita Líquida}$	Compreende o dispêndio monetário total realizado em atividades inovativas, dividido pela receita líquida das empresas.

Fonte: Elaboração própria

Tabela 10 - Estatística descritiva das variáveis selecionadas das PINTECs

Variáveis	Estatística Descritiva			
	Média	Máximo	Mínimo	Coefficiente de Variação (%)
Atividades internas de P&D (AIP)	0,610	1,965	0,116	91,1
Aquisição externa de P&D (AEP)	0,105	0,596	0,002	149,9
Aquisição de outros conhecimentos externos (AOC)	0,073	0,211	0,011	77,3
Aquisição de <i>software</i> (ASO)	0,094	0,262	0,023	66,2
Aquisição de máquinas e equipamentos (AME)	1,371	2,794	0,389	43,6
Treinamento (TTO)	0,061	0,155	0,007	60,7
Introdução das inovações tecnológicas no mercado (IIM)	0,172	0,659	0,004	100,4
Projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição (PRO)	0,297	1,746	0,034	118,0
Total de dispêndios realizados em atividades inovativas (TOT)	2,768	5,173	1,716	34,0

Fonte: Consolidação das PINTECs de 2008 e 2011, conforme apresentado na Tabela 9.

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n \times (n^2 - 1)} \quad (10)$$

Onde:

ρ é o coeficiente de correlação linear de Spearman;

d é a diferença entre cada posto de valor correspondentes das variáveis;

n é o número dos pares dos valores.

O coeficiente ρ de Spearman varia de -1 a 1 (incluindo os valores). Quanto mais próximo estiver dos extremos, maior será a associação entre as variáveis. O sinal negativo da correlação significa que as variáveis variam em sentido contrário, isto é, as categorias mais elevadas de uma variável estão associadas a categorias mais baixas da outra variável.

Para amostras superiores a 10, de acordo com Siegel (1981), a significância de um valor obtido de ρ pode ser verificada através de t calculado pelo estimador descrito na Equação (11).

$$t = \rho \times [(n - 2) \times (1 - \rho^2) - 1]^{0,5} \sim t_{n-2} \quad (11)$$

Onde:

t é a estatística do teste;

ρ é o coeficiente de correlação de Spearman;

n é o número de pares de ordenações

Para interpretar o coeficiente ρ de Spearman, utilizou-se a classificação proposta por Dancey e Reidy (2006). Esses autores apontam que: $\rho = 0,1$ até $0,3$ (correlação fraca); $\rho = 0,4$ até $0,6$ (correlação moderada); $\rho = 0,7$ até 1 (correlação forte).

O cálculo do coeficiente ρ de Spearman foi realizado através do *software Statistical Package for the Social Science (SPSS)*, versão 19, desenvolvimento pela IBM (2010).

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Resultados da Inovação Orientada à Dimensão Econômica

A divisão indústria de alimentos (divisão “10”) apresentou uma média geométrica do Índice de Malmquist (IM) de 1,014, valor este superior à média da indústria de transformação. Dos cinco períodos em análise, três períodos apresentaram valores do IM acima de 1. Este valor do IM da indústria de alimentos sugere uma evolução da produtividade total dos fatores, ou seja, melhoria de desempenho da dimensão econômica da indústria de alimentos, no período de 2007 a 2012 (Tabela 11).

A média geométrica da mudança de tecnologia (MT) da indústria de alimentos apresentada foi de 1,030, valor este igual à média da indústria de transformação e posicionando-a na 10ª colocação dos 24 grupos da indústria de transformação. Dos cinco períodos em análise, quatro períodos apresentaram valores de MT acima de 1. Este valor médio de MT sugere progresso tecnológico orientado à dimensão econômica (Tabela 11).

A média geométrica da mudança de eficiência (ME) da divisão indústria de alimentos apresentada foi de 0,984, valor este superior à média da indústria de transformação. Dos cinco períodos em análise, três períodos apresentaram valores de ME acima de 1. Este valor de ME sugere retrocesso de eficiência na dimensão econômica da indústria de alimentos. (Tabela 11).

A divisão indústria de alimentos apresentou 68,9% de eventos com ocorrência de inovação ($MT > 1$) referente à dimensão econômica, sendo este valor acima da média da indústria de transformação, nos períodos analisados (Tabela 11).

Nos períodos analisados, os valores médios do IM, da MT e da ME sugerem um aumento da produtividade média dos fatores da indústria de alimentos, devido puramente à melhoria tecnológica dos processos (inovação), com expansão da fronteira de produção, através, por exemplo, da inserção de novas tecnologias e novos processos que expandam as capacidades máximas dos processos. Salienta-se que os valores de IM, MT e ME da divisão indústria de alimentos foram superiores às medidas da indústria de transformação.

Tabela 11 – Resultados do Índice de Malmquist (IM), Mudança de Eficiência (ME), Mudança de Tecnologia (MT) e a posição (Pos.) das divisões da indústria de transformação (Ind. Tra.) referentes à dimensão econômica.

Divisão	2008-2007			2009-2008			2010-2009			2011-2010			2012-2011			Média			Pos.	Perc.(%)*
	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT		
16	0,976	0,945	1,032	1,020	0,963	1,059	1,056	1,048	1,007	0,928	0,734	1,264	1,033	1,011	1,022	1,002	0,933	1,073	1	90,0
22	0,948	0,899	1,054	1,071	0,979	1,094	1,004	1,040	0,965	0,950	0,816	1,165	1,026	1,004	1,021	0,999	0,944	1,058	2	70,0
21	1,029	0,950	1,083	0,986	0,895	1,101	0,998	1,039	0,961	0,927	0,885	1,048	0,984	0,914	1,076	0,985	0,935	1,053	3	70,0
13	0,984	0,938	1,049	1,042	0,961	1,084	1,026	1,031	0,996	0,960	0,906	1,059	1,019	0,991	1,028	1,006	0,964	1,043	4	76,0
33	1,000	1,011	0,989	1,067	1,009	1,058	1,041	1,007	1,034	0,998	0,895	1,115	1,030	1,010	1,020	1,027	0,985	1,042	5	70,0
26	0,950	0,934	1,017	1,092	1,020	1,071	1,049	0,962	1,090	0,902	0,893	1,009	1,017	0,996	1,021	1,000	0,960	1,041	6	70,0
18	0,947	0,937	1,011	1,028	0,950	1,082	1,065	1,050	1,014	1,021	0,994	1,027	0,944	0,903	1,045	1,000	0,966	1,036	7	80,0
32	0,989	0,976	1,014	1,057	0,982	1,076	1,059	1,024	1,034	0,911	0,857	1,062	1,060	1,069	0,991	1,013	0,979	1,035	8	66,7
23	1,038	1,028	1,009	1,007	0,967	1,041	1,029	1,011	1,018	0,971	0,888	1,093	0,981	0,968	1,013	1,005	0,971	1,035	8	64,0
28	0,927	0,929	0,998	1,035	0,946	1,094	1,056	1,050	1,006	0,963	0,926	1,040	0,974	0,954	1,021	0,990	0,960	1,031	9	60,0
10**	0,951	0,931	1,021	1,086	1,027	1,057	1,042	1,002	1,041	0,957	0,957	1,000	1,038	1,005	1,033	1,014	0,984	1,030	10	68,9
17	0,969	0,956	1,013	1,011	0,917	1,102	1,006	1,072	0,938	0,945	0,883	1,070	1,019	0,988	1,031	0,990	0,961	1,029	11	65,0
15	0,897	0,893	1,005	1,070	1,000	1,071	1,102	1,078	1,023	0,932	0,916	1,017	1,037	1,007	1,030	1,004	0,976	1,029	11	55,0
11	0,992	0,954	1,040	1,049	0,975	1,076	1,019	1,006	1,014	0,994	1,017	0,978	0,988	0,967	1,021	1,008	0,984	1,025	12	80,0
27	0,947	0,938	1,009	0,992	0,921	1,077	1,118	1,092	1,024	0,936	0,954	0,982	1,077	1,043	1,033	1,012	0,987	1,024	13	56,7
19	1,009	1,039	0,971	0,948	0,888	1,067	1,184	1,175	1,008	1,039	1,030	1,009	1,006	0,952	1,057	1,034	1,012	1,022	14	66,7
29	0,957	0,953	1,005	1,018	0,996	1,021	1,156	1,028	1,125	0,924	1,025	0,901	1,014	0,950	1,067	1,011	0,990	1,021	15	52,0
20	0,918	0,884	1,038	1,024	0,944	1,085	1,068	1,098	0,972	0,963	0,983	0,980	1,025	0,997	1,029	0,998	0,979	1,020	16	62,5
24	0,950	0,930	1,021	0,977	0,896	1,090	0,989	1,051	0,941	0,959	0,924	1,038	0,980	0,964	1,016	0,971	0,952	1,020	16	60,0
12	0,962	0,941	1,022	1,143	1,080	1,058	0,931	0,922	1,009	0,967	0,980	0,987	1,163	1,136	1,024	1,029	1,009	1,020	16	70,0
25	0,979	0,994	0,984	1,022	0,983	1,040	1,001	0,970	1,032	0,990	0,948	1,045	1,005	1,009	0,996	0,999	0,980	1,019	17	60,0
14	0,896	0,931	0,962	1,124	1,070	1,050	1,015	0,954	1,065	0,966	0,969	0,997	1,044	1,045	0,999	1,006	0,992	1,014	18	50,0
30	0,922	0,962	0,959	0,991	0,978	1,013	1,097	1,007	1,089	0,875	0,868	1,008	1,032	1,034	0,998	0,980	0,968	1,013	19	50,0
31	0,960	1,010	0,950	1,007	0,997	1,010	1,078	0,946	1,140	0,971	1,039	0,935	1,011	1,022	0,989	1,005	1,002	1,002	20	40,0
Ind. Tra.	0,959	0,946	1,013	1,036	0,970	1,068	1,052	1,030	1,021	0,952	0,929	1,025	1,020	0,995	1,025	1,003	0,974	1,030	-	64,6

* Percentual de ocorrências com valores de MT superiores a 1.

** Indústria de alimentos

Fonte: Elaboração própria

Dos grupos da divisão da indústria de alimentos, a torrefação e moagem de café (10.8) apresentou a maior MT média, dos períodos analisados, de 1,063, ocupando a posição de 8º lugar entre os 100 grupos analisados. O grupo 10.8. Com exceção do grupo fabricação e refino de açúcar (10.7), os demais grupos apresentaram inovação relacionada à dimensão econômica (Tabela 12).

4.2 Resultados da Inovação Orientada à Dimensão Social

A divisão indústria de alimentos (divisão “10”) apresentou uma média geométrica do Índice de Malmquist (IM) de 0,974, valor este inferior à média da indústria de transformação. Dos cinco períodos em análise, quatro períodos apresentaram valores do IM acima de 1. Este valor do IM da indústria de alimentos sugere retrocesso da produtividade total dos fatores na dimensão social da indústria de alimentos, no período de 2007 a 2012 (Tabela 13).

A média geométrica da mudança de tecnologia (MT) da indústria de alimentos apresentada foi de 1,029, valor este superior à média da indústria de transformação e posicionando-se na 3ª colocação dos 24 grupos da indústria de transformação. Dos cinco períodos em análise, três períodos apresentaram valores de MT acima de 1. Este valor médio de MT sugere progresso tecnológico na dimensão social da indústria de alimentos (Tabela 13).

A média geométrica da mudança de eficiência (ME) da divisão indústria de alimentos apresentada foi de 0,946, valor este inferior à média da indústria de transformação. Dos cinco períodos de análise, dois períodos apresentaram valores de ME acima de 1. Este valor de ME sugere retrocesso de eficiência na dimensão social da indústria de alimentos (Tabela 13).

A divisão indústria de alimentos apresentou 60% de eventos com ocorrência de inovação ($MT > 1$) referente à dimensão social, sendo este valor acima da média da indústria de transformação, nos períodos analisados (Tabela 13).

Tabela 12 – Resultados do Índice de Malmquist (IM), Mudança de Eficiência (ME), Mudança de Tecnologia (MT) e a posição (Pos.) dos grupos e percentual (%) de grupos com inovação na indústria de transformação referentes à dimensão econômica.

Grupo	2008-2007			2009-2008			2010-2009			2011-2010			2012-2011			Média			Pos.	Perc.(%)*
	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT		
10.8	0,967	0,911	1,061	1,025	0,935	1,096	0,980	1,034	0,948	1,015	0,903	1,124	1,165	1,066	1,093	1,028	0,968	1,063	8	80,0
10.3	0,982	0,913	1,076	0,986	0,897	1,099	0,987	1,026	0,962	0,947	0,903	1,049	1,019	0,957	1,065	0,984	0,938	1,049	19	80,0
10.2	1,007	0,938	1,074	1,017	0,925	1,099	1,057	1,123	0,941	0,939	0,925	1,015	1,038	0,953	1,089	1,011	0,970	1,042	26	80,0
10.6	0,888	0,860	1,033	1,365	1,327	1,029	1,033	0,850	1,215	0,940	0,989	0,950	1,095	1,114	0,983	1,052	1,013	1,038	35	60,0
10.9	0,968	0,956	1,013	1,072	0,987	1,086	1,024	0,998	1,026	0,921	0,863	1,067	1,118	1,130	0,989	1,018	0,983	1,036	40	80,0
10.5	0,893	0,889	1,004	1,213	1,164	1,042	1,153	0,944	1,221	0,904	0,981	0,921	0,885	0,884	1,001	1,000	0,967	1,033	46	80,0
10.4	0,962	0,988	0,974	1,006	1,023	0,983	1,057	0,909	1,163	1,008	1,079	0,934	1,028	1,003	1,025	1,012	0,999	1,013	75	40,0
10.1	0,806	0,801	1,006	1,054	1,004	1,050	1,066	1,127	0,946	0,993	0,990	1,003	0,995	0,964	1,032	0,978	0,971	1,007	82	80,0
10.7	1,120	1,168	0,959	1,084	1,046	1,036	1,035	1,038	0,997	0,958	1,000	0,958	1,029	1,000	1,029	1,044	1,049	0,995	93	40,0
19.1	1,077	1,058	1,018	0,836	0,759	1,101	1,708	1,598	1,069	1,241	1,084	1,145	1,137	1,000	1,137	1,168	1,068	1,093	1	100,0
16.2	0,988	0,939	1,052	1,020	0,955	1,068	1,061	1,062	0,999	0,945	0,729	1,296	0,966	0,926	1,043	0,995	0,915	1,087	2	80,0
23.4	0,982	0,941	1,044	1,052	0,990	1,063	1,067	1,064	1,003	0,955	0,715	1,335	1,022	1,025	0,997	1,015	0,938	1,082	3	80,0

* Percentual de ocorrências com valores de MT superiores a 1.

Fonte: Elaboração própria

Tabela 13 – Resultados do Índice de Malmquist (IM), Mudança de Eficiência (ME), Mudança de Tecnologia (MT) e a posição (Pos.) das divisões da indústria de transformação (Ind. Tra.) referentes à dimensão social

Divisão	2008-2007			2009-2008			2010-2009			2011-2010			2012-2011			Média			Pos.	Perc.(%)*
	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT		
26	0,969	1,088	0,891	1,209	1,028	1,176	0,935	1,115	0,839	1,094	0,880	1,243	0,982	0,918	1,070	1,033	1,001	1,032	1	60,0
30	1,012	1,135	0,891	0,976	0,845	1,156	0,753	0,885	0,851	1,168	0,939	1,243	1,020	0,953	1,070	0,976	0,947	1,031	2	60,0
20	0,929	1,042	0,891	1,237	1,051	1,176	0,935	1,121	0,834	0,963	0,775	1,243	0,942	0,881	1,070	0,995	0,965	1,031	2	60,0
10**	1,013	1,138	0,890	1,007	0,856	1,176	1,011	1,222	0,827	1,036	0,827	1,253	0,819	0,769	1,065	0,974	0,946	1,029	3	60,0
27	0,893	1,002	0,891	1,085	0,923	1,176	1,011	1,222	0,827	0,945	0,760	1,243	0,992	0,927	1,070	0,983	0,955	1,029	3	60,0
11	1,012	1,136	0,891	0,838	0,712	1,176	0,941	1,137	0,827	0,958	0,771	1,243	1,006	0,940	1,070	0,949	0,922	1,029	3	60,0
12	1,118	1,255	0,891	1,169	0,994	1,176	0,948	1,146	0,827	2,039	1,640	1,243	0,630	0,588	1,070	1,097	1,067	1,029	3	60,0
28	0,947	1,063	0,891	1,331	1,132	1,176	0,891	1,078	0,827	0,972	0,782	1,243	1,105	1,033	1,070	1,038	1,009	1,029	3	60,0
22	0,965	1,084	0,891	1,064	0,904	1,176	0,959	1,160	0,827	0,990	0,796	1,243	1,000	0,935	1,070	0,995	0,967	1,029	3	60,0
24	0,972	1,090	0,891	1,364	1,160	1,176	0,915	1,106	0,827	1,003	0,807	1,243	1,040	0,972	1,070	1,048	1,019	1,029	3	60,0
17	0,997	1,119	0,891	0,968	0,823	1,176	0,917	1,109	0,827	1,018	0,819	1,243	1,037	0,969	1,070	0,987	0,959	1,029	3	60,0
33	0,823	0,924	0,891	1,150	0,978	1,176	1,165	1,408	0,827	1,058	0,851	1,243	1,034	0,966	1,070	1,038	1,009	1,029	3	60,0
21	0,946	1,062	0,891	0,796	0,677	1,176	0,963	1,164	0,827	0,942	0,757	1,243	1,179	1,102	1,070	0,958	0,931	1,029	3	60,0
18	0,973	1,092	0,891	1,446	1,229	1,176	0,769	0,930	0,827	1,032	0,830	1,243	0,911	0,851	1,070	1,003	0,975	1,029	3	60,0
23	0,995	1,117	0,891	1,034	0,887	1,166	0,945	1,161	0,814	0,985	0,781	1,260	1,119	1,046	1,070	1,014	0,988	1,027	4	57,8
25	0,991	1,113	0,891	1,163	1,005	1,157	1,175	1,421	0,827	0,819	0,659	1,243	1,114	1,041	1,070	1,043	1,017	1,025	5	60,0
13	1,067	1,204	0,886	1,030	0,876	1,176	0,934	1,176	0,794	1,075	0,848	1,268	0,972	0,909	1,070	1,014	0,991	1,024	6	56,0
29	0,858	1,010	0,849	1,388	1,205	1,152	0,735	0,830	0,885	1,072	0,900	1,192	1,034	0,973	1,062	0,994	0,976	1,018	7	60,0
16	1,128	1,266	0,891	1,191	1,012	1,176	1,148	1,490	0,771	0,895	0,675	1,326	0,994	0,975	1,019	1,065	1,047	1,018	7	60,0
32	0,975	1,166	0,836	1,055	0,897	1,176	0,989	1,203	0,822	0,982	0,772	1,272	1,102	1,041	1,059	1,019	1,002	1,017	8	56,7
19	0,281	0,342	0,822	1,229	1,045	1,176	1,044	1,263	0,827	1,453	1,169	1,243	0,989	0,924	1,070	0,877	0,866	1,012	9	50,0
31	0,962	1,227	0,784	0,983	0,871	1,129	0,828	1,227	0,675	1,100	0,773	1,423	0,946	0,955	0,991	0,960	0,994	0,966	10	40,0
15	1,014	1,369	0,741	1,224	1,068	1,146	0,870	1,235	0,704	1,019	0,756	1,348	0,953	0,950	1,003	1,009	1,053	0,958	11	50,0
14	0,890	1,266	0,703	1,076	0,970	1,109	0,868	1,265	0,686	1,134	0,797	1,423	0,802	0,822	0,977	0,946	1,003	0,943	12	40,0
Ind. Tra.	0,935	1,073	0,871	1,138	0,973	1,170	0,944	1,155	0,818	1,027	0,818	1,256	0,988	0,930	1,062	1,004	0,983	1,021	-	58,2

* Percentual de ocorrências com valores de MT superiores a 1.

** Indústria de alimentos

Fonte: Elaboração própria

Nos períodos analisados, os resultados médios do IM, da MT e da ME sugerem um retrocesso da produtividade média dos fatores da indústria de alimentos. Observou-se progresso tecnológico (inovação) dos processos, com expansão da fronteira de produção, através, por exemplo, da inserção de novas tecnologias e novos processos que priorizem a dimensão social, porém, com um desempenho de operação baixo, o que leva a um retrocesso da produtividade total dos fatores.

Dos grupos da divisão da indústria de alimentos, o laticínios (10.5) apresentou a maior MT média, dos períodos analisados, de 1,034, ocupando a posição de 7º lugar entre os 100 grupos analisados. Todos os demais grupos da divisão indústria de alimentos apresentaram MT superior a 1 (Tabela 14).

4.3 Resultados da Inovação Orientada à Dimensão Ambiental

A divisão da indústria de alimentos (divisão “10”) apresentou uma média geométrica do Índice de Malmquist (IM) de 0,919, valor inferior à média da indústria de transformação. Dos cinco períodos em análise, dois períodos apresentaram valores do IM acima de 1. Este valor do IM da indústria de alimentos sugere retrocesso da produtividade total dos fatores na dimensão ambiental da indústria de alimentos, no período de 2007 a 2012 (Tabela 15).

A média geométrica da mudança de tecnologia (MT) da divisão indústria de alimentos apresentada foi de 0,919, valor este inferior à média da indústria de transformação e posicionando-se na 16ª colocação em relação aos 24 grupos da indústria de transformação. Dos cinco períodos de análise, dois períodos apresentaram valores de MT acima de 1. Este valor médio da MT sugere retrocesso tecnológico na dimensão ambiental da indústria de alimentos (Tabela 15)

A média geométrica da mudança de eficiência (ME) da indústria de alimentos apresentada foi de 1,001, valor este inferior à média da indústria de transformação. Dos cinco períodos em análise, um período apresentou valor de ME acima de 1. Este valor de ME sugere, praticamente, uma estagnação da eficiência na dimensão ambiental da indústria de alimentos nos períodos analisados (Tabela 15).

Tabela 14 - Resultados do Índice de Malmquist (IM), Mudança de Eficiência (ME), Mudança de Tecnologia (MT) e a posição (Pos.) dos grupos e percentual (%) de grupos com inovação na indústria de transformação referentes à dimensão social

Grupo	2008-2007			2009-2008			2010-2009			2011-2010			2012-2011			Média			Pos.	Perc. (%)*
	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT		
10.5	0,994	1,116	0,891	0,957	0,814	1,176	0,907	1,071	0,847	1,152	0,927	1,243	0,902	0,843	1,070	0,979	0,947	1,034	7	60,0
10.3	1,018	1,143	0,891	1,244	1,058	1,176	0,826	0,999	0,827	0,867	0,663	1,308	0,749	0,731	1,024	0,926	0,898	1,030	9	60,0
10.2	1,341	1,505	0,891	0,877	0,746	1,176	1,093	1,349	0,810	1,234	0,973	1,268	0,668	0,624	1,070	1,012	0,983	1,029	11	60,0
10.4	1,047	1,175	0,891	0,983	0,836	1,176	1,602	1,937	0,827	0,689	0,554	1,243	0,729	0,681	1,070	0,963	0,936	1,029	11	60,0
10.6	0,980	1,100	0,891	1,185	1,008	1,176	0,816	0,987	0,827	0,973	0,783	1,243	0,972	0,908	1,070	0,978	0,951	1,029	11	60,0
10.7	0,638	0,716	0,891	1,145	0,974	1,176	0,794	0,960	0,827	1,432	1,152	1,243	0,870	0,813	1,070	0,937	0,911	1,029	11	60,0
10.8	1,055	1,184	0,891	0,815	0,693	1,176	1,146	1,386	0,827	1,122	0,903	1,243	0,709	0,663	1,070	0,953	0,926	1,029	11	60,0
10.9	1,304	1,463	0,891	0,890	0,757	1,176	1,011	1,222	0,827	0,955	0,768	1,243	0,947	0,885	1,070	1,012	0,983	1,029	11	60,0
10.1	0,920	1,044	0,881	1,049	0,892	1,176	1,123	1,358	0,827	1,086	0,874	1,243	0,885	0,827	1,070	1,008	0,982	1,026	12	60,0
29.2	0,707	0,794	0,891	2,291	1,948	1,176	0,486	0,492	0,988	0,858	0,760	1,129	1,328	1,241	1,070	0,979	0,936	1,046	1	60,0
20.7	0,998	1,120	0,891	0,881	0,749	1,176	1,045	1,182	0,884	0,915	0,736	1,243	1,084	1,013	1,070	0,981	0,941	1,043	2	60,0
26.3	1,302	1,461	0,891	1,569	1,334	1,176	1,117	1,267	0,882	0,971	0,781	1,243	0,660	0,617	1,070	1,079	1,035	1,042	3	60,0

* Percentual de ocorrências com valores de MT superiores a 1.

Fonte: Elaboração própria

Tabela 15 - Resultados do Índice de Malmquist (IM), Mudança de Eficiência (ME), Mudança de Tecnologia (MT) e a posição (Pos.) das divisões da indústria de transformação (Ind. Tra.) referentes à dimensão ambiental

Divisão	2008-2007			2009-2008			2010-2009			2011-2010			2012-2011			Média			Pos.	Perc. (%)
	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT		
33	0,813	0,573	1,420	1,199	1,886	0,635	1,015	1,079	0,941	1,289	0,996	1,294	1,137	1,251	0,909	1,077	1,077	1,000	1	50,0
14	1,065	0,788	1,351	1,196	1,826	0,655	0,970	1,036	0,936	1,076	0,835	1,289	0,977	1,295	0,755	1,054	1,100	0,957	2	40,0
21	0,928	0,622	1,492	0,995	1,534	0,648	0,820	0,885	0,927	0,829	0,743	1,115	1,089	1,382	0,788	0,927	0,972	0,953	3	40,0
18	0,974	0,668	1,458	1,245	1,751	0,711	1,018	1,413	0,721	1,065	0,765	1,392	0,872	1,174	0,743	1,028	1,082	0,950	4	40,0
29	0,946	0,672	1,408	1,230	1,542	0,798	0,793	1,223	0,648	1,008	0,746	1,351	1,022	1,306	0,783	0,990	1,043	0,949	5	48,0
16	1,050	0,881	1,191	0,975	1,380	0,706	1,127	1,331	0,847	1,136	0,560	2,027	0,643	1,211	0,531	0,966	1,019	0,948	6	40,0
32	0,985	0,708	1,392	1,007	1,434	0,702	1,115	1,364	0,817	0,910	0,736	1,236	1,275	1,680	0,759	1,051	1,114	0,944	7	40,0
26	1,073	0,694	1,547	0,823	1,153	0,714	1,319	1,914	0,689	0,964	0,723	1,332	0,876	1,192	0,735	0,997	1,057	0,943	8	42,5
25	0,973	0,748	1,301	0,941	1,312	0,717	1,272	1,640	0,775	0,858	0,568	1,510	1,027	1,531	0,671	1,005	1,070	0,940	9	40,0
15	1,191	0,874	1,362	0,999	1,201	0,832	0,844	1,350	0,625	1,075	0,722	1,490	1,022	1,545	0,662	1,020	1,096	0,931	10	45,0
31	0,901	0,762	1,183	1,049	1,435	0,731	0,966	1,207	0,800	0,499	0,358	1,394	1,785	2,497	0,715	0,960	1,034	0,928	11	40,0
28	0,934	0,677	1,379	1,014	1,192	0,851	0,925	1,623	0,570	0,907	0,586	1,549	0,999	1,514	0,660	0,955	1,030	0,927	12	43,3
13	1,097	0,767	1,430	0,972	1,081	0,899	0,945	1,933	0,489	1,010	0,557	1,813	1,031	1,745	0,591	1,010	1,093	0,924	13	48,0
27	1,014	0,671	1,510	1,173	1,508	0,778	0,890	1,610	0,553	0,992	0,639	1,553	1,028	1,556	0,661	1,016	1,101	0,922	14	43,3
11	1,051	0,615	1,710	0,700	0,848	0,826	1,389	2,869	0,484	0,868	0,566	1,535	0,854	1,348	0,633	0,946	1,027	0,921	15	50,0
10**	0,928	0,593	1,566	0,802	0,853	0,941	1,018	2,342	0,435	1,492	0,861	1,733	0,580	0,984	0,589	0,919	1,001	0,919	16	44,4
23	0,646	0,488	1,325	0,872	1,007	0,866	1,253	2,353	0,532	1,103	0,557	1,980	0,869	1,615	0,538	0,925	1,008	0,918	17	48,0
30	0,911	0,622	1,464	0,881	1,034	0,852	0,992	1,908	0,520	0,675	0,460	1,467	1,465	2,157	0,679	0,953	1,040	0,916	18	50,0
22	1,185	0,914	1,297	1,012	0,979	1,034	1,051	2,334	0,450	0,789	0,447	1,763	1,029	1,698	0,606	1,005	1,097	0,916	18	50,0
20	0,836	0,521	1,603	1,104	1,189	0,929	1,010	2,511	0,402	0,997	0,574	1,737	0,943	1,576	0,598	0,974	1,071	0,909	19	50,0
12	1,158	0,644	1,798	0,787	0,867	0,908	1,107	3,135	0,353	0,623	0,327	1,905	1,418	2,529	0,561	0,977	1,077	0,908	20	50,0
24	0,936	0,547	1,713	0,909	0,885	1,027	1,044	3,245	0,322	1,107	0,552	2,003	0,737	1,361	0,541	0,938	1,034	0,907	21	52,0
19	1,199	0,708	1,692	0,857	0,728	1,177	0,532	1,949	0,273	0,785	0,371	2,117	0,903	1,793	0,504	0,827	0,923	0,897	22	60,0
17	0,671	0,436	1,538	1,174	1,003	1,171	1,009	3,684	0,274	0,801	0,390	2,055	0,840	1,586	0,530	0,882	0,999	0,883	23	60,0
Ind. Tra.	0,953	0,648	1,472	0,978	1,169	0,837	1,015	1,875	0,542	0,985	0,617	1,597	0,935	1,456	0,643	0,973	1,050	0,927	-	41,0

* Percentual de ocorrências com valores de MT superiores a 1.

** Indústria de alimentos

Fonte: Elaboração própria

A divisão indústria de alimentos apresentou 44,4% de eventos com ocorrência de inovação ($MT > 1$) referente à dimensão ambiental, sendo este valor acima da média da indústria de transformação, nos períodos analisados (Tabela 15).

Nos períodos analisados, os resultados médios do IM, da MT e da ME sugerem uma redução da produtividade média dos fatores da indústria de alimentos, devido ao retrocesso tecnológico dos processos, com uma quase estagnação da eficiência dos processos, através, por exemplo, do uso de tecnologias relacionadas à dimensão ambiental de menor produtividade e sua operação com, praticamente, mesma eficiência.

Dos grupos da divisão da indústria de alimentos, a fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais (10.4) apresentou a maior MT média, dos períodos analisados, de 1,016, ocupando a posição de 3º lugar entre os 100 grupos analisados. Os demais grupos da divisão indústria de alimentos não apresentaram inovação relacionada à dimensão ambiental (Tabela 16).

4.4 Resultados da Análise Comparativa das Inovações relacionadas às Dimensões da Sustentabilidade

A Tabela 17 apresenta, de forma consolidada, os valores médios das mudanças de tecnologia (MTs) referentes às dimensões econômica, social e ambiental (respectivamente, MTE, MTS e MTA) no período de 2007 a 2012.

A divisão indústria de alimentos (“10”) apresentou inovação referente às dimensões econômica (MT média nos períodos analisados de 1,030) e social (MT média nos períodos analisados de 1,029). A dimensão ambiental desta indústria não apresentou inovação nos períodos analisados, pois sua MT foi inferior a 1 (MT média nos períodos analisados de 0,919). Logo, sugere-se não ocorrência de inovação sustentável na indústria de alimentos, no período em análise, conforme metodologia deste trabalho. (Tabela 17).

Tabela 16 – Resultados do Índice de Malmquist (IM), Mudança de Eficiência (ME), Mudança de Tecnologia (MT) e a posição (Pos.) dos grupos e percentual (%) de grupos com inovação da indústria de transformação referentes à dimensão ambiental

Grupo	2008-2007			2009-2008			2010-2009			2011-2010			2012-2011			Média			Pos.	Perc. (%)*
	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT	IM	ME	MT		
10.4	1,018	0,544	1,871	0,288	0,360	0,801	1,521	1,648	0,923	1,964	1,379	1,424	1,609	2,925	0,550	1,071	1,054	1,016	3	40,0
10.9	1,260	1,038	1,214	0,732	0,889	0,823	1,022	1,497	0,683	1,101	0,766	1,437	0,585	0,808	0,724	0,905	0,969	0,934	39	40,0
10.5	0,638	0,445	1,434	1,702	1,818	0,936	0,742	1,527	0,486	1,379	0,874	1,578	0,661	1,006	0,657	0,940	1,017	0,925	54	40,0
10.6	1,014	0,684	1,482	1,083	1,136	0,953	0,668	1,625	0,411	0,976	0,538	1,815	0,575	0,924	0,622	0,837	0,911	0,919	62	40,0
10.2	1,359	0,807	1,684	0,747	0,938	0,796	1,168	2,528	0,462	0,826	0,526	1,571	0,648	0,989	0,655	0,913	0,999	0,914	70	40,0
10.1	0,782	0,432	1,811	0,795	0,870	0,914	1,051	2,987	0,352	0,726	0,389	1,866	1,244	2,191	0,568	0,900	0,991	0,908	74	40,0
10.3	0,836	0,494	1,693	0,868	0,837	1,037	1,015	3,031	0,335	1,332	0,684	1,947	0,549	1,028	0,534	0,884	0,975	0,906	76	60,0
10.8	1,086	0,832	1,305	0,765	0,551	1,388	1,058	3,662	0,289	1,325	0,666	1,990	0,656	1,231	0,533	0,948	1,066	0,889	89	60,0
10.7	0,639	0,366	1,746	0,897	0,959	0,935	1,154	4,136	0,279	11,865	5,589	2,123	0,072	0,144	0,498	0,891	1,032	0,864	99	40,0
29.5	0,842	1,000	0,842	1,106	1,000	1,106	1,090	1,000	1,090	1,010	1,000	1,010	1,176	1,000	1,176	1,038	1,000	1,038	1	80,0
18.2	1,038	0,823	1,261	1,294	1,710	0,757	1,114	1,139	0,978	1,141	0,926	1,232	0,791	0,838	0,944	1,062	1,045	1,017	2	40,0
10.4	1,018	0,544	1,871	0,288	0,360	0,801	1,521	1,648	0,923	1,964	1,379	1,424	1,609	2,925	0,550	1,071	1,054	1,016	3	40,0

* Percentual de ocorrências com valores de MT superiores a 1.

Fonte: Elaboração própria

Tabela 17 – Resultados da Mudança de Tecnologia Econômica (MTE), Mudança de Tecnologia Social (MTS) e Mudança de Tecnologia Ambiental (MTA) das divisões da indústria de transformação (Ind. Tra.)

Divisão	2008-2007			2009-2008			2010-2009			2011-2010			2012-2011			Média		
	MTE	MTS	MTA	MTE	MTS	MTA	MTE	MTS	MTA	MTE	MTS	MTA	MTE	MTS	MTA	MTE	MTS	MTA
10**	1,021	0,890	1,566	1,057	1,176	0,941	1,041	0,827	0,435	1,000	1,253	1,733	1,033	1,065	0,589	1,030a*	1,029a	0,919b
11	1,040	0,891	1,710	1,076	1,176	0,826	1,014	0,827	0,484	0,978	1,243	1,535	1,021	1,070	0,633	1,025	1,029	0,921
12	1,022	0,891	1,798	1,058	1,176	0,908	1,009	0,827	0,353	0,987	1,243	1,905	1,024	1,070	0,561	1,020	1,029	0,908
13	1,049	0,886	1,430	1,084	1,176	0,899	0,996	0,794	0,489	1,059	1,268	1,813	1,028	1,070	0,591	1,043	1,024	0,924
14	0,962	0,703	1,351	1,050	1,109	0,655	1,065	0,686	0,936	0,997	1,423	1,289	0,999	0,977	0,755	1,014	0,943	0,957
15	1,005	0,741	1,362	1,071	1,146	0,832	1,023	0,704	0,625	1,017	1,348	1,490	1,030	1,003	0,662	1,029	0,958	0,931
16	1,032	0,891	1,191	1,059	1,176	0,706	1,007	0,771	0,847	1,264	1,326	2,027	1,022	1,019	0,531	1,073	1,018	0,948
17	1,013	0,891	1,538	1,102	1,176	1,171	0,938	0,827	0,274	1,070	1,243	2,055	1,031	1,070	0,530	1,029	1,029	0,883
18	1,011	0,891	1,458	1,082	1,176	0,711	1,014	0,827	0,721	1,027	1,243	1,392	1,045	1,070	0,743	1,036	1,029	0,950
19	0,971	0,822	1,692	1,067	1,176	1,177	1,008	0,827	0,273	1,009	1,243	2,117	1,057	1,070	0,504	1,022	1,012	0,897
20	1,038	0,891	1,603	1,085	1,176	0,929	0,972	0,834	0,402	0,980	1,243	1,737	1,029	1,070	0,598	1,020	1,031	0,909
21	1,083	0,891	1,492	1,101	1,176	0,648	0,961	0,827	0,927	1,048	1,243	1,115	1,076	1,070	0,788	1,053	1,029	0,953
22	1,054	0,891	1,297	1,094	1,176	1,034	0,965	0,827	0,450	1,165	1,243	1,763	1,021	1,070	0,606	1,058	1,029	0,916
23	1,009	0,891	1,325	1,041	1,166	0,866	1,018	0,814	0,532	1,093	1,260	1,980	1,013	1,070	0,538	1,035	1,027	0,918
24	1,021	0,891	1,713	1,090	1,176	1,027	0,941	0,827	0,322	1,038	1,243	2,003	1,016	1,070	0,541	1,020	1,029	0,907
25	0,984	0,891	1,301	1,040	1,157	0,717	1,032	0,827	0,775	1,045	1,243	1,510	0,996	1,070	0,671	1,019	1,025	0,940
26	1,017	0,891	1,547	1,071	1,176	0,714	1,090	0,839	0,689	1,009	1,243	1,332	1,021	1,070	0,735	1,041	1,032	0,943
27	1,009	0,891	1,510	1,077	1,176	0,778	1,024	0,827	0,553	0,982	1,243	1,553	1,033	1,070	0,661	1,024	1,029	0,922
28	0,998	0,891	1,379	1,094	1,176	0,851	1,006	0,827	0,570	1,040	1,243	1,549	1,021	1,070	0,660	1,031	1,029	0,927
29	1,005	0,849	1,408	1,021	1,152	0,798	1,125	0,885	0,648	0,901	1,192	1,351	1,067	1,062	0,783	1,021	1,018	0,949
30	0,959	0,891	1,464	1,013	1,156	0,852	1,089	0,851	0,520	1,008	1,243	1,467	0,998	1,070	0,679	1,013	1,031	0,916
31	0,950	0,784	1,183	1,010	1,129	0,731	1,140	0,675	0,800	0,935	1,423	1,394	0,989	0,991	0,715	1,002	0,966	0,928
32	1,014	0,836	1,392	1,076	1,176	0,702	1,034	0,822	0,817	1,062	1,272	1,236	0,991	1,059	0,759	1,035	1,017	0,944
33	0,989	0,891	1,420	1,058	1,176	0,635	1,034	0,827	0,941	1,115	1,243	1,294	1,020	1,070	0,909	1,042	1,029	1,000
Ind. Tra.	1,013	0,871	1,472	1,068	1,170	0,837	1,021	0,818	0,542	1,025	1,256	1,597	1,025	1,062	0,643	1,030a	1,021b	0,927c

* letras diferentes, em uma mesma linha, significam diferença estatística, conforme o Teste de Wilcoxon, a um nível de probabilidade de 5%

** Indústria de alimentos

Fonte: Elaboração própria

Todas as demais divisões da indústria de transformação não apresentaram, simultaneamente, valores médios de MT relacionados às dimensões econômica, social e ambiental, superiores a 1, nos períodos em análise. Logo, sugere-se que nenhuma divisão da indústria de transformação brasileira apresentou inovação sustentável, no período analisado.

Dos 9 grupos da indústria de alimentos, apenas fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais evidenciou inovação sustentável nos períodos analisados. Este grupo apresentou inovação ($MT > 1$) em todas as dimensões da sustentabilidade (Tabela 18). Ao analisar os demais grupos da indústria de transformação, verificou-se que apenas os grupos serviços de pré-impressão e acabamentos gráficos (18.2) e instalação de máquinas e equipamentos (33.2) apresentaram valores de MTE, MTS e MTA superiores a 1, sugerindo ocorrência de inovação sustentável, no período em análise.

Salienta-se que os grupos da divisão indústria de alimentos torrefação e moagem de café (10.8), laticínios (10.5) e fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais (10.4) que apresentaram, respectivamente, os maiores valores de MTE (1,063), MTS (1,034) e MTA (1,016), são classificados como setores de alto valor agregado, conforme proposto Rama (1996) apud Domingues (2008) (Tabela 18). Segundo essa autora, setores de alto valor agregado, diferente dos orientados por *commodities*, dependem menos de tecnologia externa, entretanto, necessitam de tecnologias específicas e a inovação é crucial para o sucesso de seus produtos. Logo, os valores obtidos de mudança de tecnologia (inovação) desses grupos corroboram com a proposição de Rama (1996).

Na indústria de transformação, de acordo com o Teste de Wilcoxon, verifica-se que, a um nível de probabilidade de 5%, as médias da MTE, MTS e MTA diferem-se estatisticamente entre si. Logo, sugere-se que a medida de inovação relacionada à dimensão econômica é mais intensa que as medidas de inovação relacionadas às dimensões social e ambiental. Por sua vez, a medida de inovação relacionada à dimensão social é mais intensa que a medida de inovação relacionada à dimensão ambiental (Tabela 17).

Tabela 18 – Resultados da Mudança de Tecnologia Econômica (MTE), Mudança de Tecnologia Social (MTS) e Mudança de Tecnologia Ambiental (MTA) dos grupos da divisão indústria de alimentos

Grupo	2008-2007			2009-2008			2010-2009			2011-2010			2012-2011			Média		
	MTE	MTS	MTA	MTE	MTS	MTA	MTE	MTS	MTA	MTE	MTS	MTA	MTE	MTS	MTA	MTE	MTS	MTA
10.1	1,006	0,881	1,811	1,050	1,176	0,914	0,946	0,827	0,352	1,003	1,243	1,866	1,032	1,070	0,568	1,007	1,026	0,908
10.2	1,074	0,891	1,684	1,099	1,176	0,796	0,941	0,810	0,462	1,015	1,268	1,571	1,089	1,070	0,655	1,042	1,029	0,914
10.3	1,076	0,891	1,693	1,099	1,176	1,037	0,962	0,827	0,335	1,049	1,308	1,947	1,065	1,024	0,534	1,049	1,030	0,906
10.4	0,974	0,891	1,871	0,983	1,176	0,801	1,163	0,827	0,923	0,934	1,243	1,424	1,025	1,070	0,550	1,013	1,029	1,016
10.5	1,004	0,891	1,434	1,042	1,176	0,936	1,221	0,847	0,486	0,921	1,243	1,578	1,001	1,070	0,657	1,033	1,034	0,925
10.6	1,033	0,891	1,482	1,029	1,176	0,953	1,215	0,827	0,411	0,950	1,243	1,815	0,983	1,070	0,622	1,038	1,029	0,919
10.7	0,959	0,891	1,746	1,036	1,176	0,935	0,997	0,827	0,279	0,958	1,243	2,123	1,029	1,070	0,498	0,995	1,029	0,864
10.8	1,061	0,891	1,305	1,096	1,176	1,388	0,948	0,827	0,289	1,124	1,243	1,990	1,093	1,070	0,533	1,063	1,029	0,889
10.9	1,013	0,891	1,214	1,086	1,176	0,823	1,026	0,827	0,683	1,067	1,243	1,437	0,989	1,070	0,724	1,036	1,029	0,934

Fonte: Elaboração própria

Na divisão indústria de alimentos, de acordo com o Teste de Wilcoxon, verifica-se que, a um nível de probabilidade de 5%, as médias de MTE e MTS são estatisticamente superiores à média de MTA. Entretanto, a MTE e a MTS não se apresentaram estatisticamente diferentes entre si, a um nível de probabilidade de 5% (Tabela 17).

Sugere-se que a ocorrência de MTS em toda a indústria de transformação possa estar atribuída, principalmente, ao aumento real, conforme correção do IGP-DI (base de 2012) de 7% da variável despesas com pessoal (GAN). A variável GAN ($\times 1.000$) passou de uma média de R\$ 36.404 colaborador/ano em 2007 para R\$ 38.943 colaborador/ano em 2012.

Na divisão indústria de alimentos, o aumento real da variável GAN foi mais expressivo. Conforme correção do IGP-DI, base de 2012, o aumento percentual da variável GAN ($\times 1.000$) dessa divisão foi de 14,6%, passando de uma média de R\$ 23.374 colaborador/ano em 2007 para R\$ 26.778 colaborador/ano em 2012.

Esse aumento dos ganhos financeiros por colaborador identificado pode ser devido ao movimento de aumento na quantidade de trabalhadores com qualificação intermediária (níveis de ensino fundamental e médio completos) em todos os setores da economia, conforme relatado por Pauli, Nakabashi e Sampaio (2012). Esses autores relatam que o aumento de salário de profissionais com nível superior da indústria de transformação foi em torno de 18% entre os anos de 1990 e 2006, sugerindo, um movimento crescente de melhoria salarial pelo aumento da qualificação da indústria de transformação como um todo.

Logo, sugere-se que a ocorrência da MTS na divisão indústria de alimentos, bem como em toda a indústria de transformação, pode estar condicionada às mudanças sociais e exteriores ao ambiente industrial. Adicionalmente, sugere-se que esses grandes “saltos tecnológicos” na dimensão social podem ser induzidos, primariamente, por fatores externos, provenientes, por exemplo, da sociedade que não sejam induzidos pelas decisões dos gestores industriais.

Sugere-se que a superioridade da MTE em toda a indústria de transformação pode ser atribuída, principalmente, ao aumento real, conforme correção do IGP-DI (base de 2012) de 9,5% da variável receita líquida (REC).

A variável REC ($\times 1.000.000$) passou de uma média de R\$ 150.603.729 empresa/ano em 2007 para R\$ 164.921.401 empresa/ano em 2012.

Na divisão indústria de alimentos, o aumento real da variável REC foi mais expressivo. Conforme correção do IGP-DI (base de 2012), o aumento da variável REC ($\times 1.000.000$) dessa divisão foi de 55%, passando de uma média de R\$ 82.090.251 empresa/ano em 2007 para R\$ 127.241.967 empresa/ano em 2012.

Logo, o destaque da MTE da divisão indústria de alimentos pode estar atribuído ao expressivo aumento de 55% de receita líquida em um período de seis anos. Essa análise corrobora com Daroit e Nascimento (2004). Esses autores apresentam que a inovação, de forma generalizada, está comumente associada ao enfoque econômico. Adicionalmente, os resultados superiores de MTE sugerem maior desempenho da mudança tecnológica relacionada à dimensão econômica. Uma possível justificativa, em relação a essa ênfase econômica das inovações, está de acordo com os resultados apresentados por Domingues (2008) que associa os resultados econômicos imediatos da indústria de alimentos ao seu esforço em inovar.

Sugere-se que a não ocorrência da MTA em toda a indústria de transformação pode ser atribuída, principalmente, ao aumento real, conforme correção do IGP-DI (base de 2012), de 21,5% da variável despesas com água e esgoto (AGU). A variável AGU ($\times 1.000.000$) passou de uma média de R\$ 59.040 empresa/ano em 2007 para R\$ 71.742 empresa/ano em 2012.

Na divisão indústria de alimentos, o aumento real da variável AGU foi mais expressivo. Conforme correção do IGP-DI (base de 2012), o aumento da variável AGU ($\times 1.000.000$) dessa divisão foi de 30,7%, passando de uma média de R\$ 32.493 empresa/ano em 2007 para R\$ 42.467 empresa/ano em 2012.

Portanto, sugere-se que o grande aumento real da variável AGU possa ter levado a não ocorrência de MTA na divisão indústria de alimentos e na indústria de transformação como um todo, no período analisado. Conseqüentemente, este aumento expressivo da variável AGU pode ter impactado no não atingimento da inovação sustentável da divisão indústria de alimentos, no período analisado. Dessa forma, esta variável torna-se um tema

importante e central a ser levantada, analisada e tratada na rotina fabril, como meio a atingir a inovação sustentável das empresas.

4.5 Resultados da Análise do Índice de Inovação Sustentável (IIS) e Índice de Ajuste à Inovação Sustentável (IAIS)

O valor do Índice de Inovação Sustentável (IIS) da divisão indústria de alimentos (divisão “10”) foi de 57%, ocupando a 12ª posição entre as demais divisões da indústria de transformação no Brasil. Este valor está acima da média da indústria de transformação (Tabela 19).

O valor do Índice de Ajuste a Inovação Sustentável da divisão indústria de alimentos foi de 17,8%, ocupando a 13ª posição entre as demais divisões da indústria de transformação no Brasil. Este valor está acima da média da indústria de transformação, que foi de 11,3% (Tabela 19).

Tabela 19 – Resultados do Índice de Inovação Sustentável (IIS) e do Índice de Ajuste à Inovação Sustentável (IAIS) de cada divisão da indústria de transformação (Ind. Tra.) e as suas respectivas posições

Divisão	IIS	Posição	Divisão	IAIS	Posição
33	74,6	1	33	0,3	1
16	72,1	2	21	10,3	2
21	69,5	3	18	11,1	3
26	65,0	4	29	11,2	4
22	64,5	5	16	11,4	5
18	63,9	6	32	12,3	6
13	60,3	7	26	12,6	7
32	60,0	8	25	13,2	8
28	58,5	9	28	16,1	9
23	57,5	10	13	16,7	10
29	57,2	11	27	17,1	11
10*	57,0	12	11	17,2	12
25	56,6	13	10*	17,8	13
11	55,9	14	23	18,0	14
27	55,8	15	30	18,4	15
20	52,7	16	22	18,4	15
12	51,9	17	20	19,8	16
24	51,8	18	12	20,2	17
30	51,8	18	24	20,3	18
17	50,4	19	19	22,6	19
19	46,8	20	17	25,5	20
15	42,3	21	31	27,3	21
14	39,0	22	14	28,9	22
31	36,0	23	15	29,4	23
Ind. Tra.	56,6	-	Ind. Tra.	16,0	-

* Indústria de alimentos

Fonte: Elaboração própria

Os valores obtidos de IIS e IAIS para a divisão indústria de alimentos sugerem, principalmente, que essa divisão, apresenta medidas de inovação sustentável e ajuste à inovação orientada à sustentabilidade medianas, com valores próximos à média da indústria de transformação.

Dos grupos da divisão indústria de alimentos, o que apresentou o maior IIS e menor IAIS foi fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais (10.4), com valores, respectivamente, de 68,8% e 0%. O valor de IAIS igual a 0% evidencia a ocorrência de inovação sustentável neste grupo (Tabela 20).

Tabela 20 – Resultados Índice de Inovação Sustentável (IIS) e do Índice de Ajuste à Inovação Sustentável (IAIS) de cada grupo da divisão indústria de alimentos

Grupo	IIS	Grupo	IAIS
10.4	68,8	10.4	0,0
10.8	61,2	10.9	14,5
10.9	61,1	10.5	16,5
10.3	60,6	10.6	17,8
10.5	60,0	10.2	18,9
10.2	59,4	10.1	20,1
10.6	59,3	10.3	20,5
10.1	47,6	10.8	24,2
10.7	37,1	10.7	38,4

Fonte: Elaboração própria

4.6 Resultados da Análise de Classificação de Desempenho das Divisões da Indústria de Transformação

Os resultados das ANOVAs, presentes nas Tabelas 21 e 22, apresentam que as medidas MTE, MTS, MTA, IIS e IAIS têm poder de classificar as divisões e os grupos da indústria de transformação nos grupos pré-definidos neste estudo: (1) alto desempenho inovativo; (2) médio desempenho inovativo; (3) baixo desempenho inovativo.

Como resultados obtidos, verificou-se que a divisão indústria de alimentos (divisão “10”) ocupa a classificação de médio desempenho para as variáveis MTE, IIS e IAIS; alto desempenho para a variável MTS; baixo desempenho para a variável MTA (Tabela 23).

Tabela 21 – Resultados das Análises de Variância (ANOVA) das classificações das divisões propostas pelo agrupamento por k – médias

ANOVAs						
Variáveis	Classificação		Erro		F-Teste	Prob.
	QM ¹	GL	QM ²	GL		
MTE	0,002	2	0,000	21	53,991	< 0,05
MTS	0,007	2	0,000	21	234,450	< 0,05
MTA	0,005	2	0,000	21	45,354	< 0,05
IIS	899,692	2	14,329	21	62,787	< 0,05
IAIS	384,741	2	11,754	21	32,732	< 0,05

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 22 – Resultados das Análises de Variância (ANOVA) das classificações dos grupos propostas pelo agrupamento por k – médias

ANOVAs						
Variáveis	Classificação		Erro		F-Teste	Prob.
	QM ¹	GL	QM ²	GL		
MTE	0,023	2	0,000	97	246,203	< 0,05
MTS	0,025	2	0,000	97	513,298	< 0,05
MTA	0,044	2	0,000	97	177,299	< 0,05
IIS	4.646,218	2	20,002	97	232,291	< 0,05
IAIS	4.429,619	2	21,405	97	206,943	< 0,05

Fonte: Elaborado pelo autor

Onde: QM¹ – Quadrado médio intragrupo; QM² – Quadrado médio intergrupos (erro); GL – Graus de liberdade; Prob. – Probabilidade.

Tabela 23 – Classificação (Classif.) das divisões da indústria de transformação conforme o método *k – médias* para as variáveis Mudança de Tecnologia Econômica (MTE), Mudança de Tecnologia Social (MTS), Mudança de Tecnologia Ambiental (MTA), Índice de Inovação Sustentável (IIS) e Índice de Ajuste à Inovação Sustentável (IAIS)

Divisão	MTE	Classif.	Divisão	MTS	Classif.	Divisão	MTA	Classif.	Divisão	IIS	Classif.	Divisão	IAIS	Classif.
16	1,073	1	26	1,032	1	33	1,000	1	33	74,6	1	33	0,3	1
22	1,058	1	30	1,031	1	14	0,957	2	16	72,1	1	21	10,3	2
21	1,053	1	20	1,031	1	21	0,953	2	21	69,5	1	18	11,1	2
13	1,043	2	10*	1,029	1	18	0,950	2	26	65,0	1	29	11,2	2
33	1,042	2	27	1,029	1	29	0,949	2	22	64,5	1	16	11,4	2
26	1,041	2	11	1,029	1	16	0,948	2	18	63,9	1	32	12,3	2
18	1,036	2	12	1,029	1	32	0,944	2	13	60,3	2	26	12,6	2
32	1,035	2	17	1,029	1	26	0,943	2	32	60,0	2	25	13,2	2
23	1,035	2	18	1,029	1	25	0,940	2	28	58,5	2	28	16,1	2
28	1,031	2	21	1,029	1	15	0,931	2	23	57,5	2	13	16,7	2
10*	1,030	2	22	1,029	1	31	0,928	3	29	57,2	2	27	17,1	2
17	1,029	2	24	1,029	1	28	0,927	3	10*	57,0	2	11	17,2	2
15	1,029	2	28	1,029	1	13	0,924	3	25	56,6	2	10*	17,8	2
11	1,025	3	33	1,029	1	27	0,922	3	11	55,9	2	23	18,0	2
27	1,024	3	23	1,027	1	11	0,921	3	27	55,8	2	30	18,4	2
19	1,022	3	25	1,025	1	10*	0,919	3	20	52,7	2	22	18,4	2
29	1,021	3	13	1,024	1	23	0,918	3	12	51,9	2	20	19,8	2
20	1,020	3	29	1,018	1	30	0,916	3	24	51,8	2	12	20,2	3
24	1,020	3	16	1,018	1	22	0,916	3	30	51,8	2	24	20,3	3
12	1,020	3	32	1,017	1	20	0,909	3	17	50,4	2	19	22,6	3
25	1,019	3	19	1,012	1	12	0,908	3	19	46,8	3	17	25,5	3
14	1,014	3	31	0,966	2	24	0,907	3	15	42,3	3	31	27,3	3
30	1,013	3	15	0,958	2	19	0,897	3	14	39,0	3	14	28,9	3
31	1,002	3	14	0,943	3	17	0,883	3	31	36,0	3	15	29,4	3

* Indústria de alimentos

Fonte: Elaboração própria

Os resultados provenientes da análise de agrupamento, de forma, geral, não estão parcialmente de acordo com o apresentado por Christensen, Rama e von Tunzelmann (1996) e Domingues (2008) que apontam a indústria de alimentos e bebidas como um setor de baixa intensidade tecnológica. Os resultados encontrados neste estudo apontam baixo desempenho comparado na inovação relacionada à dimensão ambiental. Entretanto, as demais dimensões, econômica e social, apresentaram, respectivamente, médio desempenho e alto desempenho. De forma consolidada, através do IIS, verifica-se que a divisão indústria de alimentos encontra-se no grupo de médio desempenho comparado.

De acordo com a Tabela 24, verifica-se que os grupos da divisão indústria de alimentos torrefação e moagem de café (10.8) que apresentam o maior valor de MTE; laticínios (10.5) que apresenta o maior valor de MTS; fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais (10.4) que apresenta o maior valor de MTA, IIS e IAIS, na divisão indústria de alimentos, encontram-se nos grupos de alto desempenho comparado com os demais 91 grupos da indústria de transformação. Conforme relatado anteriormente, estes grupos são classificados por serem de alto valor agregado, conforme proposto por Rama (1996) apud Domingues (2008), sugerindo que setores pertencentes a esta classificação apresentam maior desempenho comparado.

4.7 Resultados da Análise de Associação entre as Medidas de Inovação e Variáveis Relacionadas ao Esforço em Inovar

De acordo com a Tabela 25, verifica-se que nenhuma variável relativa ao esforço em inovar apresenta correlação linear com a mudança de tecnologia relacionada à dimensão social (MTS) na indústria de transformação.

As mudanças de tecnologia relacionadas à dimensão econômica (MTE) e ambiental (MTA) apresentaram correlações lineares moderadas e positivas apenas com a variável treinamento (TTO), sendo os valores, respectivamente, 0,462 e 0,381, a um nível de probabilidade de 5% (Tabela 25).

Tabela 24 – Classificação (Classif.) dos grupos da divisão indústria de alimentos em relação aos demais grupos da indústria de transformação, conforme o método *k – médias* para as variáveis Mudança de Tecnologia Econômica (MTE), Mudança de Tecnologia Social (MTS), Mudança de Tecnologia Ambiental (MTA), Índice de Inovação Sustentável (IIS) e Índice de Ajuste à Inovação Sustentável (IAIS)

Divisão	MTE	Classif.	Divisão	MTS	Classif.	Divisão	MTA	Classif.	Divisão	IIS	Classif.	Divisão	IAIS	Classif.
10.8	1,063	1	10.5	1,034	1	10.4	1,016	1	10.4	68,8	1	10.4	0,0	1
10.3	1,049	2	10.3	1,030	1	10.9	0,934	2	10.8	61,2	2	10.9	14,5	1
10.2	1,042	2	10.6	1,029	1	10.5	0,925	2	10.9	61,1	2	10.5	16,5	1
10.6	1,038	2	10.9	1,029	1	10.6	0,919	2	10.3	60,6	2	10.6	17,8	2
10.9	1,036	2	10.7	1,029	1	10.2	0,914	2	10.5	60,0	2	10.2	18,9	2
10.5	1,033	2	10.8	1,029	1	10.1	0,908	3	10.2	59,5	2	10.1	20,1	2
10.4	1,013	3	10.4	1,029	1	10.3	0,906	3	10.6	59,3	2	10.3	20,5	2
10.1	1,007	3	10.2	1,029	1	10.8	0,889	3	10.1	47,6	3	10.8	24,2	2
10.7	0,995	3	10.1	1,026	1	10.7	0,864	3	10.7	37,1	3	10.7	38,4	3

Fonte: Elaboração própria

Tabela 25 – Análise de correlação de Spearman (ρ) entre as medidas de inovação sustentável e as variáveis relacionadas ao esforço financeiro

Variáveis	Estatísticas	MTE	MTS	MTA	IIS
Mudança de Tecnologia - Dimensão Econômica (MTE)	ρ	-*	0,098	0,297	-**
	Prob.	-*	0,648	0,159	-**
Mudança de Tecnologia - Dimensão Social (MTS)	ρ	0,098	-*	-0,299	-**
	Prob.	0,648	-*	0,155	-**
Mudança de Tecnologia - Dimensão Ambiental (MTA)	ρ	0,297	-0,299	-*	-**
	Prob.	0,159	0,155	-*	-**
Índice de Inovação Sustentável (IIS)	ρ	-**	-**	-**	-*
	Prob.	-**	-**	-**	-*
Total de dispêndios realizados em atividades inovativas (TOT)	ρ	0,256	0,238	0,326	0,430
	Prob.	0,228	0,262	0,120	0,036
Atividades internas de P&D (AIP)	ρ	-0,088	0,328	-0,226	-0,029
	Prob.	0,683	0,118	0,288	0,894
Aquisição externa de P&D (AEP)	ρ	-0,220	0,248	-0,010	-0,052
	Prob.	0,312	0,253	0,964	0,812
Aquisição de outros conhecimentos externos (AOC)	ρ	0,181	0,055	0,191	0,269
	Prob.	0,420	0,810	0,393	0,225
Aquisição de <i>software</i> (ASO)	ρ	-0,099	-0,103	0,193	-0,118
	Prob.	0,645	0,633	0,366	0,582
Aquisição de máquinas e equipamentos (AME)	ρ	0,169	-0,105	0,104	0,206
	Prob.	0,431	0,627	0,628	0,334
Treinamento (TTO)	ρ	0,462	-0,011	0,381	0,509
	Prob.	0,023	0,960	0,066	0,011
Introdução das inovações tecnológicas no mercado (IIM)	ρ	-0,024	0,253	0,326	0,042
	Prob.	0,914	0,244	0,129	0,851
Projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição (PRO)	ρ	-0,027	0,050	0,325	0,113
	Prob.	0,907	0,825	0,140	0,615

-*: Significa redundância de correlação de uma variável com ela mesmo

-**: Significa redundância de correlação pois MTE, MTS e MTA compõem o IIS

Fonte: Elaboração própria

Onde:

Prob. – Probabilidade;

ρ - Coeficiente de Correlação Linear de Spearman.

O índice de inovação sustentável (IIS) apresentou correlações lineares moderadas e positivas com as variáveis TTO e total de dispêndios realizados em atividades inovativas (TOT), sendo os valores, respectivamente, 0,509 e 0,430, a um nível de probabilidade de 5%. Logo, sugere-se associação direta e moderada entre o percentual de investimentos financeiros sobre a receita líquida das empresas e a sua medida de inovação sustentável.

Não se observou ocorrência de correlações lineares, estatisticamente significativas a um nível de probabilidade de 5%, com exceção das variáveis TTO e

TOT. Portanto, sugere-se que não há uma estratégia diferenciada de investimentos relacionada a uma específica dimensão da sustentabilidade. Contudo, em um sentido “macro”, o total de dispêndios financeiros é correlacionado positivamente, a um nível de probabilidade de 5%, com o índice de inovação sustentável (IIS). Logo, verifica-se que quanto maior o investimento em inovação, maior o valor de IIS.

Não se verificou correlação das mudanças de tecnologia (MTE, MTS e MTA) entre si. Portanto, sugere-se que a inovação relacionada a cada dimensão da sustentabilidade não ocorre de forma simultânea, ou seja, são eventos independentes e não coordenados, evidenciando a ausência de um sistema de gestão da inovação consolidado e presente na indústria de transformação efetivamente orientado à sustentabilidade.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente estudo cumpriu com seu objetivo de analisar quantitativamente a inovação sustentável da indústria de alimentos no Brasil em relação às demais indústrias de transformação no País, nos anos de 2007 a 2012.

Com a realização desta pesquisa, pretendeu-se colaborar para o estado da arte do tema abordado, em razão de que não foram encontrados, na literatura, estudos que tratem da inovação sustentável na indústria de alimentos no Brasil.

Conseguiu-se também disponibilizar informações diretas sobre a inovação sustentável das demais 23 divisões e 91 grupos (Anexo A.2) da indústria de transformação no Brasil, colaborando, dessa forma, com estudos similares relacionados a outras divisões da indústria de transformação no Brasil.

Os resultados dos índices de mudança de tecnologia extraídos do Índice de Malmquist calculados sugerem que a divisão indústria de alimentos no Brasil, nos seis anos em análise, não evidenciou inovação orientada à sustentabilidade, quantitativamente mensurável através da metodologia adotada neste estudo.

Entretanto, ao analisar os seus grupos, observou-se inovação sustentável na fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais (10.4). Observou-se inovação sustentável apenas nos respectivos grupos da indústria de transformação: serviços de pré-impressão e acabamentos gráficos (18.2) e instalação de máquinas e equipamentos (33.2).

Observou-se ocorrência de inovação relacionada às dimensões econômica e social na indústria de alimentos, sugerindo expansão da fronteira tecnológicas dessas dimensões da sustentabilidade. Porém, verificou-se retrocesso de eficiência dos processos relacionados a estas dimensões da sustentabilidade, sugerindo menor produtividade e, conseqüentemente, eficiências dos mesmos. Levantou-se como possíveis justificativas, ao se analisar os dados originais e atualizados conforme o IGP-DI (base dezembro de 2012), a ocorrência de inovação nessas dimensões, devido aos aumentos expressivos que os *outputs* receita líquida (REC) e despesas com pessoal (GAN) que a divisão indústria de alimentos apresentou nos seis anos em análise.

A inovação presente nas dimensões econômica e social da sustentabilidade da indústria de alimentos, aliada aos retrocessos de eficiência identificados, sugerem que, apesar da ocorrência do progresso tecnológico nessas dimensões, por meio da expansão da fronteira eficiente, a divisão indústria de alimentos

apresenta piora na eficiência dos seus processos relacionados a essa dimensão. Ou seja, esse comportamento evidencia que a indústria de alimentos não utiliza de forma produtiva e, conseqüentemente, de forma eficiente, a sua total “capacidade” disponível para promover aumentos nos valores dos outputs sociais desejados e diminuição dos *outputs* indesejados, em relação aos seus *inputs*.

Especificamente no caso da inovação relacionada à dimensão social da sustentabilidade, ocorreu retrocesso da produtividade total dos fatores, sugerindo uma maior criticidade, pois evidencia piora do desempenho global das indústrias da divisão de alimentos nos períodos em análise. Ou seja, mesmo com a ocorrência de progresso tecnológica, mas, devido a um expressivo retrocesso de eficiência, verificou-se piora na produtividade total, nos anos analisados.

Dessa forma, sugere-se a abertura de uma discussão direcionada a trabalhos futuros que abordem a dualidade entre inovação e eficiência, discutindo a insuficiência apenas da ocorrência de inovação sustentável, sem sua respectiva execução eficiente. Os resultados obtidos neste estudo, preliminarmente, apresentam a necessidade de ocorrência concomitante de progresso na eficiência da obtenção de outputs desejáveis, frente a uma nova fronteira tecnológica eficiente, dado os inputs disponíveis, buscando transformar capacidade potencial de processos em realidade.

Não se verificou inovação relacionada à dimensão ambiental da sustentabilidade da divisão indústria de alimentos. Levantou-se como possível justificativa para não ocorrência de inovação nessa dimensão, o aumento expressivo da variável despesas com água e esgoto (AGU) nos seis anos em análise. Logo, infere-se que a variável AGU apresenta-se como um tema central a ser discutido e gerenciado na rotina das empresas do setor industrial alimentício. Apesar de não se ter verificado inovação na dimensão ambiental, observou-se leve melhoria em eficiência da mesma, caracterizando uma quase estagnação do desempenho dos processos relacionados à dimensão ambiental.

A ocorrência de retrocesso tecnológico relacionado à dimensão ambiental da sustentabilidade sugere ausência de esforços, ou esforços inovativos desconexos, sobre as suas respectivas fronteiras tecnológicas, levando as mesmas a tornarem-se tecnologicamente obsoletas no período em análise. Logo, infere-se a ocorrência de um processo “degenerativo” em relação, principalmente, aos aumentos das despesas de água e esgoto das indústrias de alimentos, sem um aumento expressivo de eficiência.

Os valores das medidas de inovação relacionadas às dimensões econômica e social da divisão indústria de alimentos não se diferenciaram estatisticamente, a um nível de probabilidade de 5%. Contudo, estes valores forem estatisticamente superiores em relação à inovação relacionada à dimensão ambiental, a um nível de probabilidade de 5%. Logo, sugere-se ênfase na expansão tecnológica dos processos relacionados às dimensões econômica e social.

Conforme o Índice de Inovação Sustentável desenvolvido neste estudo, a divisão indústria de alimentos foi classificada como de médio desempenho comparado. Este resultado diferenciou-se, parcialmente, de estudos de outros autores que caracterizam a indústria de alimentos como uma divisão de baixa tecnologia. A única medida de baixo desempenho comparado que divisão indústria de alimentos apresentou foi em relação à inovação relacionada à dimensão ambiental. Salienta-se que os grupos que apresentaram os maiores valores de inovação são grupos classificados como alto valor agregado, conforme Rama (1996), sugerindo que indústrias de alimentos com produtos acabados diferenciados tendem a possuir maiores níveis de inovação.

O grupo fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais da indústria alimentícia que foi o único grupo que evidenciou ocorrência de inovação sustentável, por apresentar valores superiores a 1 nas medidas de inovação, com ênfase na medida de inovação relacionada à dimensão ambiental, por ser o único grupo com valor de mudança tecnológica superior a 1 nessa dimensão da sustentabilidade. Este grupo apresentou o maior valor do índice de inovação sustentável da indústria alimentícia e, conseqüentemente, uma necessidade de ajuste à inovação sustentável de 0%.

Por último, a análise de correlação entre as medidas de inovação da indústria de transformação e as suas variáveis financeiras relacionadas ao esforço em inovar sugerem, principalmente, uma moderada associação, estatisticamente significativa a um nível de probabilidade de 5%, entre o índice de inovação sustentável e os dispêndios totais financeiros em inovação. Logo, conclui-se que os dispêndios financeiros totais conduzem a maiores medidas de inovação sustentável.

Não se conseguiu verificar associação das medidas de inovação entre si, sugerindo que não há uma coordenação de práticas gerenciais que conduzam a processos inovativos que contemplem, simultaneamente, todos os “pilares” da sustentabilidade.

Realizando uma análise dos resultados da análise de correlação realizada entre as mudanças de tecnologia relacionadas à sustentabilidade e as diversas variáveis relacionadas ao esforço financeiro em inovar, devido a inexistência de valores estatisticamente significativos, a um nível de probabilidade de 5%, sugere-se a abertura de uma discussão sobre a real eficiência e impacto das estratégias e atividades inovativas, tais como pesquisas, treinamentos e aquisições de maquinários da indústria de alimentos sobre o seu progresso tecnológico quantitativo mensurável.

Este estudo apresenta-se como uma aproximação inicial entre os temas inovação sustentável e divisão indústria de alimentos no Brasil. Utilizaram-se dados financeiros secundários extraídos das Pesquisas Industriais Anuais (PIAs) e das Pesquisas de Inovação Tecnológica (PINTECs) promovidas pelo IBGE. Logo, para estudos posteriores, recomenda-se a coleta de dados primários diretamente nas unidades em análise.

Adicionalmente, como ponto a melhorar em outros trabalhos, recomenda-se a coleta de dados não somente de variáveis de ordem financeira, mas também de ordem técnica, com maior poder de expressar, por exemplo, o real desempenho da inovação sustentável das unidades em análise, minimizando os “ruídos”, possivelmente, presentes em variáveis com característica *proxy*.

Por fim, enfatiza-se que, conforme destacado por Rosano-Peña, Albuquerque e Daher (2012), os métodos não paramétricos, como qualquer outra metodologia, possuem limitações. Assim, por ser uma técnica determinística e apresentar a eficiência de uma medida relativa às melhores práticas amostradas, o DEA é muito susceptível às observações. Sua análise está condicionada à amostra das unidades avaliadas, às variáveis incluídas na pesquisa e ao princípio de que todos os demais fatores envolvidos são idênticos.

Dessa forma, o acréscimo ou exclusão de unidades e variáveis (*inputs* e *outputs*) pode afetar os resultados. Portanto, para próximos estudos, recomenda-se a adoção adicional de técnicas paramétricas, como forma de validar, principalmente, os resultados, discussões e conclusões que forem apresentados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.

ALMEIDA, M. A **Eficiência dos Investimentos do Programa de Inovação Tecnológica em Pequena Empresa (PIPE): uma integração da Análise Envoltória de Dados e Índice de Malmquist**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), 2010.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2009.

API & IPIECA. **Oil and Natural Gas Industry Guidelines for Greenhouse Reduction Projects**. 2007.

ARAUJO, J. F. **A qualidade agroalimentar como estratégia de concorrência da fruticultura irrigada, Região Nordeste – Brasil**. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro, 2002.

ASSIS, R. L. Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. **Economia Aplicada**, v.10, n.1, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO – ABIA. **Sustentabilidade na Indústria de Alimentação: Uma visão de futuro para a Rio+20**. 2012. Disponível em: <http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2013/09/23/4970/20131002162456498394o.pdf> Acesso em: 30 de janeiro de 2014.

_____. **Indústria de Alimentação – Principais Indicadores Econômicos**. 2014. Disponível em: <<http://www.abia.org.br/vst/faturamento.pdf>> Acesso em: 30 de janeiro de 2014.

BALK, B. M. Scale efficiency and productivity change. **Journal of Productivity Analysis**, v. 15, n. 3, 2001.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p.1078-1092, 1984.

BARBIERI, J. C. et al. Inovação e Sustentabilidade: novos modelos e proposições. **Revista de Administração de Empresas**, v. 50, n.2, Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, 2010.

BECATTINI, G. O Distrito Marshalliano: uma noção socioeconômica. In: BENKO, G.; LIPIETZ, A. (Orgs.). **As regiões ganhadoras. Distritos e Redes: os novos paradigmas da geografia econômica**. Portugal: Celta Editora, 1994.

BELIK, W. Agroindústria e reestruturação industrial no Brasil: elementos para uma avaliação. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.11. Brasília, 1994.

- BRUNDTLAND, G. H. (Org.) **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1987.
- CABRAL, J. E. O. Determinants of firm's likelihood to innovate and intensity of innovation in the Brazilian food industry. **The Journal on Chain and Network Science**, n. 01, 2001.
- _____. Determinantes da Propensão para Inovar e da Intensidade Inovativa em Empresas da Indústria de Alimentos do Brasil. **Revista Administração Contemporânea**, v. 11, n. 4, 2007.
- CAMARGO, J. M. **Dívida Externa, Recessão e Ajuste Estrutural: O Brasil Diante da Crise**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982.
- CANIELSA, M. C. J.; ROMIJNB, H. A. Strategic niche management: towards a policy tool for sustainable development. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 20, n. 2, 2008.
- CARRILLO-HERMOSILLA, J.; GONZÁLEZ, P. del R.; KÖNNÖLÄ, T. Barriers to eco-innovation. In: **Eco-innovation: when Sustainability and Competitiveness Shake Hands**. New York: Palgrave Macmillan, 2009.
- CARVALHO, P. G. M. **As causas do aumento da produtividade da indústria brasileira nos anos 90**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro, 2000.
- CAVES, D. W.; CHRISTENSEN, L. R.; DIEWERT, W. E. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity. **Econometrica**, v. 50, 1982.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **A indústria brasileira no caminho da sustentabilidade**. 2014. Disponível em: <http://www.fiemt.com.br/arquivos/916_cni_parte_1_rio20_web.pdf> Acesso em: 30 de janeiro de 2015.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, p. 429-444, 1978.
- CHRISTENSEN, J. L.; RAMA, R.; VON TUNZELMANN, N. Study on Innovation in the European Food Products and Beverage Industry. In: **Industry Studies of Innovation of CIS data**. EIMS, SPRINT, 1996.
- COELLI, T. J. et al. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. 2. ed. Nova York: Springer, 2005.
- COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. **A comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software**. 2. ed. Nova York: Springer, 2007.
- CUNHA, D.; DIAS, R.; GOMES, A. Uma análise sistêmica da indústria alimentícia brasileira. In: XLIV CONGRESSO DA SOBER. **Anais...**Fortaleza, 2006.

DANCEY, Christine; REIDY, J. **Estatística sem matemática para psicologia: usando SPSS para Windows**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

DAROIT, D.; NASCIMENTO, L. F. Dimensões da inovação sob o paradigma do desenvolvimento sustentável. In: **ENANPAD, 2004**. Curitiba, 2004.

DAVIS, J. H.; GOLDBERG, R. A. **A concept of agribusiness**. Boston: Harvard University, 1957.

DEBREU, G. The coefficient of resource utilization. **Econometrica**, Chicago, v. 19, n. 3, 1951.

DEMING, W. E. **Qualidade: A revolução da administração** – Ed. Saraiva, Rio de Janeiro, p.125, 1990.

DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S.; CASTRO, A. B. **Inovação, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.

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**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas, 2008.

FARREL, M.J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistic Society**, Series A, Part 3, p. 253-290, 1957.

FAVERET FILHO, P.; PAULA, S. **A agroindústria**. 2005. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/livro_setorial/setorial05.pdf> Acessado em: 30 de janeiro de 2014.

FÄRE, R. et al. **Production frontiers**. Cambridge University Press, 1994.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica. Apostila do curso de especialização em comunidades virtuais de aprendizagem – informática educativa**. Universidade Estadual do Ceará (UECE), Ceará, 2002.

FORNARI, V. **Inovação e Atividades Inovativas em Indústrias de “Baixa e Média-Baixa” Tecnologias: Um estudo da indústria de alimentos processados**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). Araraquara, 2013.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV. **Índices Gerais de Preços – IGP**. Disponível em: <<http://portalibre.fgv.br/main.jsp?lumChannelId=402880811D8E34B9011D92B6B6420E96>> Acesso em: 15 de dezembro de 2014.

FUSSLER, C.; JAMES, P. **Driving eco innovation: a breakthrough discipline for innovation and sustainability**. London: Pitman Publishing, 1996.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOUVEIA, F. **Indústria de alimentos: no caminho da inovação e de novos produtos**. Inovação Uniemp. v. 2, n. 5, 2006.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE – GRI. **Directrizes para a Elaboração de Relatórios de Sustentabilidade**. Disponível em: <<https://www.globalreporting.org/resource/library/Portuguese-G3-Reporting-Guidelines.pdf>> Acesso em: 30 de novembro de 2014.

GRIFELL, E., e LOVELL, C. A. K. A Note on the Malmquist Productivity Index, **Economics Letters**, 1995.

HAIR, J. et al. **Análise multivariada de dados**. Editora Bookman, 2009.

HALL, J; VREDENBURG, H. The challenges of innovating for sustainable development. **Sloan Management Review**, v. 45, n.1, 2003.

HANSEN, E; GROSSE-DINKER, F.; REICHWALD, R. Sustainability innovation cube: a framework to evaluate sustainability-oriented innovations. **International Journal of Innovation Management**, v. 13, n. 4, 2009.

HART, S. L.; MILSTEIN, M. B. Criando Valor Sustentável. **RAE Executivo**. São Paulo, v. 3, n. 2, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Classificação Nacional das Atividades Econômicas 2.0**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/classificacoes/cnae1.0_2ed/cnae10v2.pdf/defaultempresa.shtm> Acesso em: 30 de novembro de 2014.

_____. **Pesquisa Industrial Anual (PIA) 2007**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/empresas/2007/defaultempresa.shtm>> Acesso em: 30 de novembro de 2014.

_____. **Pesquisa Industrial Anual (PIA) 2008**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/empresas/2008/defaultempresa.shtm>> Acesso em: 30 de novembro de 2014.

_____. **Pesquisa Industrial Anual (PIA) 2009**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/empresas/2009/defaultempresa.shtm>> Acesso em: 30 de novembro de 2014.

_____. **Pesquisa Industrial Anual (PIA) 2010**. Disponível em: <<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/empresas/2010/defaultempresa.shtm>>> Acesso em: 30 de novembro de 2014.

_____. **Pesquisa Industrial Anual (PIA) 2011**. Disponível em: <<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/empresas/2011/defaultempresa.shtm>>> Acesso em: 30 de novembro de 2014.

_____. **Pesquisa Industrial Anual (PIA) 2012**. Disponível em: <<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/empresas/2012/defaultempresa.shtm>>> Acesso em: 30 de novembro de 2014.

_____. **Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) 2008**. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br>> Acesso em: 30 de novembro de 2014.

_____. **Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) 2011**. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br>> Acesso em: 30 de novembro de 2014.

KNEIPP, J. M. et al. Emergência temática da inovação sustentável: uma análise da produção científica através da base Web Of Science. *Brazilian Journal of Management*, v. 4, n. 3, 2011.

KOOPMANS, T. C. **Activity analysis of production and allocation**. Nova York: John Wiley, 1951

JUNIOR, N. Desenvolvimento Regional Sustentável no Grande ABC Paulista: Análise das contribuições de uma instituição financeira brasileira. Dissertação de Mestrado. Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS). São Caetano do Sul, 2011.

LEAL, Carlos Eduardo. **A Era das Organizações Sustentáveis**. Disponível em: <<http://www.castelobranco.br/sistema/novo enfoque/files/08/04.pdf>> Acesso em: 30 de janeiro de 2015.

LÉLÉ, S. M. Sustainable development: a critical review. *World Development*, n. 19, 1991.

LOVELL, K. C. A; SCHMIDT, P. A. A comparison of alternative approaches to the measurement of productive efficiency. **Applications of modern production theory**. Boston: Kluwer Academic Publishers. 1988.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

MALMQUIST, S. Index Numbers and Indifference Surfaces. *Trabajos de Estadística*, n. 4, 1953.

MELLO, J. et al. Gestão de Auto-Estradas: Análise de Eficiência das Auto-Estradas Federais Brasileiras com Portagens. *Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão*, n. 2, 2005.

MENDONÇA, A. T. B. B.; CHEROBIM, A. P. M. S.; CUNHA, S. K. Sistemas setoriais de inovações sustentáveis: Categorias de análise, tipologias e classificações para análise. *RACE - Unoesc*, v. 13, n. 1, 2014.

MENEZES, U. G.; DIAS, V.; WINCK, A. G. A inovação tecnológica sustentável e a geração de valor sustentável na Indústria Química. *Revista Gestão de Negócios*, v. 6, n. 3, 2010.

MORALLES, H. **A influência das variáveis gerenciamento, P&D e treinamento - diferido - na função de produção de empresas do setor de bens de capital brasileiro**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), 2010.

NASCIMENTO, T. C.; MENDONÇA, A. T. B.; CUNHA, S. K. Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 10, n. 3, 2012.

NIDUMOLU, R., PRAHALAD, C.K.; RANGASWAMI, M.R. Why Sustainability Is Now the Key Driver of Innovation. **Harvard Business Review**, v.87 n.9, 2009.

NRLO. Market strategies and consumer behavior. **NRLO Report 98/3E**. The Hague, 1998.

OCDE. **Manual de Oslo**. Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3. ed. Brasília: Finep, 2005.

_____. **Eco-innovation in industry: enabling green growth**. Paris, 2009.

PALMISANO, A.; PEREIRA, R. Sociedade e Meio Ambiente: história, problemas, desafios e possibilidades. In: **Consciência e Desenvolvimento Sustentável nas Organizações: reflexões sobre um dos maiores desafios da nossa época**. Rio de Janeiro, 2009.

PARETO, V. **Manuale di economia politica con una introduzione alla scienza sociale**. Milano: Società Editrice Libreria, 1906.

PAULI, R.; NAKABASHI, L.; SAMPAIO, A. Mudança estrutural de trabalho no Brasil. **Revista Economia Política**, v. 32, n. 3, 2012.

PEREIRA, L. K.; ABREU, A. F.; BOLZAN, A. A necessidade de inovar: um estudo na indústria de alimentos. **Revista de Ciências da Administração**, v. 4, n. 7, 2002.

PIRES, J. **Mensuração da produtividade para efeitos de benchmarking**. Disponível em: <<http://www.swisscam.com.br/mensuracao-da-produtividade-para-efeitos-de-benchmarking.html>> Acesso em: 27 de fevereiro de 2015.

PORTER, M. E.; VAN, DER.; LINDE, C. Toward a New Conception of the Environment – Competitive Relationship. **Journal of Economic Perspectives**, 1995.

RAIBORN, C. A. e Payne, D. Corporate codes of conduct: A collective conscience and continuum. **Journal of Business Ethics**, v. 9, n. 11, 1990.

RODRIGUEZ, A.; DAHLMAN, C.; SALMI, J. **Conhecimento e Inovação para a Competitividade**. Disponível em: <http://www.bmaiscompet.com.br/arquivos/PacPme_ConhecimentoInovacao_Competitividade.pdf> Acesso em: 30 de janeiro de 2015.

SACHS, I. **Estratégia de Transição para o Século XXI**. São Paulo: Nobel, 1993.

_____. **Desenvolvimento includente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SATO, G. S. Perfil da indústria de alimentos no Brasil: 1990-95. **Revista de Administração de Empresas**, v. 37, n. 3, 1997.

_____. Fusões e aquisições no contexto da reestruturação. **Informações Econômicas**, v. 27, n. 12, 1998.

_____. Desempenho da indústria brasileira de alimentos Pós-Plano Real. **Informações Econômicas**, v. 34, n. 1, 2004.

SCHMIDHEINY, Stephan. **Mudando o rumo: uma perspectiva empresarial global sobre desenvolvimento e meio ambiente**. Rio de Janeiro: FGV, 1992.

SCHOT, J; GEELS, F. W. Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda and policy. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 20, n. 5, 2008.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1942.

SÉ, F. Análise da produtividade das distribuidoras de energia elétrica utilizando Índice de Malmquist e o método bootstrap. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Itajubá, 2012.

SIDONIO, L. et al. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **Agroindústria, BNDES Setorial**, n. 35. 2012.

SIEGEL, S. **Estatística não paramétrica**. Editora McGraw Hilldo. São Paulo, 1981.

SILVA, et al. Inovação Sustentável: uma revisão bibliográfica. In: VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. **Anais...Niterói**, 2010.

SOUZA, E. G. et al. As Influências dos Indicadores de Sustentabilidade nas Políticas e Ações para a Geração do Desenvolvimento Local Sustentável: um estudo exploratório nos municípios produtores de leite no estado da Paraíba. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, **Anais...** São Paulo, 2008.

STROBEL, J. S. **Modelo para mensuração da sustentabilidade corporativa através de indicadores**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 2005.

TACHIZAWA, T. **Organizações não governamentais e terceiro setor: criação de ONGs e estratégias de atuação**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

TORNATZKY, L. G.; FLEISCHER, M. **The Processes of Technological Innovation**. Lexington, 1990.

TIGRE, P. B. **Gestão da Inovação: a economia da tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

THRALL, R. M. Measures in DEA with an application to the Malmquist Index. **Journal of Productivity Analysis**, v. 13, 2000.

VALENT, V. **Conceitos de Gestão da Inovação: Compatibilidades da linguagem técnica na produção científica veiculada em periódicos brasileiros entre 2008**

a 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, 2013.

VAN MARREWIJK, M. Concepts and Definitions of CSR and Corporate Sustainability: Between Agency and Communion. **Journal of Business Ethics**, v.44, 2004.

VICECONTI, P. E. V. A industrialização brasileira. **Revista brasileira de tributação e economia**, 1977.

ANEXO

Quadro A.1 - Divisões e grupos da seção Indústria de Transformação, conforme a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) 2.0

Código CNAE 2.0			Denominação
Seção	Divisão	Grupo	
C			INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO
	10		FABRICAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS
		10.1	<i>Abate e fabricação de produtos de carne</i>
		10.2	<i>Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado</i>
		10.3	<i>Fabricação de conservas de frutas, legumes e outros vegetais</i>
		10.4	<i>Fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais</i>
		10.5	<i>Laticínios</i>
		10.6	<i>Moagem, fabricação de produtos amiláceos e de alimentos para animais</i>
		10.7	<i>Fabricação e refino de açúcar</i>
		10.8	<i>Torrefação e moagem de café</i>
		10.9	<i>Fabricação de outros produtos alimentícios</i>
	11		FABRICAÇÃO DE BEBIDAS
		11.1	<i>Fabricação de bebidas alcoólicas</i>
		11.2	<i>Fabricação de bebidas não-alcoólicas</i>
	12		FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DO FUMO
		12.1	<i>Processamento industrial do fumo</i>
		12.2	<i>Fabricação de produtos do fumo</i>
	13		FABRICAÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS
		13.1	<i>Preparação e fiação de fibras têxteis</i>
		13.2	<i>Tecelagem, exceto malha</i>
		13.3	<i>Fabricação de tecidos de malha</i>
		13.4	<i>Acabamentos em fios, tecidos e artefatos têxteis</i>
		13.5	<i>Fabricação de artefatos têxteis, exceto vestuário</i>
	14		CONFECÇÃO DE ARTIGOS DO VESTUÁRIO E ACESSÓRIOS
		14.1	<i>Confecção de artigos do vestuário e acessórios</i>
		14.2	<i>Fabricação de artigos de malharia e tricotagem</i>
	15		PREPARAÇÃO DE COURO E FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE COURO, ARTIGOS PARA VIAGEM E CALÇADOS
		15.1	<i>Curtimento e outras preparações de couro</i>
		15.2	<i>Fabricação de artigos para viagem e de artefatos diversos de couro</i>
		15.3	<i>Fabricação de calçados</i>
		15.4	<i>Fabricação de partes para calçados, de qualquer material</i>
	16		FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MADEIRA
		16.1	<i>Desdobramento de madeira</i>
		16.2	<i>Fabricação de produtos de madeira, cortiça e material trançado, exceto móveis</i>
	17		FABRICAÇÃO DE CELULOSE, PAPEL E PRODUTOS DE PAPEL
		17.1	<i>Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel</i>
		17.2	<i>Fabricação de papel, cartolina e papel-cartão</i>
		17.3	<i>Fabricação de embalagens de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado</i>

Código CNAE 2.0			Denominação
Seção	Divisão	Grupo	
		17.4	<i>Fabricação de produtos diversos de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado</i>
18			IMPRESSÃO E REPRODUÇÃO DE GRAVAÇÕES
		18.1	<i>Atividade de impressão</i>
		18.2	<i>Serviços de pré-impressão e acabamentos gráficos</i>
		18.3	<i>Reprodução de materiais gravados em qualquer suporte</i>
19			FABRICAÇÃO DE COQUE, DE PRODUTOS DERIVADOS DO PETRÓLEO E DE BIOCOMBUSTÍVEIS
		19.1	<i>Coquearias</i>
		19.2	<i>Fabricação de produtos derivados do petróleo</i>
		19.3	<i>Fabricação de biocombustíveis</i>
20			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS
		20.1	<i>Fabricação de produtos químicos inorgânicos</i>
		20.2	<i>Fabricação de produtos químicos orgânicos</i>
		20.3	<i>Fabricação de resinas e elastômeros</i>
		20.4	<i>Fabricação de fibras artificiais e sintéticas</i>
		20.5	<i>Fabricação de defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários</i>
		20.6	<i>Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal</i>
		20.7	<i>Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins</i>
		20.9	<i>Fabricação de produtos e preparados químicos diversos</i>
21			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FARMOQUÍMICOS E FARMACÊUTICOS
		21.1	<i>Fabricação de produtos farmoquímicos</i>
		21.2	<i>Fabricação de produtos farmacêuticos</i>
22			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE BORRACHA E DE MATERIAL PLÁSTICO
		22.1	<i>Fabricação de produtos de borracha</i>
		22.2	<i>Fabricação de produtos de material plástico</i>
23			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MINERAIS NÃO-METÁLICOS
		23.1	<i>Fabricação de vidro e de produtos do vidro</i>
		23.2	<i>Fabricação de cimento</i>
		23.3	<i>Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes</i>
		23.4	<i>Fabricação de produtos cerâmicos</i>
		23.9	<i>Aparelhamento de pedras e fabricação de outros produtos de minerais não-metálicos</i>
24			METALURGIA
		24.1	<i>Produção de ferro-gusa e de ferroligas</i>
		24.2	<i>Siderurgia</i>
		24.3	<i>Produção de tubos de aço, exceto tubos sem costura</i>
		24.4	<i>Metalurgia dos metais não-ferrosos</i>
		24.5	<i>Fundição</i>
25			FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE METAL, EXCETO MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS
		25.1	<i>Fabricação de estruturas metálicas e obras de caldeiraria pesada</i>
		25.2	<i>Fabricação de tanques, reservatórios metálicos e caldeiras</i>
		25.3	<i>Forjaria, estamparia, metalurgia do pó e serviços de tratamento de metais</i>

Código CNAE 2.0			Denominação
Seção	Divisão	Grupo	
		25.4	<i>Fabricação de artigos de cutelaria, de serralheria e ferramentas</i>
		25.5	<i>Fabricação de equipamento bélico pesado, armas de fogo e munições</i>
		25.9	<i>Fabricação de produtos de metal não especificados anteriormente</i>
	26		FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA, PRODUTOS ELETRÔNICOS E ÓPTICOS
		26.1	<i>Fabricação de componentes eletrônicos</i>
		26.2	<i>Fabricação de equipamentos de informática e periféricos</i>
		26.3	<i>Fabricação de equipamentos de comunicação</i>
		26.4	<i>Fabricação de aparelhos de recepção, reprodução, gravação e amplificação de áudio e vídeo</i>
		26.5	<i>Fabricação de aparelhos e instrumentos de medida, teste e controle; cronômetros e relógios</i>
		26.6	<i>Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação</i>
		26.7	<i>Fabricação de equipamentos e instrumentos ópticos, fotográficos e cinematográficos</i>
		26.8	<i>Fabricação de mídias virgens, magnéticas e ópticas</i>
	27		FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS E MATERIAIS ELÉTRICOS
		27.1	<i>Fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos</i>
		27.2	<i>Fabricação de pilhas, baterias e acumuladores elétricos</i>
		27.3	<i>Fabricação de equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica</i>
		27.4	<i>Fabricação de lâmpadas e outros equipamentos de iluminação</i>
		27.5	<i>Fabricação de eletrodomésticos</i>
		27.9	<i>Fabricação de equipamentos e aparelhos elétricos não especificados anteriormente</i>
	28		FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS
		28.1	<i>Fabricação de motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão</i>
		28.2	<i>Fabricação de máquinas e equipamentos de uso geral</i>
		28.3	<i>Fabricação de tratores e de máquinas e equipamentos para a agricultura e pecuária</i>
		28.4	<i>Fabricação de máquinas-ferramenta</i>
		28.5	<i>Fabricação de máquinas e equipamentos de uso na extração mineral e na construção</i>
		28.6	<i>Fabricação de máquinas e equipamentos de uso industrial específico</i>
	29		FABRICAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, REBOQUES E CARROCERIAS
		29.1	<i>Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários</i>
		29.2	<i>Fabricação de caminhões e ônibus</i>
		29.3	<i>Fabricação de cabines, carrocerias e reboques para veículos automotores</i>
		29.4	<i>Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores</i>
		29.5	<i>Recondicionamento e recuperação de motores para veículos automotores</i>
	30		FABRICAÇÃO DE OUTROS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE, EXCETO VEÍCULOS AUTOMOTORES
		30.1	<i>Construção de embarcações</i>
		30.2*	<i>Manutenção e reparação de embarcações</i>

Código CNAE 2.0			Denominação
Seção	Divisão	Grupo	
		30.3*	<i>Fabricação de veículos ferroviários</i>
		30.4*	<i>Fabricação de aeronaves</i>
		30.5*	<i>Fabricação de veículos militares de combate</i>
		30.9	<i>Fabricação de equipamentos de transporte não especificados anteriormente</i>
	31		FABRICAÇÃO DE MÓVEIS
		31.0	<i>Fabricação de móveis</i>
	32		FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DIVERSOS
		32.1	<i>Fabricação de artigos de joalheria, bijuteria e semelhantes</i>
		32.2	<i>Fabricação de instrumentos musicais</i>
		32.3	<i>Fabricação de artefatos para pesca e esporte</i>
		32.4	<i>Fabricação de brinquedos e jogos recreativos</i>
		32.5	<i>Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos</i>
		32.9	<i>Fabricação de produtos diversos</i>
	33		MANUTENÇÃO, REPARAÇÃO E INSTALAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS
		33.1	<i>Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos</i>
		33.2	<i>Instalação de máquinas e equipamentos</i>

* Grupos que não foram utilizados neste estudo, pela ausência de dados nos anos analisados.
 Fonte: IBGE, 2007

Quadro A.2 – Resultados consolidados de 2007 a 2012, das Mudanças de Tecnologia Econômica (MTE), Social (MTS) e Ambiental (MTA); Índice de Inovação Sustentável (IIS); Índice de Ajuste à Inovação Sustentável (IAIS) dos grupos da Indústria de Transformação

Grupo	MTE	MTS	MTA	IIS	IAIS
10.1	1,007	1,026	0,908	47,6	20,1
10.2	1,042	1,029	0,914	59,5	18,9
10.3	1,049	1,030	0,906	60,6	20,5
10.4	1,013	1,029	1,016	68,8	0,0
10.5	1,033	1,034	0,925	60,0	16,5
10.6	1,038	1,029	0,919	59,3	17,8
10.7	0,995	1,029	0,864	37,1	38,4
10.8	1,063	1,029	0,889	61,2	24,2
10.9	1,036	1,029	0,934	61,1	14,5
11.1	1,020	1,029	0,884	47,7	25,4
11.2	1,031	1,029	0,961	64,4	8,7
12.1	0,999	1,029	0,896	43,8	25,9
12.2	1,041	1,029	0,919	60,1	17,7
13.1	1,052	1,029	0,892	58,6	23,5
13.2	1,040	1,029	0,903	57,1	21,2
13.3	1,037	1,029	0,919	58,8	17,8
13.4	1,042	1,006	0,979	65,5	4,8
13.5	1,045	1,025	0,928	62,1	15,7
14.1	0,998	0,912	0,942	24,5	47,4
14.2	1,030	0,974	0,973	53,8	14,9
15.1	1,038	1,026	0,918	58,5	17,9
15.2	1,007	0,901	0,955	26,9	43,2
15.3	1,054	0,934	0,921	42,6	39,6
15.4	1,017	0,977	0,928	42,7	23,8
16.1	1,059	1,007	0,944	64,8	12,3
16.2	1,087	1,029	0,952	79,4	10,5
17.1	1,004	1,029	0,864	39,6	29,6
17.2	1,009	1,029	0,876	43,2	27,1
17.3	1,061	1,029	0,902	62,9	21,5
17.4	1,046	1,029	0,890	56,5	23,9
18.1	1,034	1,029	0,930	59,9	15,3
18.2	1,033	1,029	1,017	74,8	0,0
18.3	1,040	1,029	0,906	57,6	20,6
19.1	1,093	0,980	0,907	62,1	27,2
19.2	0,983	1,029	0,893	38,5	50,7
19.3	0,993	1,029	0,890	40,9	36,7
20.1	1,030	1,029	0,879	49,8	26,4
20.2	1,019	1,029	0,847	41,2	33,4
20.3	1,009	1,029	0,914	49,9	18,8
20.4	1,035	1,029	0,878	51,2	26,6
20.5	1,006	1,029	0,939	53,4	13,4
20.6	1,027	1,029	0,957	62,7	9,4
20.7	1,004	1,043	0,940	56,1	13,2
20.9	1,030	1,029	0,927	58,4	16,0
21.1	1,071	1,029	0,955	75,1	10,0
21.2	1,035	1,029	0,952	64,0	10,6

Grupo	MTE	MTS	MTA	IIS	IAIS
22.1	1,075	1,029	0,915	69,5	18,6
22.2	1,041	1,029	0,917	59,7	18,2
23.1	1,062	1,029	0,912	65,0	19,4
23.2	0,989	1,029	0,888	39,4	43,4
23.3	0,994	1,020	0,928	45,9	26,9
23.4	1,082	1,026	0,932	73,7	15,0
23.9	1,050	1,029	0,930	64,5	15,4
24.1	1,003	1,029	0,880	42,1	26,3
24.2	0,998	1,029	0,919	47,6	22,0
24.3	1,027	1,029	0,916	55,4	18,3
24.4	1,025	1,029	0,880	48,7	26,1
24.5	1,047	1,029	0,941	65,8	12,9
25.1	1,007	1,026	0,944	53,8	12,4
25.2	0,992	1,011	0,931	43,9	29,0
25.3	1,021	1,029	0,951	59,8	10,8
25.4	1,035	1,029	0,956	64,8	9,8
25.5	1,026	1,029	0,926	57,0	16,3
25.9	1,035	1,029	0,931	60,6	15,1
26.1	1,047	1,029	0,960	69,1	8,9
26.2	1,033	1,029	0,939	61,2	13,4
26.3	1,033	1,042	0,949	65,9	11,3
26.4	1,036	1,040	0,910	59,8	19,6
26.5	1,020	1,029	0,962	61,3	8,5
26.6	1,038	1,029	0,950	64,7	11,0
26.7	1,066	1,029	0,972	76,9	6,2
26.8	1,057	1,029	0,904	62,1	21,1
27.1	1,026	1,029	0,937	58,7	13,9
27.2	1,042	1,029	0,902	57,3	21,4
27.3	1,010	1,029	0,893	46,5	23,5
27.4	1,021	1,030	0,931	56,4	15,1
27.5	1,032	1,029	0,921	57,9	17,3
27.9	1,016	1,029	0,950	58,3	11,0
28.1	1,057	1,029	0,920	65,0	17,5
28.2	1,018	1,029	0,948	58,6	11,4
28.3	1,024	1,029	0,915	54,3	18,7
28.4	1,039	1,029	0,933	61,9	14,8
28.5	1,007	1,029	0,895	46,0	23,0
28.6	1,042	1,029	0,951	66,0	10,9
29.1	1,013	1,036	0,937	56,6	13,8
29.2	1,017	1,046	0,925	58,2	16,3
29.3	1,028	1,029	0,938	59,7	13,5
29.4	1,041	1,029	0,911	58,9	19,4
29.5	1,008	0,956	1,038	54,3	15,0
30.1	1,047	1,029	0,961	69,2	8,7
30.9	0,979	1,033	0,874	35,1	60,9
31.0	1,002	0,966	0,928	36,0	27,3
32.1	1,020	0,998	0,982	58,0	4,9
32.2	1,032	1,012	0,961	61,1	8,6
32.3	0,993	1,038	0,925	49,2	28,9
32.4	1,081	0,997	0,921	64,7	18,8
32.5	1,055	1,029	0,940	67,9	13,1

Grupo	MTE	MTS	MTA	IIS	IAIS
32.9	1,031	1,029	0,936	60,3	14,0
33.1	1,057	1,029	0,993	77,8	1,7
33.2	1,028	1,029	1,006	71,4	0,0