



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

CECÍLIA CANTERO DA CUNHA

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA PRODUÇÃO DE
FRANGOS DE CORTE NO BRASIL UTILIZANDO A
ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS E O ÍNDICE DE
MALMQUIST**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONEGÓCIOS
PUBLICAÇÃO: 102/2014**

**Brasília/DF
Março/2014**

CECÍLIA CANTERO DA CUNHA

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE NO
BRASIL UTILIZANDO A ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS E O ÍNDICE DE
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. Carlos Rosano-Peña

**Brasília/DF
Março/2014**

CUNHA, C. C. **Avaliação de desempenho da produção de frangos de corte no Brasil utilizando a Análise Envoltória de Dados e o Índice de Malmquist.** 2014, 79 f. Dissertação. (Mestrado em Agronegócios) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

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 à fonte.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília. Acervo 1015299.

Cunha, Cecília Cantero da.
C972a Avaliação de desempenho da produção de frangos de corte no Brasil utilizando a análise envoltória de dados e o índice de Malmquist / Cecília Cantero da Cunha. - - 2014.
79 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Agronegócios , 2014.

Inclui bibliografia.

Orientação: Carlos Rosano-Peña.

1. Frango de corte. 2. Ave - Criação. 3. Produtividade industrial . 4. Eficiência industrial . I . Rosano-Peña, Carlos . II . Título.

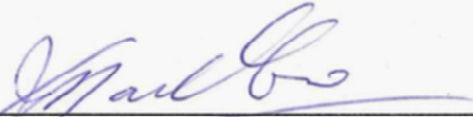
CDU 636. 5

CECÍLIA CANTERO DA CUNHA


**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE NO
BRASIL UTILIZANDO A ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS E O ÍNDICE DE
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.

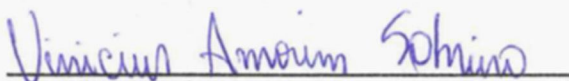
Aprovada pela seguinte Banca Examinadora:



Prof. Dr. José Márcio Carvalho – UnB
(PRESIDENTE)



Prof. Dr. Marlon Vinícius Brisola - UnB
(EXAMINADOR INTERNO)



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

Brasília, 12 de março de 2014

Ao meu amado Humberto, que me apoiou em todos os momentos. Agradeço por seu companheirismo e compreensão, que foram fundamentais nessa etapa da minha vida.

RESUMO

Este trabalho buscou analisar a eficiência e a evolução da produtividade da produção de frangos de corte no Brasil e seus fatores determinantes, durante os anos de 2006 a 2008, utilizando a Análise Envoltória de Dados - DEA e o Índice de Produtividade de Malmquist - IPM. Os dados utilizados são da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Suínos e Aves e da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, que disponibilizam os custos de produção da etapa integrada para três tipos de aviários. Isso permitiu escolher 24 unidades de análise dos oito principais estados produtores usando cada um dos três tipos de aviários. Os índices de eficiência DEA apontaram que nos três anos analisados a maioria das unidades foi ineficiente tecnicamente, sendo possível aumentar a produção ao mesmo tempo em que eliminariam desperdícios. Além disso, identificou-se que algumas operaram em escala inadequada. Na análise dinâmica, com o Índice de Produtividade de Malmquist, percebeu-se que ao longo dos três anos observados quase todas as unidades apresentaram queda nos índices de produtividade, motivada pela diminuição da eficiência técnica, porém principalmente pela variação negativa da tecnologia. Esses resultados, em geral, devem estar relacionados a fatores externos e internos. Nesse sentido, medidas para mitigar os fatores negativos externos e políticas que incentivem, principalmente, a concessão de crédito para modernização e desenvolvimento do setor, se fazem necessárias.

Palavras-chave: Produção de frango de corte. Eficiência. Produtividade. Análise Envoltória de Dados. Índice de Produtividade de Malmquist.

ABSTRACT

This research sought to analyze the efficiency and the productivity of Brazilian's broiler production, and its influence factors between the years of 2006 to 2008, utilizing Data Envelopment Analysis - DEA and Malmquist's Productivity Index. The data sources are "Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA Suínos e Aves" and "Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB", who give the production costs of the integrated stage away, by Brazilian state, for the three types of aviaries. For that matter, it has been chosen 24 units to be assessed from the eight main producer states, using each of the three types of aviaries. The results of DEA efficiency index shown that, within the three years, most of the units were technically inefficient, and that it is possible to increase the production as well as cut losses. Beyond that, they operate in inadequate scale. Dynamic analysis readings, with Malmquist's Productivity Index, shown that almost all units had their productivity index decreased within the three year span, motivated by technical efficiency decrease, but mainly caused by the technology negative discrepancy. These results, in general, might be related to the internal and external factors. In this context, measures to relieve external negative factors and stimulus policies, mainly credit grant to update and develop the sector, are needed.

Key-words: Broiler production. Efficiency. Productivity. Data Envelopment Analysis. Malmquist's Productivity Index.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Produção brasileira de carne de frango (milhões ton)	18
Figura 2 - Consumo per capita de carne de frango no Brasil (kg/hab/ano)	20
Figura 3 - Cadeia produtiva do frango de corte	27
Figura 4 - Eficiência técnica e alocativa com orientação a <i>input</i>	37
Figura 5 - Eficiência técnica e alocativa com orientação a <i>output</i>	39
Figura 6 - Representação das fronteiras CCR/RCE e BCC/RVE	46
Figura 7 - Índice de Produtividade de Malmquist com orientação a produto	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Evolução média dos coeficientes de produção de carne de frango	16
Tabela 2 - Evolução do consumo anual per capita de carne de frango	17
Tabela 3 - Produção mundial de carne de frango em 2012 (mil ton)	18
Tabela 4 - Exportação mundial de carne de frango em 2012 (mil ton)	19
Tabela 5 - Evolução da produção brasileira de carne de frango (mil toneladas)	20
Tabela 6 - Abates por estado com SIF – dados de 2001 e 2012	21
Tabela 7 - Produção brasileira de carne de frango (milhões ton)	22
Tabela 8 - Consumo brasileiro de carne de frango (milhões ton)	22
Tabela 9 - Exportação brasileira de carne de frango (milhões ton)	22
Tabela 10 - Região Sul e MG: Percentual das propriedades pesquisadas que utilizam equipamentos automatizados	33
Tabela 11 - Região Centro-Oeste: Percentual das propriedades pesquisadas que utilizam equipamentos automa.....	33
Tabela 12 - Dados gerais anuais, referentes aos <i>inputs</i> e <i>outputs</i> do período 2006 a 2008.....	52
Tabela 13 - Índices individuais de eficiência – CCR, BCC e Escala	54
Tabela 14 - Sumário do tipo de retorno de escala e da eficiência técnica pura das DMUs Conforme o modelo BCC/RVE	55
Tabela 15 - DMUs com ineficiência BCC/RVE - Produção efetiva e estimada, custos efetivos e estimados dos insumos (folgas)	56
Tabela 16 - Melhor e pior desempenho entre as DMUs em 2006 – Conforme o modelo BCC/RVE	57
Tabela 17 - Sumário do tipo de retorno de escala e da eficiência técnica pura das DMUs Conforme o modelo BCC/RVE	57
Tabela 18 - DMUs com ineficiência BCC/RVE - Produção efetiva e estimada, custos efetivos e estimados dos insumos (folgas)	58
Tabela 19 - Melhor e pior desempenho entre as DMUs em 2007 – Conforme o modelo BCC/RVE	59
Tabela 20 - Sumário do tipo de retorno de escala e da eficiência técnica pura das DMUs Conforme o modelo BCC/RVE	59
Tabela 21 - DMUs com ineficiência BCC/RVE - Produção efetiva e estimada, custos efetivos e estimados dos insumos (folgas)	60
Tabela 22 - Melhor e pior desempenho entre as DMUs em 2008 – Conforme o modelo BCC/RVE	61

Tabela 23 - Médias estaduais e trienais da eficiência.....	61
Tabela 24 - Índices fornecidos pelo modelo DEA Malmquist – 2006 a 2008.....	63
Tabela 25 - Sumário dos índices de Malmquist – Médias gerais – 2006 a 2008	65
Tabela A.1 - Valores anuais, efetivos e estimados, da produção e dos recursos usados pelas 24 DMUs - BCC/RVE	76

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.2 Objetivo Geral	12
1.3 Objetivos Específicos	12
1.4 Estrutura do Trabalho.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Evolução da Avicultura Brasileira	13
2.2 Panorama Atual do Setor	17
2.3 Projeções para os Próximos Anos	21
2.4 Origem e Conceito de Cadeia Produtiva	23
2.5 Cadeia Produtiva do Frango de Corte	25
2.6 Produção Integrada	28
2.7 A Tecnologia nos Aviários	30
2.8 Conceitos de Eficiência e de Produtividade	34
2.9 Conceitos de Eficiência	34
2.10 Medidas de Eficiência.....	36
<i>2.10.1 Eficiência Técnica e Alocativa com Orientação a Input</i>	<i>37</i>
<i>2.10.2 Eficiência Técnica e Alocativa com Orientação a Output</i>	<i>38</i>
2.11 Métodos para Determinar a Fronteira Eficiente	40
3 MÉTODO	42
3.1 Análise Envoltória de Dados - DEA	42
3.2 Modelo CCR/RCE Orientado a <i>Output</i>	43
3.3 Modelo BCC/RVE Orientado a <i>Output</i>	44
3.4 Índice de Produtividade Malmquist Orientado a <i>Output</i>	46
3.5 Parâmetros do Modelo	49
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	54
4.1 Resultados dos Modelos CCR e BCC Orientados a Produto	54
<i>4.1.1 Resultados de 2006</i>	<i>55</i>
<i>4.1.2 Resultados de 2007</i>	<i>57</i>
<i>4.1.3 Resultados de 2008</i>	<i>59</i>
4.2 Resultados do Índice de Malmquist Orientado a Produto	62
5 CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS	69

APÊNDICE A - VALORES DA PRODUÇÃO E DOS RECURSOS..... 76

1 INTRODUÇÃO

A avicultura no Brasil é uma atividade dinâmica que apresentou rápida evolução, principalmente a partir da década de 70 (RIZZI, 1993). Nos últimos anos, a carne de frango exibiu um notável crescimento nas vendas externas que superou a exportação das carnes bovina e suína. Atualmente, a produção brasileira de frangos é a terceira maior do mundo e tornou o país no principal exportador. Do total exportado dessa ave, mais da metade corresponde a frangos de corte.

No entanto, 70% de toda a produção nacional de frangos são destinados ao consumo interno. Seu crescimento depende basicamente da contínua elevação do poder de compra da classe mais pobre da população (JESUS JUNIOR et al., 2007). Para o autor, a carne de frango, entre outros fatores, destaca-se também pela constante disponibilidade no mercado e estabilidade dos preços. Ademais, a busca por alimentos mais saudáveis e nutritivos tem aumentado nos últimos tempos e, sob esta perspectiva, as carnes brancas, em especial a de frango, estão se destacando no mercado (LIMA; SIQUEIRA; ARAÚJO, 1995).

Diversos fatores contribuíram para que o setor alcançasse o patamar atual, mas é consenso na literatura que o progresso técnico e tecnológico foi o fator preponderante. As inovações na área de genética, nutrição, sanidade e no processo produtivo em geral possibilitaram a produção de aves com mais peso, em menos tempo e com menor consumo de ração. Destacam-se, porém, as melhorias ocorridas em manejo e ambiência, que aumentaram o bem-estar das aves nos aviários durante a etapa de criação e melhoraram o desenvolvimento delas. Dessa forma elevou-se a escala de produção, reduziram-se os custos e os preços de venda (RIZZI, 1993).

De acordo com Zilli (2003) e Garcia (2004), esses avanços proporcionaram ganhos de produtividade e eficiência. Tupy e Yamaguchi (1998) afirmam que a eficiência e a produtividade são indicadores de desempenho das unidades produtivas. Por isso, avaliar a eficiência operacional de uma organização pode ajudar a aperfeiçoar seu desempenho atual ou incorporar novas tecnologias a fim de incrementar a competitividade. Permite ainda observar a lacuna existente entre o nível de produção efetivo e a produção factível de uma tecnologia (KALIRAJAN, 1982 apud TUPY; YAMAGUCHI, 1998).

Os modelos de Análise Envoltória de Dados (DEA) e Índice de Produtividade de Malmquist são frequentemente utilizados para analisar a performance das mais variadas áreas. Na

avicultura de corte, no entanto, não foram encontrados muitos trabalhos que empregassem esta metodologia. Fez-se um exaustivo levantamento na base de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), usando as seguintes palavras-chave: *broiler; efficiency; productivity; Data Envelopment Analysis; Malmquist Index*; frango de corte; eficiência; produtividade; Análise Envoltória de Dados; e Índice de Malmquist. Identificaram-se somente quatro trabalhos, sendo três artigos internacionais e uma dissertação nacional.

No contexto internacional, a pesquisa de Chirinos González e Urdaneta (2007) é a que mais se assemelha a esta, em que as autoras avaliaram a eficiência da avicultura na etapa de engorda de frangos em propriedades rurais da Venezuela, por meio da DEA e do Índice de Malmquist. Outros dois estudos foram de Heidari, Omid e Akram (2011a; 2011b), que estimaram a eficiência dos agricultores iranianos no uso dos recursos energéticos para a produção de frango de corte e depois analisaram a eficiência econômica de unidades rurais produtoras de frango de corte, aplicando apenas a DEA. No Brasil, a dissertação de Carmo (2012) avaliou a eficiência da avicultura familiar no estado de Alagoas mediante a DEA.

Considerando a importância estratégica da eficiência e da produtividade e a inexistência de pesquisas sobre a eficiência e a produtividade da produção de frangos de corte a nível nacional, com a DEA e o Índice de Malmquist, este trabalho pretende ser de grande relevância ao contribuir para o suprimento da lacuna existente na literatura.

1.2 Objetivo Geral

Analisar a eficiência e a produtividade da produção de frangos de corte no Brasil e seus fatores influenciadores durante os anos de 2006 a 2008, utilizando a Análise Envoltória de Dados e o Índice de Malmquist.

1.3 Objetivos Específicos

- Analisar anualmente os índices de eficiência técnica e de escala das unidades com a DEA;
- Assinalar os fatores relacionados à eficiência e à ineficiência das unidades;

- Indicar os ajustes necessários às unidades que se mostrarem ineficientes tecnicamente, a cada ano, a fim de que se tornem eficientes;
- Identificar as escalas de operação das unidades, anualmente;
- Apontar as melhores e as piores práticas a cada ano;
- Avaliar os índices de produtividade, e os de seus componentes, das unidades nos três anos consecutivos com o Índice de Malmquist;
- Determinar as variações da produtividade e os fatores que motivaram as mudanças durante o período; e
- Especificar as melhores e as piores práticas ao longo do tempo.

1.4 Estrutura do Trabalho

O trabalho está estruturado em cinco capítulos, sendo esta introdução o primeiro deles. O segundo constitui o referencial teórico, em que se descreve a evolução da produção de frangos de corte brasileira, o cenário atual e as perspectivas futuras para a atividade, bem como a cadeia produtiva, a etapa da produção integrada e a tecnologia usada nos aviários. Esse capítulo aborda também os conceitos de eficiência e de produtividade, as maneiras de mensurar a eficiência e os métodos usados para isso.

Em seguida, no capítulo três, apresenta-se o método, com os modelos da Análise Envoltória de Dados e o Índice de Produtividade de Malmquist, usados na avaliação dos dados desta pesquisa, e os parâmetros destes modelos. No quarto capítulo discutem-se os resultados obtidos. E, por fim, a conclusão do estudo, no capítulo cinco.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Evolução da Avicultura Brasileira

Segundo Sorj, Pompermayer e Coradini (2008), a avicultura brasileira, inicialmente desenvolvida apenas para subsistência, transformou-se em atividade comercial especializada a

partir das décadas de 1920 e 1930 nos estados da região Sudeste, com predominância em São Paulo (CANEVER et.al, 1997).

A industrialização do setor se tornou mais significativa após a Segunda Guerra Mundial, quando os Estados Unidos começaram a exportar sua tecnologia e seu modelo de produção padronizado para o resto do mundo, inclusive para o Brasil (RIZZI, 1993).

De acordo com Sorj, Pompermayer e Coradini (2008), a produção industrial do frango de forma independente no país começou no final dos anos 50, uma vez que os produtores obtinham os insumos no mercado, engordavam os frangos e comercializavam para os frigoríficos, que os abatiam, sem que houvesse vínculos entre essas firmas (CANEVER et. al, 1997; CARLETTI FILHO, 2005; PEREIRA, MELO, SANTOS, 2007).

No fim dos anos 50 e começo dos 60, em Santa Catarina, iniciou-se o sistema de produção integrada, seguindo o padrão de gerenciamento utilizado nos Estados Unidos (CANEVER et. al, 1997; CARLETTI FILHO, 2005), que depois foi adotado pelos demais estados produtores e trouxe várias mudanças para o setor.

Rizzi (1993), ao analisar o desenvolvimento histórico da atividade, caracteriza os anos 70 como o período mais importante para a evolução da produção de carne de frango. Nessa década, de acordo com Canever et. al (1997), a atividade deixou de ser concentrada na região Sudeste e convergiu para o Sul do país, com Santa Catarina ganhando destaque na produção. Esse fato resultou em um novo modo de governança da cadeia do frango (CARLETTI FILHO, 2005). Algumas empresas de Santa Catarina, que produziam suínos e cereais, adotaram a avicultura como forma de diversificação e foram incentivadas pela oferta de crédito e disponibilização de tecnologias importadas (CANEVER et. al, 1997).

Elementos sociais e mercadológicos também colaboraram para o estabelecimento das indústrias de aves na região Sul, tais como: a potência do setor empresarial, o aumento da renda por habitante e a estrutura fundiária regional (CANEVER et. al, 1997). Além disso, a experiência dos imigrantes italianos e alemães na criação de animais de pequeno porte, cujas colônias eram preponderantes na região, propiciou o modelo de produção com criadores e indústrias se relacionando contratualmente, ou seja, de forma integrada (CANEVER et. al, 1997).

Ademais, Canever et. al (1997) acrescentam que a proximidade entre as empresas as fortaleceu e estimulou a concentração geográfica, levando-as ao melhoramento do processo produtivo e das técnicas de manejo.

O progresso tecnológico foi um dos fatores de maior relevância para a atividade, que gerou inovações nas áreas de genética, nutrição, sanidade, ambiência, manejo e no processo produtivo em geral. Estas transformações possibilitaram a redução dos custos de produção, assim como a queda no preço de venda, o aumento na escala e a diversificação do mix de produtos para atender às novas demandas (RIZZI, 1993).

Para ilustrar os fatos, pode-se citar o campo da alimentação animal, cuja informatização total da etapa de fabricação da ração, bem como a diversificação da matéria-prima, possibilitando o uso de insumos alternativos mais vantajosos, foram passos muito importantes para a atividade nos anos 70 (RIZZI, 1993).

Além disso, a política agrícola fomentou o crédito para a instalação de aviários, de frigoríficos e para a comercialização, impulsionando o crescimento e a modernização do setor (RIZZI, 1993). E com os estímulos recebidos para o desenvolvimento, a avicultura tornou-se a principal atividade do ramo industrial de carnes (RIZZI, 1993) - tanto que, em 1975, o Brasil passou a exportar carne de frango, atingindo aproximadamente 20% do mercado internacional durante a década de 80 (CANEVER et. al, 1997).

Segundo Carletti Filho (2005), nos anos 80 também aconteceu o movimento de expansão da nova fronteira agrícola. Com isso, percebeu-se uma migração das indústrias avícolas para outras regiões do país, principalmente para o Centro-Oeste, buscando-se uma proximidade com os fornecedores de matéria-prima para a ração. Essa localização estratégica representou uma redução nos custos de produção (CARLETTI FILHO, 2005).

Entretanto, Canever et. al (1997) descrevem que nessa mesma década a produção avícola brasileiro passou por um período de crise, devido à recessão econômica acontecida no país e ao aumento da concorrência das exportações subvencionadas dos Estados Unidos e Comunidade Europeia.

Mas, ainda durante os anos 80, o setor continuou o crescimento, motivado por novas demandas da sociedade, que passou a buscar produtos com maior valor agregado, como o frango em cortes (CANEVER et. al, 1997), cuja produção se iniciou a partir de 1985 (RIZZI, 1993).

Em linhas gerais, Espíndola (2012) esclarece que até o fim da década de 1980, em todos os setores da cadeia produtiva do frango, houve um empenho por parte das instituições brasileiras, públicas e privadas, em consolidar as atividades internas para promover o desenvolvimento de tecnologia nacional. A princípio, adquiriram-se pacotes tecnológicos, que

depois foram absorvidos e aprimorados, promovendo inovações nos processos e produtos. Somou-se a isso o conhecimento já existente, a experiência e os incentivos governamentais (ESPÍNDOLA, 2012).

Nos anos 90, acontecimentos econômicos e políticos, como a abertura da economia brasileira e a estabilização da inflação, motivaram o aumento do poder de concorrência da agroindústria (CANEVER et. al, 1997).

Para Espíndola (2012), nesse período ocorreu um retrocesso, pois as empresas nacionais deixaram de produzir tecnologia e voltaram a adquirir pacotes tecnológicos fechados de empresas estrangeiras, desnacionalizando diversos segmentos dessa cadeia de produção.

Mesmo assim, Canever et. al (1997) e Carletti Filho (2005) concordam que as transformações pelas quais passou o setor ao longo do tempo, no âmbito organizacional e tecnológico, proporcionaram uma maior produtividade, eficiência e competitividade à avicultura brasileira, permitindo não só a permanência no mercado, mas colocando o Brasil no *ranking* dos maiores produtores de frangos do mundo.

Como resultado dessas mudanças, pode-se citar o ganho de produtividade percebido no decorrer dos anos. Na década de 1930, segundo a Tabela 1, o tempo médio para produzir um frango de 1,5 kg era de 105 dias e, em 2009, já era possível obter uma ave de 2,4 kg em 41 dias, reduzindo-se à metade a relação entre consumo de alimento e ganho de peso (conversão alimentar).

Tabela 1- Evolução média dos coeficientes de produção de carne de frango

Ano	Peso frango vivo/kg	Conversão alimentar	Idade de abate dias
1930	1,5	3,5	105
1950	1,6	2,25	70
1970	1,7	2,15	49
1990	2,0	1,90	45
2000	2,25	1,88	43
2009	2,4	1,76	41

Fonte: Rizzi, 1993; União Brasileira de Avicultura – UBA, 2009 - Elaboração própria.

Em relação à produção nacional, esta passou das 217 mil toneladas de carne de frango nos anos 70, para 5,97 milhões de toneladas em 2000 (UBA, 2009). Este salto permitiu que o país

ocupasse a segunda colocação no *ranking* dos maiores produtores mundiais, entre os anos de 1986 e 1992, com os Estados Unidos na liderança (RIZZI, 1993).

Tabela 2 - Evolução do consumo anual per capita de carne de frango

Ano	Consumo (kg/hab/ano)
1960	0,4
1970	2,3
1980	8,7
1990	13,4
2000	29,91

Fonte: Rizzi, 1993; UBA, 2012 - Elaboração própria.

Quanto ao consumo anual, conforme a Tabela 2, na segunda metade da década de 1960 era de 0,4 kg per capita, passando rapidamente para 2,3 kg na década de 70 e chegando a 29,91 em 2000. Estes números mostram que a carne de frango conquistou a preferência dos consumidores, que antes optavam por comer outros tipos de carne, sobretudo, por serem mais baratos (RIZZI, 1993).

2.2 Panorama Atual do Setor

Em 2012, segundo a União Brasileira de Avicultura - UBA (2013), a produção mundial de carne de frango chegou a 82,31 milhões de toneladas, apresentando aumento de quase 2% em relação ao ano anterior.

Como mostra a Tabela 3, no *ranking* dos principais países produtores de frango, o Brasil se manteve na terceira posição, com 12,64 milhões de toneladas, atrás apenas da China com 13,7 milhões de toneladas e dos Estados Unidos que é o maior produtor mundial com 16,47 milhões de toneladas (UBA, 2013).

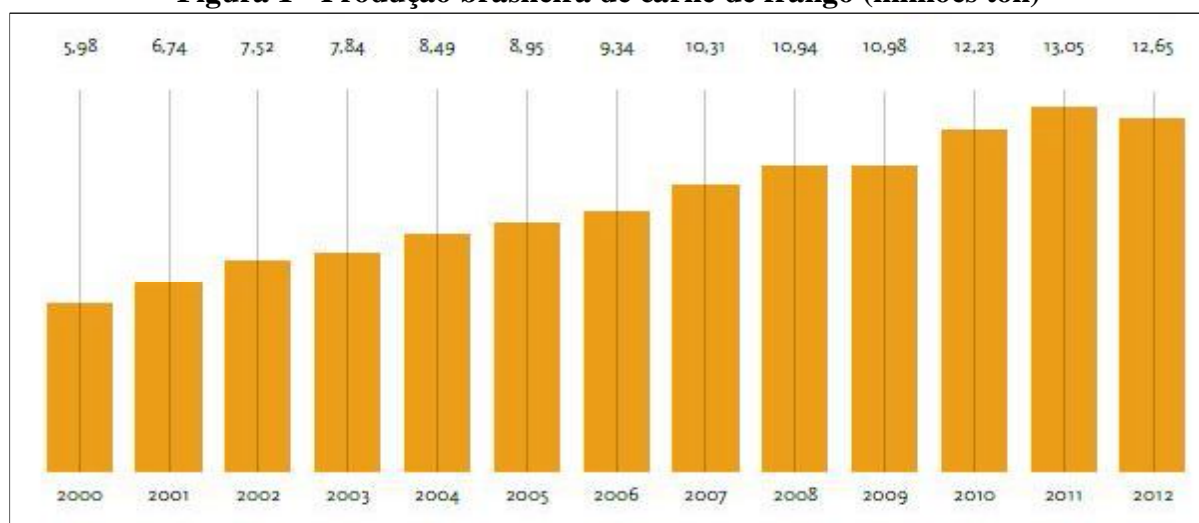
Tabela 3 - Produção mundial de carne de frango em 2012 (mil ton.)

País	Produção
EUA	16.476
China	13.700
Brasil	12.645
União Europeia - 27	9.480
Índia	3.160
Outros	26.856
Total	82.317

Fonte: UBA, 2013 - Elaboração própria.

Apesar de o Brasil ter conseguido manter sua colocação, em 2012 o setor nacional enfrentou dificuldade na obtenção de matéria-prima para fabricar ração (UBA, 2013). Devido à estiagem na região Sul, o preço da soja aumentou em mais de 100% nas principais praças. Outro acontecimento impactante foi a quebra da safra do milho nos Estados Unidos, que resultou em elevação superior a 40% nos preços do grão, durante a safra. Como consequência desses fatos, houve queda de 3% na produção brasileira de carne de frango, comparada a 2011 (UBA, 2013), como pode observar-se na Figura 1.

Mesmo assim, o país obteve um dos melhores resultados produtivos dos últimos anos (Figura 1), permanecendo como maior exportador mundial (Tabela 4), com 3,91 milhões de toneladas comercializadas, auferindo receita de US\$ 7,7 bilhões, seguido dos Estados Unidos e da União Europeia, com, respectivamente, 3,21 e 1,08 milhões de toneladas (UBA, 2013).

Figura 1 - Produção brasileira de carne de frango (milhões ton)

Fonte: UBA, 2013

Tabela 4 - Exportação mundial de carne de frango em 2012 (mil ton)

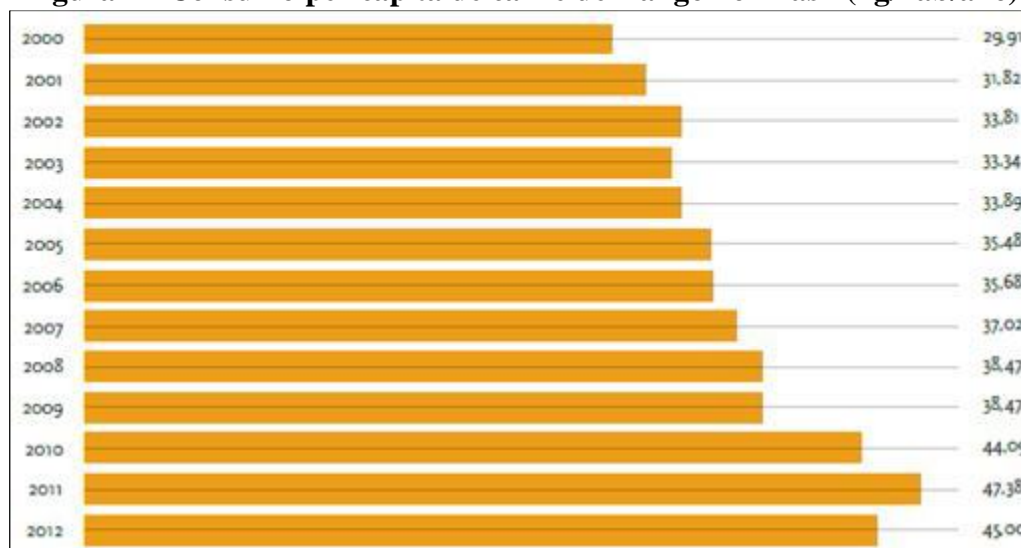
País	Produção
Brasil	3.918
EUA	3.211
União Europeia – 27	1.080
Tailândia	540
China	400
Outros	1.152
Total	10.301

Fonte: UBA, 2013 - Elaboração própria.

A fim de evidenciar o bom desempenho e a importância das exportações brasileiras desse produto durante o período de 2006 a 2011, o Banco Central do Brasil – BACEN (2012) mostra que as vendas externas de frango apresentaram elevação de 141,9%, que constitui uma taxa muito superior a das carnes bovina (33%) e suína (29,9%). Ao longo dos referidos anos, enquanto o segmento de carnes manteve, em média, uma participação de 5% nas vendas externas totais do país, o frango passou de 2,1% em 2006, para 2,8% em 2011, representando a maior parcela dentro do setor (BACEN, 2012).

O principal comprador da carne de frango brasileira é o Oriente Médio, que em 2012 importou 1,39 milhão de toneladas e gerou receita cambial de US\$ 2,62 bilhões (UBA, 2013). Mas, o restante da Ásia também adquire esse produto do Brasil, constituindo o segundo maior importador ao obter 1,13 milhão de toneladas, cuja receita foi de US\$ 2,39 bilhões. Assim como as demais partes da África, que negociaram a quantidade de 598 mil toneladas, totalizando um volume financeiro de US\$ 822 milhões, posicionando-se como o terceiro maior mercado importador da carne de frango brasileira. O Brasil comercializa ainda para a União Europeia e demais países da Europa, que não fazem parte deste grupo, além das Américas e Oceania (UBA, 2013).

Esses números consolidam a carne de frango como um dos principais produtos exportados pelo Brasil, com destaque à produção de frangos de corte que conquistou 54,71% das exportações de carne de frango em 2012, o equivalente a US\$ 4,3 bilhões (UBA, 2013). Depois vêm os frangos inteiros com 36,18%, seguidos dos produtos industrializados, 4,6%, e dos salgados, 4,51% (UBA, 2013).

Figura 2 - Consumo per capita de carne de frango no Brasil (kg/hab/ano)

Fonte: UBA, 2013

Referente ao mercado interno, conforme a Figura 2, em 2011 o setor de carne de frango bateu recorde no consumo per capita ao atingir 47,38 kg/ano. Porém, em 2012, esse número caiu para 45 kg. Ainda assim, houve aumento de 50,45% entre 2000 e 2012, tendo em vista que em 2000 registrou-se o consumo anual de 29,91 kg de frango por habitante (UBA, 2013).

Tabela 5 - Evolução da produção brasileira de carne de frango (mil toneladas)

Ano	Produção (em mil ton)	Consumo (em mil ton)	Exportação (em mil ton)
1970	217	217	0
1980	1.230	1.083	167
1990	2.356	2.057	299
2000	5.977	5.070	907
2010	12.230	8.410	3.820
2012	12.645	8.725	3.920

Fonte: UBA, 2009, 2012, 2013 - Elaboração própria.

Os números apontam o importante crescimento que o Brasil teve nesse setor produtivo ao longo dos últimos 42 anos. Conforme pode ser conferido na Tabela 5, a produção de carne de frango passou de 217 mil toneladas, em 1970, para os já citados 12,64 milhões de toneladas, em 2012. Além disso, se em 1970 tudo o que se produzia destinava-se ao consumo interno, em 2012, 69% do total produzido foi para o consumo interno e 31% para exportação (UBA, 2013).

Tabela 6 - Abates por estado com SIF – dados de 2001 e 2012

	Estado	Participação % 2001	Estado	Participação % 2012
1º	Paraná	23,81	Paraná	30,39
2º	Santa Catarina	22,78	Santa Catarina	17,29
3º	Rio Grande do Sul	19,43	Rio Grande do Sul	14,12
4º	São Paulo	15,10	São Paulo	12,86
5º	Minas Gerais	7,28	Minas Gerais	7,20
6º	Mato Grosso do Sul	3,93	Goiás	6,45
7º	Goiás	2,64	Mato Grosso	4,73
8º	Mato Grosso	1,74	Mato Grosso do Sul	2,80
	Outros	3,39	Outros	4,17

Fonte: UBA, 2001, 2013 - Elaboração própria.

Hoje, os principais estados produtores de frango de corte se concentram nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Juntos, no ano de 2012, eles responderam por 95,84% da produção nacional (UBA, 2013). Na Tabela 6, estes estados estão especificados de acordo com suas participações no total de abates com registro do Serviço de Inspeção Federal - SIF, em 2001 e 2012.

2.3 Projeções para os Próximos Anos

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA realiza periodicamente projeções para o agronegócio brasileiro, visando apontar possíveis rumos do desenvolvimento do país e oferecer informações para a elaboração de políticas públicas do setor. As estimativas mais recentes, de 2011/12 a 2021/22, abrangeram 26 produtos, entre eles as carnes (BRASIL, 2012).

A expectativa é que nos próximos anos esse segmento apresente acentuado progresso, principalmente na produção de carne de frango, cuja taxa anual de crescimento está estimada em 4,2%, à frente da bovina, com 2,1%, e suína, 2,0%. Para Brasil (2012), todos esses valores são considerados satisfatórios para atender à demanda interna e externa.

Tabela 7 - Produção brasileira de carne de frango (milhões ton)

Ano	Projeção	Real
2011/12	13,02	13,05
2012/13	14,31	12,65
2013/14	15,04	-
2021/22	20,33	-

Fonte: Brasil, 2012; UBA, 2013 - Elaboração própria.

É possível observar na Tabela 7 que a projeção da produção de frango, feita para 2011, foi muito próxima da produção efetiva. Mas, em 2012, o resultado ficou aquém do esperado, devido aos problemas enfrentados no setor de grãos, citados anteriormente. Para 2013, a expectativa de produção está em torno de 15 milhões de toneladas e, em longo prazo, a previsão é atingir cerca de 20 milhões de toneladas no ano de 2021.

Tabela 8 - Consumo brasileiro de carne de frango (milhões ton)

Ano	Projeção	Real
2011/12	9,72	9,10
2012/13	9,97	8,72
2013/14	10,55	-
2021/22	12,79	-

Fonte: Brasil, 2012; UBA, 2012, 2013 - Elaboração própria.

Quanto ao consumo, Brasil (2012) revela o aumento da preferência pela carne de frango, com elevação de 2,7% ao ano, no período de 2011/12 a 2021/22, seguida pela carne bovina e suína. Contudo, de acordo com a Tabela 8, tanto em 2011 quanto em 2012, os valores obtidos foram inferiores ao projetados, contrariando as avaliações iniciais.

Tabela 9 - Exportação brasileira de carne de frango (milhões ton)

Ano	Projeção	Real
2011/12	4,19	3,94
2012/13	4,33	3,92
2013/14	4,51	-
2021/22	5,65	-

Fonte: Brasil, 2012; UBA, 2013 - Elaboração própria.

Na exportação, estão previstos altos índices de expansão para os três tipos de carne verificados. A expectativa é de que o frango tenha um aumento de 3% ao ano até 2021, alcançando 5,65 milhões de toneladas em vendas para o mercado externo, de acordo com a Tabela 9. Mas, nos dois anos anteriores, as negociações realizadas foram menores do que o esperado.

2.4 Origem e Conceito de Cadeia Produtiva

As atividades agrícolas passaram a ser vistas de forma sistêmica, e não mais como atividades isoladas, a partir do trabalho de Davis e Goldberg (1957), quando estes apresentaram a noção de *agribusiness*, primeiro termo criado para definir todo o contexto ligado às relações agroindustriais.

Davis e Goldberg (1957) afirmam que a visão de agricultura como uma indústria já era adequada há 150 anos, quando as famílias rurais ampliaram a sua produção agrícola e pecuária, fabricavam todos os insumos usados na atividade e processavam os próprios alimentos e fibras, vendendo o excedente para a comunidade. Esses autores descrevem ainda que, após a revolução tecnológica, os fazendeiros especializaram-se e passaram a produzir comercialmente, ficando encarregados apenas pela agricultura e criação animal.

A produção dos insumos e implementos agrícolas, a armazenagem, o processamento e a distribuição dos produtos tornaram-se responsabilidade das empresas fora da fazenda (DAVIS; GOLDBERG, 1957). Mas, mesmo com a separação e a especialização das atividades, elas ainda estavam interligadas, pois uma etapa dependia da outra para formar o produto final (DAVIS; GOLDBERG, 1957).

Assim, *agribusiness* pode ser entendido como o conjunto de todas as ações do processo produtivo, desde a elaboração dos insumos, passando pelas atividades das propriedades rurais, até chegar ao produto pronto para o consumo.

Posteriormente, este conceito foi inserido no Brasil e recebeu o nome de agronegócios, que, por ser de fácil adoção na formulação de estratégias organizacionais e por sua simplicidade teórica, também se tornou bem sucedido e amplamente difundido (ZYLBERSZTAJN, 2005).

Entretanto, conforme Castro, Lima e Cristo (2002), a ideia de agronegócios tornou-se muito extensa e, por vezes, inadequada à elaboração e gestão de planos setoriais. Dessa forma, o

agronegócio foi dividido em subsistemas de operações agrícolas, que ficaram conhecidos como cadeias produtivas (CASTRO; LIMA; CRISTO, 2002). Os autores afirmam que os primeiros trabalhos desenvolvidos sob essa perspectiva foram identificados nos anos 80, mas tiveram grande disseminação na década de 90, sendo o conceito de cadeia produtiva incorporado a diversos setores.

Outros autores, como Favero (1996), consideram que os primeiros estudos sobre esse assunto se deram nos Estados Unidos, no fim dos anos 50, com a denominação de *filière*¹. Enquanto Labonne (1987) e Batalha (1997) defendem que seu surgimento ocorreu na França, na década de 60. Corroborando a última ideia, Morvan (1985 apud BATALHA, 2001) afirma que este é um conceito elaborado na escola de economia industrial francesa, em meados dos anos 1960.

Para Morvan (1985 apud BATALHA, 2001), *filière* ou cadeia de produção é uma estrutura que consiste em sucessões de atividades, cujo objetivo é transformar determinado recurso *in natura* em produto final. Além disso, os atores são interdependentes ou complementares em suas ações, regidas por forças hierárquicas (MORVAN, 1985 apud BATALHA, 2001). Zylbersztajn (2005) reafirma estes aspectos, colocando a dependência entre os elos da estrutura como uma consequência de atos estratégicos ou governamentais e destaca o foco no processo produtivo.

Segundo Castro, Lima e Cristo (2002), na cadeia produtiva, os agentes envolvidos se relacionam por meio de trocas de material, de capital e de informação, visando atender às necessidades de um mercado consumidor.

As cadeias são divididas em três subsistemas: de produção, de transferência e de consumo. O primeiro abrange as atividades da indústria de insumos e produção agropastoril; no segundo, estão inseridas as operações industriais, de armazenagem e transporte; e, por fim, o mercado (ZYLBERSZTAJN, 2005).

Assim, Batalha (1997) sintetiza o entendimento de cadeia de produção como:

- a) Sequência de atividades de transformação separáveis, porém, interligadas tecnicamente;
- b) Conjunto de relações comerciais e financeiras entre todos os elos da cadeia;
- c) Conjunto de operações econômicas que coordenam o processo produtivo e as relações entre os participantes.

¹ *Filière* é uma palavra francesa, traduzida por Batalha (1997) como cadeia de produção.

De modo geral, uma cadeia produtiva agropecuária é composta por empresas fornecedoras de matéria-prima para a produção agrícola ou agroindustrial; propriedades rurais; agroindústrias; entidades de comércio atacadista e varejista; e o consumidor final, todos interligados formando um sistema (CASTRO; LIMA; CRISTO, 2002).

A cadeia produtiva do frango de corte segue basicamente a mesma estrutura dos demais setores produtivos agropecuários, porém possui algumas peculiaridades. Na próxima Seção, explica-se brevemente a constituição dessa cadeia, aprofundando-se na relação entre o produtor e a agroindústria.

2.5 Cadeia Produtiva do Frango de Corte

Na cadeia produtiva do frango, o Brasil possui uma tecnologia bastante moderna, a ponto de obter patamares de produtividade semelhantes a países mais avançados, em especial na avicultura de corte (RICHETTI; SANTOS, 2000). Os altos níveis de desenvolvimento industrial e de criação das aves, combinados com a genética, proporcionam a evolução das taxas de conversão alimentar, precocidade e sobrevivência (RICHETTI; SANTOS, 2000).

Na área da genética, por exemplo, hoje é possível desenvolver um frango com as características desejadas, buscando obter maior rendimento em partes nobres, como coxa, peito e sobrecoxa. Em ambiência, as indústrias do país possuem sistemas automáticos de controle de temperatura, umidade e provimento de ração e água, proporcionando um ambiente favorável ao aperfeiçoamento do coeficiente alimentar do frango. Além disso, é possível controlar o desenvolvimento das aves por meio de incubadores e nascedouros eletrônicos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGO – ABEF, 2004).

Diversos fatores colaboram para que o Brasil tenha um bom desempenho na avicultura. Entre eles está o clima e o meio ambiente favoráveis à atividade, além de um eficaz sistema integrado de produção e da autossuficiência no fornecimento de grãos, que são a matéria-prima para elaborar a alimentação das aves (ABEF, 2004).

Inclusive, conforme Carletti Filho (2005), o cultivo de milho e soja constitui o primeiro elo da cadeia de produção do frango. Estes grãos servem de insumos nas indústrias de ração e óleo, que podem vender seus produtos diretamente no mercado ou ainda, no caso das fábricas de

ração, às granjas de aves e suínos. No entanto, para Gordin e Michels (2003) e Araújo et. al (2008), é o avozeiro que representa o elo inicial².

Na próxima etapa da cadeia é feita a análise genética das linhagens dessas aves (Carletti Filho, 2005) e o cruzamento delas (Gordin; Michels, 2003), originando as matrizes. No matrizeiro, essas matrizes geram os ovos que, posteriormente, serão as aves de um dia. Esses ovos são encaminhados para o incubatório, onde recebem atenção especial e acompanhamento constante, a fim de garantir que atinjam um padrão em tamanho, saúde e qualidade. Depois são chocados e enviados ao nascedouro (GORDIN; MICHELS, 2003).

Após um dia de nascidos, os animais são levados aos aviários para serem criados e engordados até a época do abate. Essa fase é regida pelo contrato de integração entre o produtor rural e o frigorífico (CARLETTI FILHO, 2005; GORDIN; MICHELS, 2003).

O próximo elo da cadeia é o frigorífico ou abatedouro. Nesse estágio os frangos são abatidos e passam por inúmeras etapas até ficarem prontos para o consumo, podendo ser comercializados inteiros ou em cortes (CARLETTI FILHO, 2005; GORDIN; MICHELS, 2003).

Depois disso, os produtos são repassados ao mercado varejista e ao mercado consumidor. No mercado varejista, Gordin e Michels (2003) incluem as organizações exportadoras e esclarecem que o comércio atacadista não é classificado como um elo específico da cadeia, tendo em vista que, comumente, o frigorífico exerce essa função. Em relação ao consumidor, são considerados tanto os do mercado interno quanto os do externo (GORDIN; MICHELS, 2003).

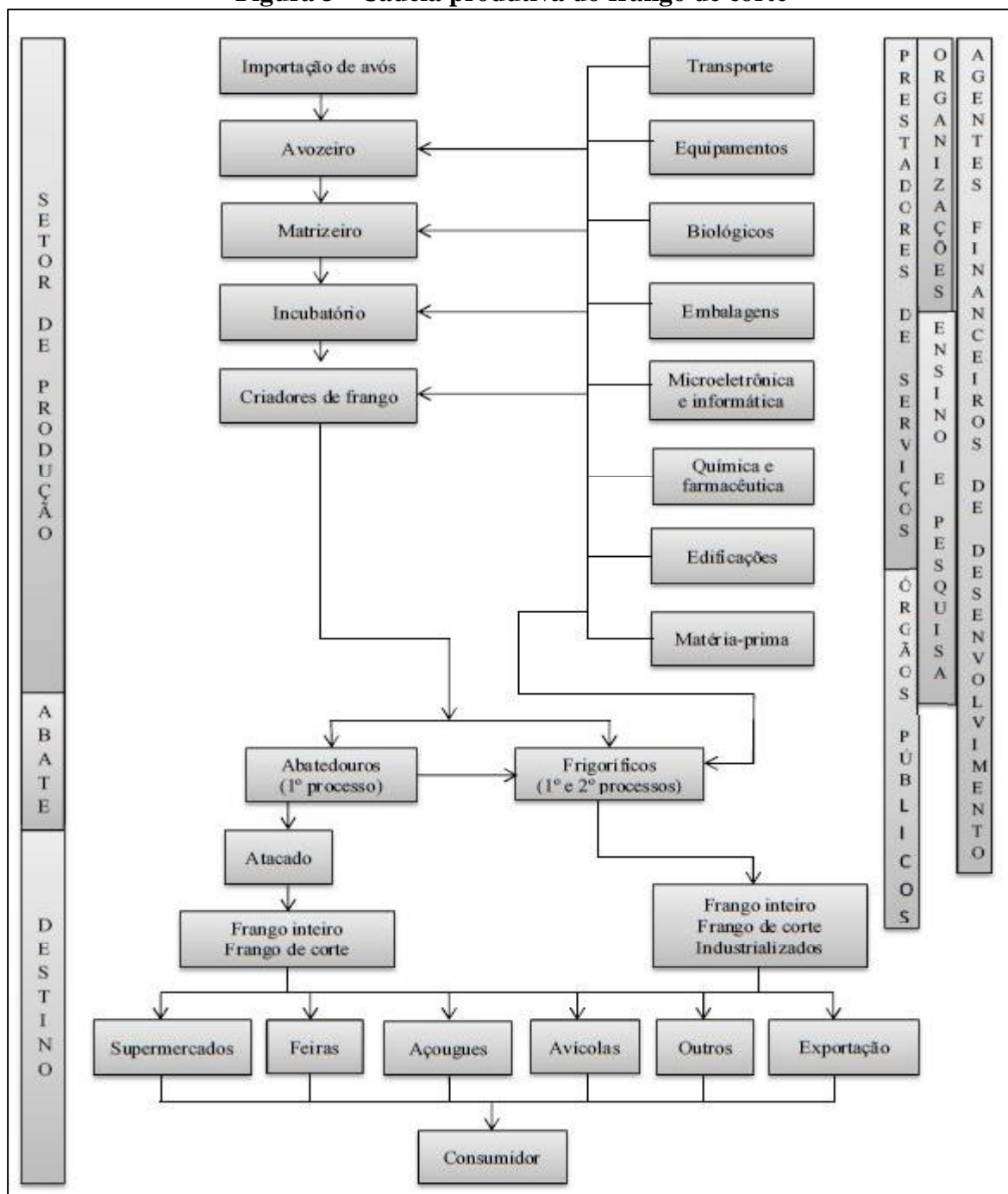
Segundo Carletti Filho (2005), a cadeia do frango abrange também cooperativas, sindicatos, associações de classe e governo. E, consoante Gordin e Michels (2003), as áreas de pesquisa e desenvolvimento genético, medicamentos, alimentação e demais insumos necessários para o processo produtivo formam a cadeia auxiliar. Isso justifica a não consideração, por parte dos autores, do estágio de produção dos grãos como o primeiro elo da cadeia principal, conforme explicitado anteriormente.

Gordin e Michels (2003) esclarecem ainda que os avozeiros, matrizeiros e incubatórios são etapas que podem pertencer à mesma empresa ou grupo, mas não obrigatoriamente. No caso dos aviários, estes sempre serão propriedade dos produtores rurais.

² Avozeiro é o local onde ficam as galinhas avós. As galinhas avós originam-se dos ovos importados de linhagens avós, que são cruzadas para gerar as matrizes (ARAÚJO et. al, 2008).

Carletti Filho (2005) acrescenta que, na etapa de reprodução, o material genético é trazido do exterior e depois utilizado pelas integradoras ou por outra empresa encarregada pela produção das matrizes.

Figura 3 - Cadeia produtiva do frango de corte



Fonte: Adaptado de Dörr, 2003 apud Carletti Filho, 2005

A Figura 3 representa todos os elos que compõem a cadeia produtiva do frango, desde os processos iniciais até o consumidor final, descritos nesta pesquisa.

2.6 Produção Integrada

O modelo de integração, segundo Ziebert e Shikida (2004), pode ser de dois tipos:

- a) Integração vertical ou verticalização – quando a empresa processadora assume mais de uma fase da produção, a fim de garantir que os procedimentos sejam executados de acordo com as especificidades desejadas, minimizando riscos e incertezas; e
- b) Produção integrada – denominação popular dada à produção feita em parceria entre a firma integradora (indústrias do setor) e o integrado (produtor rural), unidos por um contrato que rege a relação.

Araújo et. al (2008) concordam com a existência dessas duas modalidades, mas, na visão destes autores, na integração vertical a agroindústria assume todo o processo produtivo, com capital e mão de obra próprios. E acrescentam que, na produção integrada, cada parte é responsável por uma etapa produtiva e pelo fornecimento de determinados recursos.

Já Zylbersztajn (1995) coloca que a estruturação vertical do sistema produtivo pode acontecer por meio de contratos, que regem a relação entre os vários elos da cadeia de produção, ou ainda, como integração vertical completa. Sendo assim, o autor não utiliza as mesmas denominações dos anteriores, mas segue o mesmo conceito.

Williamson (1985) considera a integração vertical uma estratégia de redução de custos de transação que, conseqüentemente, leva ao aumento da eficiência. Todavia, Figueiredo et al. (2006) e Richetti e Santos (2000) afirmam que, atualmente, a avicultura brasileira é baseada na produção integrada.

Nessa forma de produção, Souza (1999) menciona que o tipo de parceria acordada entre os agentes e a maneira como ela é administrada definirá as obrigações das partes, no que se refere aos recursos a serem fornecidos pelas mesmas, bem como suas respectivas responsabilidades no processo produtivo. Então, conforme o autor, o contrato pode ser uma ferramenta adequada para gerir esse relacionamento.

Inclusive, Zylbersztajn (2005) destaca que os contratos são relevantes mecanismos de coordenação dos sistemas agroindustriais. E são também importantes no estudo de Goldberg

(1968), pois ele declara que as relações contratuais servem como instrumentos de apoio na produção integrada, deixando as atividades de estarem todas sob o domínio de uma única empresa.

Ainda assim, Carletti Filho (2005) acredita ser interessante para uma cadeia, inclusive no caso do frango de corte, que haja um agente coordenando algumas atividades, principalmente por questões estratégicas.

Williamson (1985) e Coase (1937) são autores que estudaram a fundo os contratos e seu papel nas empresas e nas negociações. Para Williamson (1985), as firmas são regidas por um conjunto de contratos que regulamentam as transações, sendo estas as transformações de bens ou serviços, mediante interface tecnologicamente separável, ou seja, etapas produtivas dissociáveis.

Coase (1937) define contrato como um meio para obter determinada remuneração, fixa ou variável, no qual é acordado obedecer às determinações no prazo fixado. A essência do contrato está em estabelecer limites de poder dado ao empresário. Todas as atividades que estiverem dentro desses limites podem ser exercidas por ele.

Nos contratos que conduzem a relação entre integradora e integrado são determinados os modos de produção e comercialização do produto (RICHETTI; SANTOS, 2000). Dessa forma, a integração, por meio de contrato, diminui os riscos do negócio e oferece proveito para ambas as partes. No entender de Figueiredo et al. (2006), o integrador se beneficia por não precisar dispor de estrutura produtiva, que gera imobilização de capital, nem de mão de obra, que ocasiona custos com obrigações trabalhistas. O integrador também é favorecido ao ter o fornecimento das aves assegurado pelo contrato.

Para o integrado, Figueiredo et al. (2006) citam a segurança financeira como vantagem, tendo em vista que, se o produtor tiver que ofertar seu produto no mercado, arrisca não conseguir vendê-lo ou não obter um preço justo, por exemplo, além dos subsídios fornecidos pelo integrador, que serão especificados adiante.

A Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frango – ABEF (2004) expõe que o sistema integrado de produção oferece também vantagens competitivas, tais como:

- a) Reduzido/baixo custo de produção;
- b) Tecnologia, qualidade e inovação no processo produtivo, com rígida supervisão sanitária;
- c) Organizações certificadas internacionalmente;
- d) Capacidade de atendimento à demanda por produtos específicos do mercado consumidor.

Ziebert e Shikida (2004) salientam a necessidade de elaborar contratos que levem seus atores a se relacionarem cooperativamente, em prol da valorização do produto final. Por isso, além dos benefícios, ambas as partes assumem obrigações no processo produtivo.

Portanto, de acordo com Richetti e Santos (2000), as agroindústrias são responsáveis pelos seguintes insumos e etapas: fornecimento da ave de um dia, ração, vacinas e medicamentos, assistência técnica, transporte, industrialização, armazenamento, comercialização, distribuição e controle do processo de tomada de decisão. São elas também que definem a tecnologia produtiva empregada na atividade, coordenando toda a produção integrada do frango de corte.

Segundo a ABEF (2004), a agroindústria (integradora) orienta o produtor (integrado) nas funções abaixo:

- Construção e instalação dos aviários, bem como dos equipamentos;
- Treinamento de manejo;
- Balanceamento da ração, com milho (66%) e soja (24%);
- Acompanhamento veterinário;
- Entrega das aves para abate, no prazo e peso adequados; e
- Escalas de abate e tamanho das aves para mercados distintos.

Os produtores são encarregados de prover a produção com as instalações apropriadas, compostas por galpões, utensílios, equipamentos, energia, água, silos para armazenar a ração, além de fornecer a mão de obra para desempenhar as atividades diárias. Os criadores também ficam incumbidos da higienização e desinfecção da área, acatando todas as orientações técnicas da indústria e demais recomendações contratuais (RICHETTI; SANTOS, 2000).

Richetti e Santos (2000) frisam que, para que os criadores se adequem às necessidades das agroindústrias, alguns dos principais itens são o galpão equipado, a higiene e o manejo adequados da criação e das instalações. Essa fase é fundamental para o sucesso de toda a produção.

2.7 A Tecnologia nos Aviários

Os aviários se diferenciam em relação aos equipamentos e infraestrutura, entretanto, segundo Gordin e Michels (2003), todos possuem dimensões parecidas, o que faz com que tenham capacidades de produção semelhantes.

A quantidade de frangos a serem alojados define o tamanho do aviário, que varia entre 12.000 e 24.000 aves (GORDIN; MICHELS, 2003). De acordo com Richetti e Santos (2000), algumas integradoras requerem que os aviários tenham, no mínimo, 1.200 m², com capacidade para 12.000 a 14.000 aves, pois nesse espaço é possível aproveitar melhor a mão de obra, reduzindo o tempo e o custo das atividades de manejo. Mas, o mais adequado é que sejam agrupados 12 frangos por m², assim, um galpão com dimensão total de 1.440 m² comporta, aproximadamente, 17.000 aves (GORDIN; MICHELS, 2003).

Nos aviários, os frangos precisam de uma série de cuidados a fim de garantir seu bem-estar e, principalmente, para assegurar que a taxa de mortalidade seja a mais reduzida possível. Entre os diversos fatores que podem influenciar na criação, a temperatura do ambiente constitui um dos mais importantes, pois qualquer alteração fora do normal pode acarretar grandes perdas no plantel. Por isso, faz-se necessário o aquecimento nos aviários, por meio de sistemas centrais ou locais, com funcionamento elétrico, a lenha, a gás ou outras alternativas (aquecimento solar e biogás, por exemplo) (ESPÍNDOLA, 2012; GORDIN; MICHELS, 2003).

Além disso, os aviários devem conter, basicamente, bebedouros e comedouros automáticos ou manuais, ventiladores, nebulizadores e termômetros. Alguns aviários possuem ainda equipamentos automáticos, com termostato para regular a temperatura, sem que pessoas precisem intervir. Outros mais modernos possuem paredes que conservam a umidade para garantir a qualidade do ar (GORDIN; MICHELS, 2003).

Canever et al. (1998) consideram que existem três principais tipos de aviários utilizados na produção de frango de corte e os descrevem a seguir:

- a) Manuais: empregam comedouros tubulares, bebedouros pendulares, cortinas de ráfia e a calefação é feita com campânulas a gás de operação manual.
- b) Automatizados: caracterizam-se por possuir comedouros tuboflex, bebedouros nipple, cortinas de ráfia e campânulas a gás sensorizadas.
- c) Climatizados: compostos por equipamentos computadorizados que regulam temperatura, umidade e velocidade do vento e possuem, ainda, cortinas impermeáveis e as operações de alimentação, fornecimento de água e calefação automatizadas. (CANEVER et al., 1998, p. 82).

Os autores também fazem uma análise dessas técnicas produtivas, no intuito de verificar os resultados alcançados pelos produtores ao empregá-las. Canever et al. (1998) levam em conta fatores zootécnicos e financeiros e concluem que o sistema com o resultado mais satisfatório, nos aspectos de mortalidade, conversão alimentar e peso médio vivo, é o automático. Entretanto, este não obtém um bom desempenho financeiro. O manual é avaliado como tecnicamente inferior aos

outros, porém, com melhor retorno financeiro do que o automático. Por último, o climatizado demonstra a maior capacidade de alojamento entre os três e a melhor remuneração ao produtor.

Inclusive, a respeito dos aviários climatizados, Espíndola (2012) corrobora a afirmação de Canever et al. (1998) ao dizer que esse sistema possibilita uma maior densidade de aves por metro quadrado, no entanto, o alto custo para implantá-lo impede que seja mais utilizado. Além disso, Espíndola (2012) esclarece que no Brasil não há uma padronização desse modelo de aviário, variando de uma localidade para outra. Na região Centro-Oeste, por exemplo, verifica-se o uso de equipamentos modernos de climatização, enquanto que no Sul e Sudeste do país o mais comum é ajustar os outros tipos de aviários para satisfazerem as necessidades ambientais das aves (ESPÍNDOLA, 2012).

Além disso, Garcia (2004) comenta que os equipamentos climatizados são mais empregados em lugares com temperaturas elevadas e clima seco, como a já citada região Centro-Oeste. Os automáticos reduzem o uso de mão de obra no manejo e propiciam o bem-estar animal. Já os manuais são caracterizados pelo uso intenso de mão de obra (GARCIA, 2004).

No contexto nacional, entre as principais áreas produtoras do país, não existe grande distinção no nível tecnológico das agroindústrias, tendo em vista que estas adotam métodos de abate padronizados, seguindo a linha de produção fordista, que permite agregar valor ao produto (JESUS JUNIOR et al., 2007).

Mas, Santos Filho et al. (1998), ao realizarem um estudo usando os coeficientes técnicos de Canever et al. (1998), entendem que as integradoras têm os custos de produção reduzidos quando são utilizados aviários automáticos na produção.

No caso da propriedade rural integrada, a tecnologia varia de uma região para outra, devido, entre outros fatores, ao clima e à necessidade de adequação às determinações das integradoras (GARCIA, 2004).

Neste sentido, Garcia (2004) apresenta, em sua tese, dados a respeito das tecnologias adotadas nos principais estados produtores de frango de corte. Como se observa na Tabela 10, o estudo revela que na região Sul, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, os produtores rurais investem fortemente em tecnologia para modernizar a produção, fazendo maiores investimentos em equipamentos automáticos, que requerem o emprego de menos mão de obra. No Paraná, a compra de nebulizadores se mostra mais importante, devido a questões climáticas do estado, pois eles controlam a temperatura dos aviários e proporcionam

maior bem-estar animal (GARCIA, 2004). Em Minas Gerais, o emprego do sistema automático não é muito intenso, mas há um grande investimento em nebulizadores.

Tabela 10 - Região Sul e MG: Percentual das propriedades pesquisadas que utilizam equipamentos automatizados

Tipo de equipamento	RS %	SC %	PR %	MG%
Bebedouro tipo Nipple	53,8	97,2	36,8	8,6
Central de aquecimento	50,0	48,6	21,1	8,6
Distribuidor automático de ração	42,3	27,7	57,9	22,9
Nebulizador	69,2	70,8	63,2	91,4

Fonte: Garcia, 2004 - Elaboração própria.

Na região Centro-Oeste, o estado de Mato Grosso mostra diferentes níveis tecnológicos na produção, mas a predominância é do sistema manual, com participação não muito intensa do sistema automático (GARCIA, 2004). Os dados da Tabela 11 evidenciam certo equilíbrio entre Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás no uso de equipamentos automáticos. Além disso, percebe-se que há um investimento considerável em nebulizadores para amenizar os efeitos do clima, principalmente nos dois primeiros estados (GARCIA, 2004). Apesar de São Paulo ser um dos principais produtores brasileiros, Garcia (2004) não apresenta dados deste estado.

Tabela 11 - Região Centro-Oeste: Percentual das propriedades pesquisadas que utilizam equipamentos automatizados

Tipo de equipamento	GO %	MS %	MT %
Bebedouro tipo Nipple	41,4	11,5	57,1
Central de aquecimento	24,1	80,8	3,6
Distribuidor automático de ração	41,4	73,1	57,1
C Nebulizador	34,5	100	96,4

Fonte: Garcia, 2004 - Elaboração própria.

Então, após essa análise, pode-se observar que o estágio dos aviários é de grande importância para todo o processo de produção do frango de corte e a implantação de novas técnicas de manejo e ambiência torna-se fundamental para o alcance de melhores resultados produtivos, por auxiliar o controle de fatores que impactam na atividade.

2.8 Conceitos de Eficiência e de Produtividade

Os conceitos de eficiência e produtividade são comumente confundidos, por isso, julga-se importante fazer uma breve diferenciação entre eles antes de se aprofundar na discussão da eficiência. Coelli et al. (2005) corroboram o emprego inadequado dos termos afirmando que eles foram e ainda são usados como sinônimos, apesar de terem definições diferentes.

Estes autores caracterizam a produtividade como a razão entre o produto gerado e o insumo usado na produção (COELLI et al., 2005). Para Chirinos González e Urdaneta (2007), a produtividade está relacionada ao rendimento de um recurso específico na produção de um bem ou serviço, sendo que alguns fatores, como a tecnologia e o processo produtivo, podem influenciá-la. Tupy e Yamaguchi (1998) acrescentam que além desses elementos, o ambiente em que acontece a produção também pode interferir na produtividade.

De modo geral, a eficiência está associada à maneira mais acertada de se realizar uma atividade, isto é, aproveitar da melhor forma possível os recursos disponíveis, a fim de gerar os produtos/serviços pretendidos. Para Tupy e Yamaguchi (1998), a eficiência de uma organização refere-se à confrontação de valores efetivos e valores ótimos de insumos e produtos.

Então, sumariamente, a eficiência está relacionada à quantidade produzida comparada ao quanto seria possível produzir, enquanto a produtividade diz respeito à quantidade produzida a partir de cada insumo utilizado (ROSANO-PEÑA; ALBUQUERQUE, DAHER, 2012).

Coelli et al. (2005) declaram que avaliar a eficiência e a produtividade de uma empresa constitui uma maneira de verificar seu desempenho.

2.9 Conceitos de Eficiência

Entre os principais pesquisadores do assunto eficiência estão Pareto (1906), Koopmans (1951), Debreu (1951) e Farrell (1957), que se destacaram por oferecerem importantes contribuições para o desenvolvimento desse tema.

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 colaborou significativamente para o desenvolvimento da

Teoria Econômica e, posteriormente, seu uso foi estendido a outras áreas e contextos, ficando conhecido também como “critério de Pareto” ou “eficiência de Pareto”.

Koopmans (1951) empregou os preceitos básicos da “eficiência de Pareto” no âmbito produtivo e apresentou a noção de eficiência técnica ou “eficiência Pareto-Koopmans”. Assim, 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” (do inglês, *the coefficient of resource utilization*), uma medida radial³ 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.

E Farrell (1957) ampliou os estudos de Debreu (1951) e Koopmans (1951), classificando a eficiência em três tipos:

1. 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;
2. Eficiência alocativa: quando a empresa combina os recursos adequadamente, minimizando os custos ou maximizando as receitas;
3. Eficiência global ou econômica: quando existem, simultaneamente, as duas eficiências anteriores.

A descrição de eficiência dada por Farrell (1957) constitui a base para o desenvolvimento da Análise Envoltória de Dados, por isso fundamenta as medidas de eficiência adotadas neste trabalho.

³ Medidas radiais e não-radiais são categorias pertencentes às medidas não-paramétricas de eficiência técnica (Figueiredo, 2007).

2.10 Medidas de Eficiência

O processo produtivo de um determinado bem ou serviço acontece por meio da tecnologia, que associa os *inputs* e os transforma em *outputs*⁴. As diversas maneiras possíveis de combinar esses fatores constitui o conjunto de possibilidades de produção (CPP). O CPP possui uma fronteira definida pela chamada função produção (ou fronteira eficiente), que é formada pelas melhores práticas, isto é, pelas unidades que combinam seus recursos de modo ótimo para gerar o resultado mais satisfatório. Então, a entidade que corresponder a esse perfil pode ser considerada eficiente.

Para mensurar a eficiência, Farrell (1957) propôs um método, ilustrando-o com um exemplo na agricultura dos Estados Unidos. O método de mensuração apresentado é bastante generalista e pode ser aplicado a qualquer organização, independente de seu porte e área de atuação. Além disso, possibilita o uso de múltiplos insumos e produtos.

A fim de expor suas ideias de forma simples, Farrell (1957) utilizou rendimentos constantes de escala⁵ - apesar de discutir também rendimentos variáveis de escala - cuja tecnologia adotada foi representada por uma isoquanta e com eficiência igual a 1.

Os tipos de eficiência especificados por Farrell (1957) podem ser orientados a *input* e a *output*. No caso da orientação a *input*, o objetivo é minimizar o consumo de insumos, mantendo o nível de produção. Na orientação a *output*, visa-se maximizar os resultados/a produção, dados os níveis de insumos.

A seguir são caracterizadas e ilustradas as eficiências com orientação a *input* e, posteriormente, a *output*.

⁴ *Input* é a entrada ou insumo utilizado no processo produtivo. *Output* é a saída ou o produto gerado no processo produtivo.

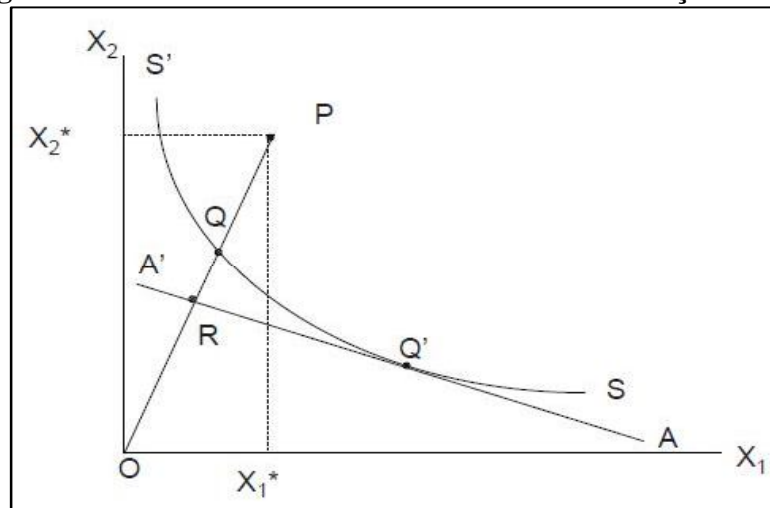
⁵ Os rendimentos constantes de escala indicam, de modo geral, que as elevações da produção são proporcionais às elevações do insumo, da mesma forma que as reduções. As explicações sobre rendimentos de escala são aprofundadas nas Seções 3.2 e 3.3.

2.10.1 Eficiência Técnica e Alocativa com Orientação a Input

A eficiência técnica orientada aos *inputs* é demonstrada pela isoquanta, uma função que assume a forma convexa e é constituída pelas combinações do mínimo de insumos x_1 e x_2 necessários para produzir uma unidade de y .

Na Figura 4, os pontos Q e Q' correspondem a duas unidades com eficiência técnica, que combinam diferentemente os insumos para produzir dado volume de produto ótimo, assinalando dois processos tecnológicos distintos. Essas unidades tornam-se modelos de eficiência técnica às demais que utilizam os respectivos processos tecnológicos. O ponto P , ao contrário, é ineficiente, tendo em vista que a combinação de seus *inputs* é a pior, colocando-o na posição mais distante da fronteira eficiente. Sua ineficiência é representada pela distância \overline{QP} e medida em comparação a Q , cujos *inputs* têm a mesma relação ($x_{1Q}/x_{2Q} = x_{1P}/x_{2P}$), ou seja, usa o mesmo processo tecnológico. Seu índice de ineficiência é expresso por $ETi = \overline{OQ}/\overline{OP}$. Este índice será menor ou igual a um, porém maior ou igual a zero, e demonstra a redução proporcional necessária nos insumos para que P se torne tecnicamente eficiente, sem diminuição do produto.

Figura 4 - Eficiência técnica e alocativa com orientação a input



Fonte: Adaptado de Coelli et al., 2005.

A eficiência alocativa com orientação aos *inputs* é determinada pela isocusto. A isocusto é equacionada por $Custo = P_1x_1 + P_2x_2$ e representada, na Figura 4, pela reta AA' . Ela estabelece

todas as combinações possíveis dos *inputs* (x_1, x_2) de serem adquiridas aos respectivos preços (P_1, P_2), o que resultam em um determinado custo ou orçamento.

Do ponto de vista da eficiência alocativa, R e Q' são combinações possíveis dos *inputs* (x_1, x_2) de serem obtidas com o orçamento dado. Mas somente Q' consegue ser produzido com eficiência técnica e alocativa, portanto, representa o nível ótimo de produção, considerando os custos. Essa eficiência ocorre no ponto de tangência entre $A'A$ e $S'S$. Apesar da eficiência técnica, Q exige um orçamento maior e apresenta ineficiência alocativa, medida através da relação $EAI = \overline{OR}/\overline{OQ}$, que mostra a redução nos custos de produção que devem ocorrer em Q para torná-lo eficiente alocativamente.

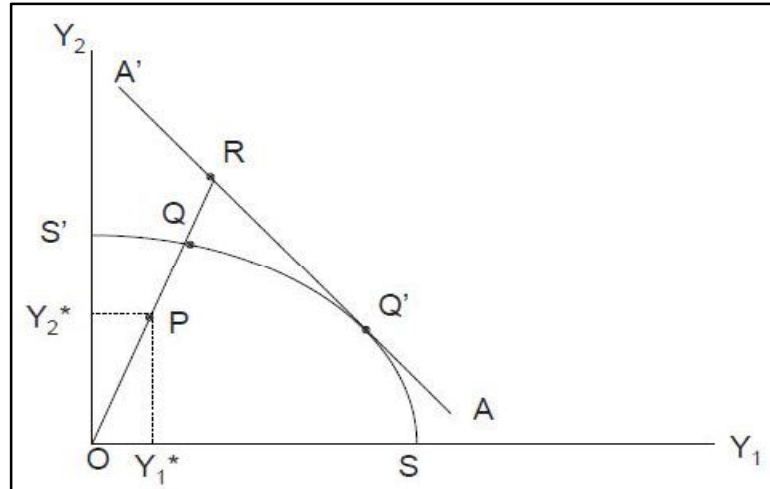
A eficiência econômica é igual ao produto da eficiência alocativa e técnica ($Eti \times EAI = (\overline{OQ}/\overline{OP}) \times (\overline{OR}/\overline{OQ}) = (\overline{OR}/\overline{OP}) = EEi$). Dessa forma, fica evidente que a eficiência técnica é uma condição necessária, mas não suficiente para a eficiência econômica.

Assinala-se que, assim como a eficiência técnica, a eficiência alocativa e econômica orientada aos insumos têm suas medidas limitadas entre 0 e 1, sendo 1 a máxima eficiência.

2.10.2 Eficiência Técnica e Alocativa com Orientação a Output

Por sua vez, a eficiência técnica, alocativa e econômica, com orientação a *output*, podem ser calculadas por medidas radiais apresentadas na Figura 5. A curva de transformação ou fronteira das possibilidades de produção (FPP) representa a fronteira eficiente orientada aos *outputs*, conforme a função côncava $S'S$ da Figura 5. De acordo com o mencionado anteriormente, ela é formada sempre pelas melhores práticas, ou seja, as unidades com eficiência técnica. Essa fronteira está determinada pela tecnologia existente, porém no tempo pode deslocar-se para cima decorrente das mudanças ou inovações tecnológicas.

Figura 5 - Eficiência técnica e alocativa com orientação a *output*



Fonte: Adaptado de Coelli et al., 2005.

A eficiência alocativa com orientação aos *outputs* é designada pela isorreceita. A reta isorreceita $A'A$ representa a máxima receita possível com a tecnologia disponível, é formada pelos preços dos produtos (y_1, y_2) e equacionada por $Receita = P_1y_1 + P_2y_2$.

Define-se a FPP como as diferentes combinações de dois produtos a serem produzidos com uma quantidade dada de insumos. Em uma situação de eficiente utilização dos recursos, a curva de transformação indica quanto as unidades produtivas (ou a economia) deverão renunciar de determinado bem, por unidade de acréscimo da produção de outro. Havendo ineficiência, as unidades produtivas localizam-se abaixo da FPP, como no ponto P (Figura 5).

A distância PQ corresponde ao aumento proporcional na quantidade dos produtos $(y_1$ e $y_2)$, sem elevar o insumo (x) , para que P alcance a eficiência, tal como Q e Q' . Logo, essa medida de eficiência técnica é dada pela razão $ET_o = \overline{OP}/\overline{OQ}$.

Mas Q só é eficiente sob a perspectiva técnica, enquanto que Q' é eficiente técnica e alocativamente, maximizando a receita. Assim, a distância \overline{QR} expressa a ineficiência alocativa a ser eliminada por Q , para que obtenha um aumento na receita e atinja a eficiência alocativa, que pode ser demonstrada por $EA_o = \overline{OQ}/\overline{OR}$.

Na orientação a *output*, a eficiência econômica ou global também é igual ao produto da eficiência alocativa e técnica ($EE_o = (\overline{OP}/\overline{OR}) = (\overline{OP}/\overline{OQ}) \times (\overline{OQ}/\overline{OR}) = ET_o \times EA_o$). Por isso, da mesma maneira, torna-se claro que a eficiência técnica é uma condição necessária, mas não suficiente para a eficiência econômica.

As medidas de todas as eficiências apresentadas, quando orientadas a *output*, são iguais ou maiores que 1, sendo este o índice da máxima eficiência.

2.11 Métodos para Determinar a Fronteira Eficiente

Os modelos para determinar a fronteira eficiente são classificados em paramétricos e não paramétricos. Em ambos os métodos, consideraram-se eficientes as empresas ou unidades produtivas que se encontrarem sobre a fronteira de produção eficiente, em outras palavras, que fizerem a melhor combinação de seus recursos para gerar o máximo de produtos possíveis (CHIRINOS GONZÁLEZ; URDANETA, 2007).

O método paramétrico é o mais tradicional. Ele especifica a fronteira eficiente a partir de uma relação funcional entre os *inputs* utilizados e os *outputs* produzidos. Assim, a fronteira do CPP é determinada a partir da chamada função produção: $Q = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, no qual Q é a quantidade do produto e x_n são as quantidades empregadas dos n fatores de produção. Os parâmetros da função são definidos por meio de técnicas econométricas. Com frequência utiliza-se uma função de produção do tipo Cobb-Douglas estimada com o Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MMQO) (VARIAN, 2000).

O método não paramétrico se mostra mais versátil, no que diz respeito ao comportamento das variáveis, por não demandar, a princípio, uma relação funcional entre os insumos e os produtos, eximindo-o de possíveis falhas relacionadas a isto (ROSANO-PEÑA, 2012). A fronteira é determinada indutivamente pelo conjunto de todos os processos produtivos tecnologicamente possíveis, avaliado com base nas práticas empiricamente observadas. Esta técnica faz uso da programação matemática para estimar a eficiência das firmas (CHIRINOS GONZÁLEZ; URDANETA, 2007).

A escolha do método depende de fatores como a peculiaridade da tecnologia a representar, a disponibilidade de dados e o objeto de estudo. Segundo Álvarez (2001), o número de pesquisas que utilizam o método não paramétrico já é superior ao do método paramétrico - apesar de saber-se que a fronteira não paramétrica é bastante vulnerável a observações extremas e de não levar em conta as perturbações aleatórias do processo produtivo.

Dentre as técnicas não paramétricas mais utilizadas para determinar a fronteira eficiente e os níveis de eficiência de unidades produtivas, encontra-se a Análise Envoltória de Dados (do inglês, *Data Envelopment Analysis* – DEA).

Esse modelo é o que melhor se adapta ao objetivo desta pesquisa, tendo em vista que a Análise Envoltória de Dados possibilita o estudo de situações de múltiplos *outputs* e *inputs*, sem exigir que os dados tenham as mesmas unidades de medida.

3 MÉTODO

3.1 Análise Envoltória de Dados - DEA

A Análise Envoltória de Dados (DEA) é um método criado por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), baseado na medida de eficiência proposta por Farrell (1957). A DEA determina a fronteira eficiente a partir da avaliação do desempenho de unidades, comparando os *inputs* e *outputs* usados por cada uma delas em seus respectivos processos produtivos. Assim, identificam-se as organizações que apresentam os melhores resultados, ou as melhores práticas, para comporem a fronteira e tornarem-se modelo para as demais. Dessa forma são definidos os índices de eficiência relativa. E este tipo de análise é denominado *benchmark*⁶.

Charnes et al. (1994) esclarecem que o método foca nas avaliações individuais. Portanto, para as unidades analisadas (chamadas de DMUs) que se mostram ineficientes, assinalam-se especificamente as adequações necessárias em seus insumos e produtos, a fim de torná-las eficientes (CHARNES et al., 1994). DMU (*Decision Making Unit*) é uma entidade que transforma seus *inputs* em *outputs* e que, ao final deste processo, tem seus resultados avaliados (COOPER; SEIFORD; TONE, 2007). As DMUs podem ser qualquer tipo de organização, com ou sem fins lucrativos, independente do porte, mas com características produtivas semelhantes (mesmos *inputs* e *outputs*) (COOPER; SEIFORD; TONE, 2007).

A DEA possibilita que se utilizem, ao mesmo tempo, múltiplos insumos e produtos com unidades de medida diferentes (Charnes et al., 1994), sem requerer a conversão destes em valores monetários, distinguindo-a de outras técnicas que fazem uma avaliação estritamente econômica (LINS; MEZA, 2000). Além disso, são usados dados reais para fornecer os índices de eficiência relativa (LINS; MEZA, 2000).

Outra característica do método DEA, destacada por Charnes et al. (1994), é que não exige-se o conhecimento prévio dos pesos. De acordo com Ferreira e Gomes (2009), os pesos são variáveis estabelecidas pela programação matemática, específicos para cada DMU, cuja finalidade é maximizar a medida de eficiência técnica das unidades produtivas. Em outras palavras, os pesos indicam as proporções adequadas na combinação de insumos e produtos para

⁶ *Benchmark* é a comparação sistemática da performance de uma empresa ou unidade produtiva em relação a de outra. Essa comparação é feita entre entidades que usam os mesmos recursos para produzir os mesmos resultados (BOGETOFT; OTTO, 2011).

que as DMUs atinjam a máxima eficiência. Permite-se que cada DMU selecione o conjunto de pesos que lhe for mais oportuno, desde que tais pesos, quando aplicados a outras DMUs, não forneçam índices de eficiência superiores a 1, na orientação a *input*, e inferiores a 1, na orientação a *output*. A determinação dos pesos também pode ser influenciada pelo modelo DEA escolhido para a análise (FERREIRA; GOMES, 2009).

Entre os diversos modelos DEA, os mais tradicionais são o CCR e o BCC, empregados para mensurar a eficiência das DMUs em um dado período, realizando uma avaliação estática. Para investigar a evolução da eficiência e da produtividade em um intervalo de tempo, com séries temporais, um dos modelos mais adotados é o Índice de Produtividade de Malmquist (IPM). Estes modelos também podem ser orientados tanto a *input* quanto a *output*. No entanto, nesta pesquisa é adotada somente a orientação produto (ver Seção 3.5).

3.2 Modelo CCR/RCE Orientado a *Output*

O primeiro modelo DEA criado por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) recebeu o nome de CCR (sigla dos nomes dos autores), também conhecido como CRS (*Constant Return Scale*). Este modelo foi elaborado para processos produtivos com retornos constantes de escala (RCE), que indicam que há uma relação de proporcionalidade entre os *inputs* e os *outputs*. Isto é, se o produto cresce na mesma proporção do aumento de todos os insumos, então a função de produção apresenta retornos constantes de escala.

Na formulação [1] é exibido o Problema de Programação Linear – PPL do modelo CCR orientado a *output*, que deve ser resolvido para cada uma das DMUs selecionadas. Considera-se que h_o é a eficiência da DMU o analisada; u_j e v_i são os pesos (multiplicadores) de *outputs* j , $j = 1, \dots, s$, e *inputs* i , $i = 1, \dots, r$, respectivamente; x_{ik} e y_{jk} são os *inputs* i e *outputs* j da DMU k , $k = 1, \dots, n$; x_{io} e y_{jo} são os *inputs* i e *outputs* j da DMU o .

$$\text{Min } h_o = \sum_{i=1}^r v_i x_{io}$$

Sujeito a:

[1]

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jo} = 1$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 0, \forall k$$

$$u_j, v_i \geq 0, \forall j, i$$

Depois disso, é possível identificar as unidades que demonstram os melhores resultados na aplicação do método - atendendo aos requisitos de $h = 1$ e folgas zero⁷ - e, conseqüentemente, determinar a fronteira de produção eficiente.

Com a DEA, o desempenho das demais DMUs (ineficientes) é comparado ao das unidades da fronteira, assim se obtêm os índices de eficiência relativa maior ou igual a um. Suponha-se que o coeficiente de uma determinada unidade seja de 1,45, na orientação a *output*. Isto significa que esta unidade necessita realizar um aumento equiproporcional de 45% na produção para alcançar a eficiência.

Na situação de RCE, a fronteira eficiente é representada por uma reta, que parte da origem dos eixos coordenados e passa pela unidade de maior produtividade, conforme a Figura 6. Todas as unidades que se encontrarem fora dessa reta são consideradas CCR-ineficientes. O modelo CCR fornece o índice de eficiência técnica (ET) ou eficiência produtiva, que capta a ineficiência técnica quando não se lograr a máxima produtividade, mas também incorpora o possível efeito de um inadequado porte (escala) das unidades de produção. Logo, para uma unidade ser CCR eficiente, ela precisa ter simultaneamente eficiência técnica pura (ETP) e de escala (EE), então: $ET = ETP \times EE$.

3.3 Modelo BCC/RVE Orientado a *Output*

De acordo com Coelli (1996), assume-se RCE quando as DMUs operam em escala ótima. Contudo, quando há um cenário de competição imperfeita ou restrições financeiras, por exemplo,

⁷ Para que uma unidade seja eficiente, além de $h = 1$, é preciso que todas as folgas sejam equivalentes a zero. Estas condições juntas são essenciais para cumprir os preceitos de otimização de Pareto-Koopmans (FERREIRA; GOMES, 2009). As folgas estão relacionadas ao uso de recursos em excesso. Uma situação em que se identifica a possibilidade de reduzir a quantidade de insumos, sem alterar o nível de produção, reflete um uso inadequado desses fatores. Portanto, isto configura a existência de folga.

as DMUs costumam atuar em escala não ótima. Em tais situações torna-se mais adequado assumir retornos variáveis de escala (RVE) (COELLI, 1996).

Para possibilitar análises com retornos variáveis de escala, Banker, Charnes e Cooper (1984) ampliaram a DEA e elaboraram o modelo BCC (acrograma dos nomes dos autores). Sob essa circunstância, a fronteira eficiente assume a forma convexa, envolvendo os dados mais estreitamente do que a superfície sob RCE.

Os RVEs consideram as variações não proporcionais dos *outputs*, decorrentes de mudanças dos *inputs*, e se dividem em: 1) retornos crescentes de escala, em que a elevação proporcional nos insumos origina um aumento mais do que proporcional no produto; e 2) retornos decrescentes de escala, quando ocorrem alterações menos do que proporcionais na produção em relação às dos insumos.

No modelo BCC, demonstrado pelo PPL [2], os retornos variáveis de escala são representados pelas variáveis u_* e v_* . Se estas variáveis forem positivas, indicam retornos decrescentes de escala; se forem negativas, apontam retornos crescentes; e, caso sejam nulas, demonstram retornos constantes de escala (MELLO et al., 2005; ROSANO PEÑA, 2008).

$$\text{Min } h_0 = \sum_{i=1}^r v_i x_{i0} + v_*$$

Sujeito a:

[2]

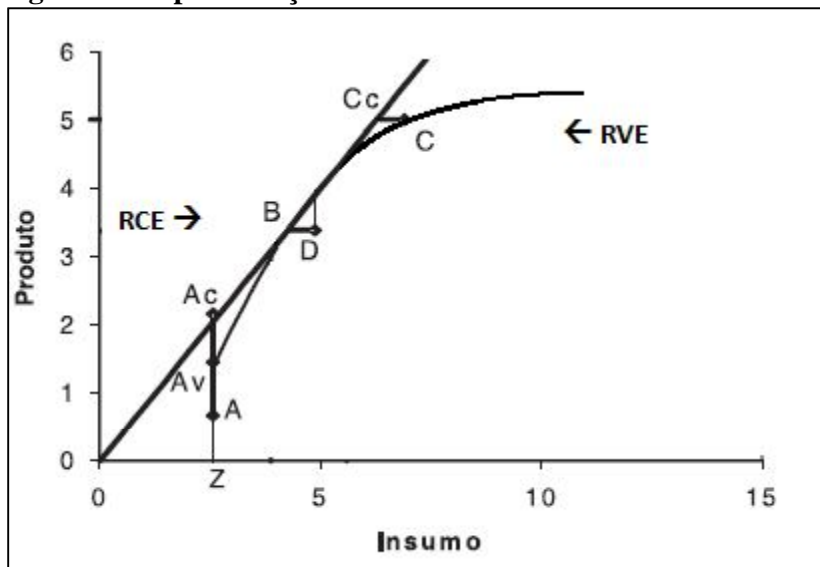
$$\sum_{j=1}^s u_j y_{j0} = 1$$

$$- \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - v_* \leq 0, \forall k$$

$$v_i, u_j \geq 0, u_* \in \Re$$

Com o modelo BCC, há a possibilidade de separar a eficiência técnica pura (ETP) e a eficiência de escala (EE), que são indissociáveis no CCR. Isso é possível porque o modelo BCC fornece a medida de eficiência técnica pura (ETP) e, a partir disso, obtém-se a eficiência de escala (EE), medida pela distância entre as fronteiras CCR=ET e BCC=ETP ou $EE = ET/ETP$. Esta separação permite que, em caso de ineficiência, seja identificada a origem e eliminado o elemento ineficiente.

Figura 6 - Representação das fronteiras CCR/RCE e BCC/RVE



Fonte: Adaptado de Rosano-Peña, 2008

Na Figura 6 estão ilustradas as eficiências nos modelos CCR e BCC, orientadas a produto. Sobre a reta que representa o RCE encontra-se o ponto *B*, enquanto a curva do RVE é formada pelas unidades *Av*, *B* e *C*. Nota-se que *B* é um ponto comum aos dois modelos, com eficiência técnica ou produtiva. A unidade *A*, por outro lado, demonstra tanto ineficiência CCR, medida por $ET = \overline{ZAc}/\overline{ZA}$, quanto BCC, dada por $ETP = \overline{ZAv}/\overline{ZA}$. Mas sua distância é menor em relação à fronteira com RVE, indicando que *A* está mais próximo de alcançar a eficiência BCC (ETP). O ponto *C*, apesar de ter eficiência técnica pura, não opera em escala ótima. A unidade *D*, ao contrário, encontra-se em uma região de retornos constantes de escala, mas exibe ineficiência técnica pura. Com isso, ambas apresentam ineficiência produtiva.

3.4 Índice de Produtividade de Malmquist Orientado a *Output*

O Índice de Produtividade de Malmquist, que recebeu o nome de seu criador Malmquist (1953), a princípio foi empregado para avaliar a utilização de insumos em diferentes períodos de tempo. Depois, Caves, Christensen e Diewert (1982) adotaram seu conceito na análise da produção. E Färe et al. (1994), ao identificarem semelhança com as medidas de Farrell, associaram a DEA ao índice de Malmquist para mensurar a produtividade.

O índice de Malmquist é determinado por uma função distância, que agrega a característica multi-insumo e multiproduto na avaliação da produtividade, sem precisar especificar os objetivos das DMUs, como minimizar custos ou maximizar lucros, e estima a evolução da produtividade no tempo (COELLI et al., 2005). Além disso, a função distância pode ser orientada a insumo – que caracteriza a tecnologia de produção pela redução proporcional do vetor *input*, dado um vetor *output* - ou a produto – que considera uma expansão proporcional do vetor *output*, dado um vetor *input* (COELLI et al., 2005).

Segundo Coelli (1996), o índice de Malmquist é empregado em análises dinâmicas (ao longo do tempo) para medir a mudança na produtividade total dos fatores (PTF), sendo esta estimada pela soma ponderada das saídas dividida pela soma ponderada das entradas (FÄRE et al., 1994).

Esse índice permite decompor a mudança na produtividade em mudança na eficiência técnica e mudança tecnológica, bem como detectar a qual destas, ou a ambas, a variação na produtividade está relacionada.

A mudança de eficiência técnica é atribuída às constantes melhorias nos produtos e nos processos produtivos, mantendo a mesma tecnologia. A mudança tecnológica, como o próprio nome diz, está associada ao retrocesso ou progresso da tecnologia, que no caso de inovações viabiliza a geração de produtos melhores necessitando de menos insumos. Neste 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; GOMES, 2009).

O índice de Malmquist considera tanto retornos constantes de escala, com o modelo CCR, quanto retornos variáveis de escala, com o BCC. Mas, ao assumir RVE, é possível ampliar a análise e dividir a mudança de eficiência técnica em mudança de eficiência técnica pura e mudança de eficiência de escala. Dessa forma, há como definir qual destes elementos mais contribui para o crescimento ou declínio da PTF (ROSANO-PEÑA; ALBUQUERQUE; DAHER, 2012).

O índice de produtividade de Malmquist orientado a produto, é caracterizado por Färe et al. (1994) como a média geométrica dos índices dos períodos t e $t + 1$ e representado por:

$$M_O(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad [3]$$

em que a produtividade do período $t + 1$ é calculado em relação ao período-base t . Então, um valor de M_O maior que 1 significa melhora na PTF do período t para o período $t + 1$; M_O menor que 1 indica queda na produtividade; e M_O igual a 1 denota que a PTF se mantém inalterada.

Outra maneira de representar o índice de produtividade é:

$$M_O(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \left[\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad [4]$$

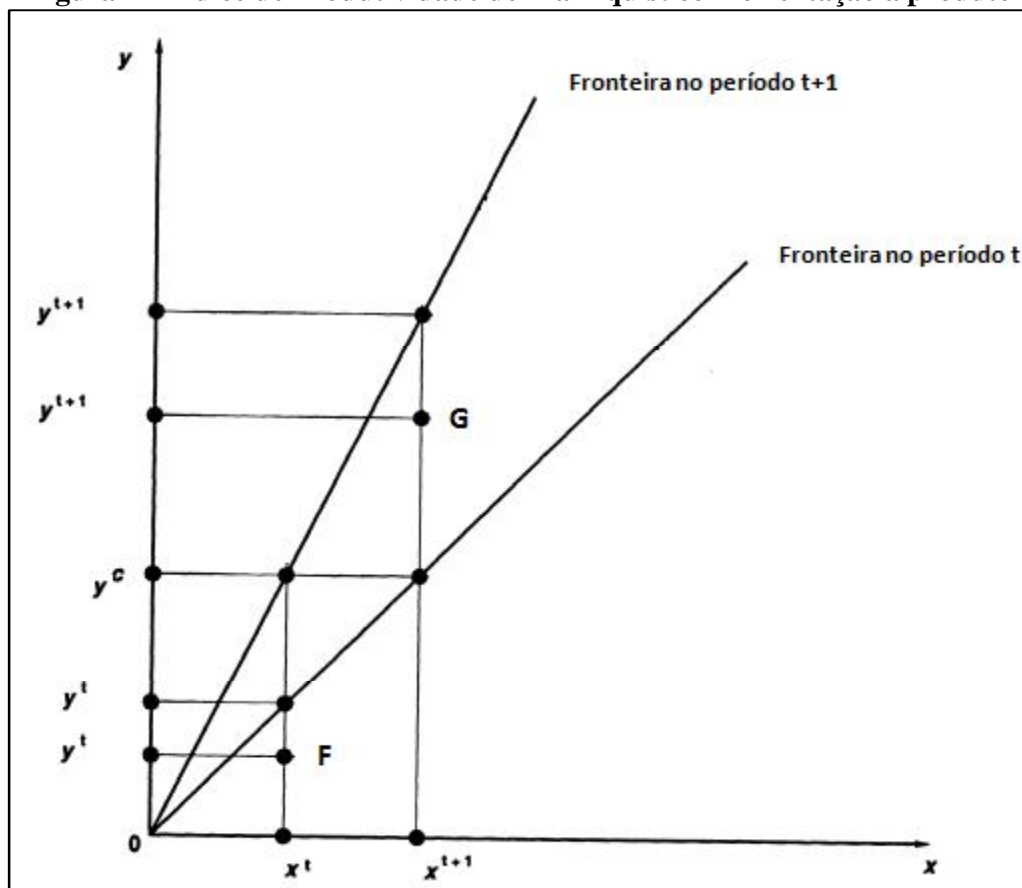
A referida decomposição deste índice é demonstrada pelas equações [5] e [6] a seguir:

$$\text{Mudança na eficiência técnica} = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \quad [5]$$

$$\text{Mudança tecnológica} = \left[\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad [6]$$

Na Figura 7 observa-se esta decomposição, representando uma tecnologia sob retornos constantes de escala, que abrange um insumo e um produto, como exemplificado por FÄRE et al. (1994). Nota-se que F e G são pontos de produção de uma determinada unidade, atuante nos períodos t e $t + 1$, respectivamente. Esta unidade opera fora da fronteira de eficiência nos dois períodos, portanto, é tecnicamente ineficiente em ambos.

Figura 7 - Índice de Produtividade de Malmquist com orientação a produto



Fonte: FÄRE et al., 1994.

Assim, pode-se sintetizar que o índice de Malmquist associado à DEA permite a observação do desempenho de DMUs ao longo de diversos períodos de tempo, fornecendo índices de mudança de produtividade. Além disso, torna possível que seja identificada a origem desta mudança, podendo ser relativa às variações tecnológicas, às alterações técnicas na produção ou a ambas. E, no caso desta última, ainda pode estar ligada a aspectos estritamente técnicos, de uso dos recursos, ou à escala de produção.

3.5 Parâmetros do Modelo

Para aplicar a Análise Envoltória de Dados, segundo Abreu, Gomes e Santos (2005), é preciso determinar as DMUs que serão estudadas; as variáveis de entrada e saída; e o modelo DEA utilizado, assim como sua orientação.

Conforme esses autores, adotar um elevado número de variáveis em relação à quantidade de DMUs pode interferir no diagnóstico destas, pois tal situação leva à identificação de muitas DMUs como 100% eficientes. Então, Abreu, Gomes e Santos (2005) sugerem que as variáveis correspondam, no máximo, a 1/3 da quantidade de DMUs. Por outro lado, González-Araya (2003) recomenda que o total de DMUs seja pelo menos cinco vezes o número de variáveis. Seguindo tais critérios foram designadas as unidades e variáveis que se julgaram mais relevantes para este estudo.

Foram analisadas 24 DMUs, considerando o uso de três tipos de aviários (climatizado, automático e manual) para cada um dos oito principais estados brasileiros produtores de frango de corte (Paraná - PR, Santa Catarina - SC, Rio Grande do Sul - RS, São Paulo - SP, Minas Gerais - MG, Goiás - GO, Mato Grosso - MT e Mato Grosso do Sul - MS).

Quanto às variáveis, escolheram-se quatro:

- *Input 1*: Capital, representado pelo custo anual da depreciação das instalações e dos equipamentos, que constitui a contribuição dos ativos fixos com a produção do período;
- *Input 2*: Custo anual da mão de obra do integrado e de carregamento⁸;
- *Input 3*: Custo anual da ração;
- *Output 1*: Produção anual de frangos de corte.

A escolha destes *inputs* se fundamenta na teoria microeconômica da firma e se justifica pela expressiva participação deles na formação do custo de produção do frango de corte, sendo a ração o principal (Lazzari, 2004), por equivaler a aproximadamente 60% desses custos (CARVALHO; FIÚZA; LOPES, 2008; DAMÁSIO FILHO; MENDES, 2001; KASSAI et al., 1999).

A mão de obra pode alcançar até 50% dos custos diretos em algumas práticas agropecuárias (Santos; Marion; Segatti, 2008) e na avicultura de corte representa um dos fatores de maior importância (CANEVER et al., 1997).

O capital é o elemento que possibilita o desenvolvimento de uma atividade produtiva. O capital fixo compreende os bens duráveis, como máquinas, equipamentos e instalações, que

⁸ A mão de obra da produção de frangos de corte é predominantemente exercida pelo produtor integrado e por seus familiares, assim, para calcular o custo desta mão de obra considera-se o custo de oportunidade. Mas, para retirar os frangos dos aviários é comum que seja contratada mão de obra temporária, chamada mão de obra de carregamento, que são diaristas ou empresas especializadas. Essa é uma tarefa complexa que exige cuidado para não lesionar as aves, sendo elas retiradas uma a uma dos aviários (GIROTTI; SOUZA, 2006).

participam do processo produtivo durante vários anos. Um dos custos anuais que incidem sobre esses ativos é a depreciação (HOFFMANN et al., 1989), que representa o capital neste estudo.

Quanto ao *output*, Gomes et al. (2009) afirmam que é fundamental a existência de causalidade (ou relação causal) entre ele e os *inputs*, pois, caso esta relação não seja levada em conta, os resultados da análise podem ser prejudicados (GOMES; MELLO; MANGABEIRA, 2009). Por isso, estabeleceu-se como *output* deste estudo o número de frangos produzidos, a partir dos custos da operação já citados, a fim de verificar se tal combinação está sendo feita da maneira mais eficiente/apropriada.

As variáveis empregadas na análise se referem à etapa de criação, ou seja, do recebimento da ave de um dia até o frango pronto para o abate, considerando a divisão de obrigações existente na produção integrada. Assim, dos *inputs* usados, o capital e a mão de obra são pertinentes ao produtor integrado, enquanto a ração é de responsabilidade da agroindústria. O *output* é o resultado de todo o ciclo de produção.

Os dados utilizados na pesquisa foram levantados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Suínos e Aves, em parceria com a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (MIELE et al., 2010)⁹. Os dados mais completos e mais recentes divulgados por essas instituições são dos anos de 2006, 2007 e 2008, por isso foram escolhidos para serem usados neste estudo. Na Tabela 12, encontram-se sintetizados os valores anuais das variáveis usadas na pesquisa.

⁹ Os dados foram disponibilizados em planilhas anuais, com valores especificados mensalmente, por estado brasileiro e tecnologia de aviário, que podem ser conferidos na íntegra em http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1268&t=2&Pagina_objcmsconteudos=1#A_objcmsconteudos. Porém, não se publicaram os dados de dezembro de 2006, para o estado de Mato Grosso, e de outubro a dezembro de 2008, para São Paulo, contabilizando-se somente os meses disponíveis.

Tabela 12 - Dados gerais anuais, referentes aos *inputs* e *outputs* do período 2006 a 2008.

DMU (UF e tipo de aviário)	2006			2007			2008		
	Input 1	Input 2	Output 1	Input 1	Input 2	Output 1	Input 1	Input 2	Output 1
		R\$	Aves		R\$	Aves		R\$	Aves
GO - Climatizado	25.083,31	22.050,16	512.920,00	28.583,40	20.328,06	553.380,00	30.982,71	20.022,11	659.768,00
GO - Automático	23.416,63	22.050,16	490.619,00	22.109,88	20.328,06	529.320,00	29.232,27	20.022,11	631.083,00
GO - Manual	20.916,67	22.050,16	423.717,00	19.372,97	20.328,06	457.140,00	26.606,62	20.022,11	545.026,00
MG - Climatizado	25.449,96	23.545,12	571.922,00	24.000,00	38.474,40	750.836,00	25.206,28	38.474,40	882.481,00
MG - Automático	19.489,04	22.255,12	460.460,00	19.889,04	36.314,40	624.109,00	20.888,66	36.314,40	733.535,00
MG - Manual	11.768,64	22.255,12	460.460,00	14.168,64	36.314,40	624.109,00	14.880,83	36.314,40	733.535,00
MS - Climatizado	42.166,70	22.900,18	521.625,00	48.000,00	29.854,08	659.773,00	50.412,53	30.953,58	843.727,00
MS - Automático	30.016,64	21.793,18	474.205,00	40.100,04	28.222,08	599.794,00	42.115,45	29.357,58	767.025,00
MS - Manual	23.649,96	21.362,18	449.342,00	31.899,96	28.222,08	568.347,00	33.503,33	29.357,58	726.810,00
MT - Climatizado	33.866,66	39.787,27	406.255,00	38.400,00	25.197,92	507.824,00	40.330,02	24.838,25	868.200,00
MT - Automático	25.066,66	38.643,27	369.323,00	27.000,00	23.933,92	461.658,00	28.357,04	23.206,25	789.272,00
MT - Manual	21.533,30	38.542,99	350.857,00	21.399,96	28.962,56	438.575,00	22.475,57	27.133,60	749.809,00
PR - Climatizado	32.930,79	18.378,42	417.371,00	30.461,52	23.482,12	467.166,00	31.607,17	24.923,79	477.614,00
PR - Automático	21.905,76	17.843,82	328.488,00	20.861,52	22.923,12	367.679,00	20.555,89	24.701,35	418.847,00
PR - Manual	17.786,52	17.576,52	278.251,00	18.923,04	22.643,62	311.448,00	17.144,16	24.590,13	367.342,00
RS - Climatizado	19.944,00	16.530,00	370.501,00	19.944,00	17.727,68	438.694,00	22.386,71	20.366,58	557.838,00
RS - Automático	16.004,04	16.530,00	296.401,00	16.004,04	17.193,08	350.955,00	17.975,63	20.366,58	446.270,00
RS - Manual	11.884,08	16.530,00	277.881,00	11.884,08	17.193,08	329.027,00	13.375,49	20.366,58	418.386,00
SP - Climatizado	32.313,95	20.777,16	498.223,00	33.621,48	25.424,92	556.708,00	23.383,35	18.520,44	520.144,00
SP - Automático	25.229,12	20.297,16	430.694,00	26.250,00	23.834,92	481.247,00	18.372,64	18.520,44	449.639,00
SP - Manual	18.432,72	20.297,16	430.694,00	19.178,64	23.834,92	481.247,00	15.032,14	18.520,44	449.639,00
SC - Climatizado	27.236,92	12.828,24	361.117,00	27.921,24	13.921,32	400.862,00	32.202,52	16.347,36	479.836,00
SC - Automático	19.944,95	12.144,12	280.584,00	18.237,82	13.321,24	311.466,00	21.455,05	15.662,38	372.828,00
SC - Manual	13.353,82	12.144,12	260.543,00	13.661,52	13.321,24	289.218,00	14.334,62	15.662,38	346.197,00
Média geométrica	22.212,81	20.579,56	395.525,40	23.223,80	22.833,60	466.744,90	23.992,50	23.136,65	568.489,20

Fonte: EMBRAPA, 2012; CONAB, 2012 - Elaboração própria.

Notas: 1. *Input* 1: Depreciação total; *Input* 2: Mão de obra total; *Input* 3: Ração; *Output* 1: Produção de frangos de corte. 2. As siglas dos estados estão descritas nesta Seção 3.5.

Em relação aos modelos, os escolhidos foram o CCR - com retorno constante de escala – e o BCC – com retorno variável de escala -, ambos para análise do desempenho anual das DMUs, e o índice de produtividade de Malmquist, na avaliação dinâmica. O CCR foi empregado na identificação das DMUs com eficiência global, ou seja, com eficiência técnica igual a 1 e operando em escala constante (ótima)¹⁰. Em seguida, aplicou-se o BCC para identificar a origem das ineficiências apontadas no CCR, pois ele distingue a eficiência técnica pura e a eficiência de escala, permitindo que sejam estimadas separadamente.

Por possibilitar essa desagregação, o modelo BCC foi predominante na avaliação anual ou estática. Verificou-se com o BCC o índice de eficiência técnica pura, bem como os ajustes necessários para que as unidades ineficientes atingissem uma produção ótima. Em relação à escala, de acordo com Ferreira e Gomes (2009), quando as DMUs de um grupo possuem tamanhos diferentes, independente do motivo¹¹, elas estão propensas a ter retornos de escala diversos. Esse é o caso das DMUs usadas na pesquisa, em que as Unidades Federativas e os tipos de aviários apresentam grupos distintos de produtores cada um com suas respectivas peculiaridades. Então, este estudo identificou a escala de operação das DMUs (constante, crescente ou decrescente), mas não avaliou as suas causas.

O índice de Malmquist foi empregado com a finalidade de avaliar a produtividade das DMUs, ao longo dos três anos (2006, 2007 e 2008), bem como identificar se as alterações ocorridas são provenientes de mudanças tecnológicas e/ou mudanças de eficiência nos processos. Com isso, permitiu-se observar relativamente as melhores práticas do período.

Por não haver escassez no fornecimento dos insumos, por ser a demanda mundial de alimento crescente, bem como, reconhecer-se que o Brasil possui capacidade de aumentar a produção de frango de corte, consumindo os mesmos recursos de forma mais adequada, os três modelos foram orientados a produto.

Para calcular os índices de eficiência de cada DMU nos modelos BCC e CCR utilizou-se o programa DEA/SAED, versão 1.0, desenvolvido na Universidade Federal do Paraná em 2004. Na estimação dos índices de Malmquist empregou-se o programa DEAP, versão 2.1, criado por Coelli (1996), do *Centre for Efficiency and Productivity Analysis (CEPA)*.

¹⁰ Se uma DMU é CCR-eficiente, ela será BCC-eficiente também. Porém, se ela for CCR-ineficiente, então esse fator pode ser de origem técnica ou de escala. Caso seja CCR-ineficiente, mas BCC-eficiente, a ineficiência é proveniente de escala incorreta.

¹¹ Ferreira e Gomes (2009) esclarecem que essas diferenças no tamanho das DMUs de um conjunto podem acontecer devido a variações no número de empregos gerados, no volume do ativo, no patrimônio líquido delas, etc.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Resultados dos Modelos CCR e BCC Orientados a Produto

A partir dos parâmetros descritos na Seção anterior, inicialmente identificaram-se os índices de eficiência CCR, BCC e a escala de operação das DMUs na produção de frango de corte, de 2006 a 2008, contidos na Tabela 13.

Tabela 13 - Índices individuais de eficiência – CCR, BCC e Escala

DMU (UF e tipo de aviário)	2006				2007				2008			
	CCR	BCC	Escala	Retorno	CCR	BCC	Escala	Retorno	CCR	BCC	Escala	Retorno
GO – Climatizado	1.039	1	1.039	D	1.021	1	1.021	D	1	1	1	C
GO – Automático	1.052	1.005	1.047	D	1	1	1	C	1.006	1.005	1.001	D
GO – Manual	1.106	1.057	1.046	D	1.037	1.023	1.014	D	1.044	1.032	1.012	D
MG - Climatizado	1.156	1.071	1.079	D	1.036	1	1.036	D	1.01	1	1.010	D
MG - Automático	1.248	1.201	1.039	D	1.046	1.022	1.023	D	1.039	1.01	1.029	D
MG - Manual	1	1	1	C	1	1	1	C	1	1	1	C
MS -Climatizado	1.226	1.159	1.058	D	1.374	1.212	1.134	D	1.434	1.234	1.162	D
MS - Automático	1.213	1.209	1.003	D	1.378	1.259	1.095	D	1.43	1.32	1.083	D
MS - Manual	1.184	1.136	1.042	D	1.366	1.29	1.059	D	1.413	1.333	1.060	D
MT - Climatizado	1.043	1.043	1	C	1.066	1.034	1.031	D	1.297	1.129	1.149	D
MT - Automático	1.043	1.04	1.003	D	1.059	1.048	1.010	D	1.18	1.179	1.001	D
MT - Manual	1.035	1.028	1.007	D	1.042	1.027	1.015	D	1.225	1.221	1.003	CR
PR - Climatizado	1	1	1	C	1	1	1	C	1.043	1.041	1.002	D
PR – Automático	1	1	1	C	1	1	1	C	1.049	1.037	1.012	D
PR – Manual	1	1	1	C	1	1	1	C	1.05	1.05	1	C
RS - Climatizado	1.017	1.005	1.012	D	1.044	1.04	1.004	D	1.084	1.073	1.010	CR
RS - Automático	1.035	1.032	1.003	D	1.088	1.077	1.010	D	1.158	1.13	1.025	D
RS - Manual	1	1	1	C	1.041	1	1.041	CR	1.116	1	1.116	CR
SP - Climatizado	1	1	1	C	1.127	1.059	1.064	D	1.104	1.1	1.004	D
SP - Automático	1.12	1.106	1.013	D	1.124	1.1	1.022	D	1.118	1.115	1.003	D
SP - Manual	1.004	1	1.004	D	1.072	1.047	1.024	D	1.069	1.022	1.046	CR
SC - Climatizado	1	1	1	C	1	1	1	C	1	1	1	C
SC - Automático	1.031	1	1.031	CR	1.005	1	1.005	CR	1	1	1	C
SC - Manual	1	1	1	C	1	1	1	C	1	1	1	C

Fonte: Resultado da análise – Elaboração própria

Nota: 1. C = Constante; CR = Crescente; D = Decrescente.

Ademais, com o modelo BCC, foram designados os ajustes necessários para que as unidades com ineficiência técnica pura aperfeiçoassem seu desempenho e alcançassem as melhores práticas. Esses ajustes constam, na íntegra, na Tabela A.1 (Apêndice A).

4.1.1 Resultados de 2006

No ano de 2006, conforme as Tabelas 13 e 14, das 24 DMUs analisadas, onze apresentaram eficiência técnica pura (BCC), ou seja, utilizaram seus recursos de maneira satisfatória em função de sua escala. Destas, oito produziram em escala constante (ótima), por isso obtiveram eficiência técnica global (CCR) e estão maximizando a produtividade. Três trabalharam com portes inadequados: uma em retorno crescente - precisando aumentar a produção - e duas em rendimento decrescente - produzindo acima do ideal.

Por outro lado, treze DMUs não aproveitaram os fatores disponíveis da melhor forma possível e mostraram ineficiência técnica pura (BCC). Desse grupo, apenas uma operou em nível ótimo e obteve eficiência de escala. As outras doze atuaram com o porte inapropriado para a amostra, em escala decrescente, e foram caracterizadas como completamente ineficientes.

Tabela 14 - Sumário do tipo de retorno de escala e da eficiência técnica pura das DMUs Conforme o modelo BCC/RVE

2006			
Tipo de retorno	Eficiência BCC	Ineficiência BCC	Total
Constante	8	1	9
Crescente	1	0	1
Decrescente	2	12	14
Total	11	13	24

Fonte: Elaboração própria

Nesse ano, de acordo com a Tabela 15, a soma da produção das treze DMUs com ineficiência técnica pura (BCC) resultou em 2.978.600 frangos¹². Entretanto, seria possível gerar 252.420 aves a mais, chegando a 3.231.020 frangos, usando a mesma quantidade de insumos e adotando as melhores práticas¹³. Além disso, doze delas não somente poderiam ter alcançado melhores resultados produtivos, como necessitavam eliminar folga em pelo menos um fator para se tornarem eficientes tecnicamente, segundo a Tabela A.1 (Apêndice A).

¹² Esse montante refere-se à soma dos dados da produção, ou seja, à soma do número de aves produzidas pelas DMUs ineficientes em 2006, de acordo com a planilha de dados da CONAB/EMBRAPA.

¹³ O programa DEA/SAED, ao calcular os índices BCC, fornece também os ajustes necessários para que as DMUs ineficientes se tornem eficientes, conforme descrito anteriormente. Portanto, a quantidade de 3.231.020 frangos equivale à soma dos valores estimados como adequados para a produção de todas essas DMUs ineficientes. E o número de 252.420 aves é a soma da diferença entre os valores efetivos dos dados e os estimados dessas unidades. Da mesma forma determinam-se as folgas.

Na Tabela 15, ao avaliar a soma dos custos anuais (efetivos e estimados) desse conjunto de DMUs, verificou-se que o maior percentual de folga foi do insumo mão de obra, com 24,75% (R\$ 72.594,05); seguido do capital, com 16% (R\$ 12.167,44); e depois a ração, com 5,82% (R\$ 85.238,84). Sanar tais folgas representaria, em 2006, uma economia de R\$ 170.000,33 no custo de produção do frango de corte dessas DMUs ineficientes tecnicamente.

Tabela 15 - DMUs com ineficiência BCC/RVE - Produção efetiva e estimada, custos efetivos e estimados dos insumos (folgas)

		2006			
		Folgas nos insumos			
Produção anual – nº de aves		Custo anual dos insumos	Capital	Mão de obra	Ração
Produção efetiva	2.978.600	Custo efetivo - R\$	76.033,36	293.226,79	1.464.048,11
Produção ótima	3.231.020	Custo ótimo - R\$	63.865,92	220.632,74	1.378.809,27
Folga	252.420	Folga - R\$	12.167,44	72.594,05	85.238,84
Folga (%)	8,47	Folga (%)	16	24,75	5,82

Fonte: Elaboração própria

Um exemplo de DMU que necessitava de ajustes para melhorar sua produção era o estado de Mato Grosso do Sul, usando aviários automáticos, que obteve o pior índice de eficiência técnica pura (1,209) do período de 2006, conforme a Tabela 16. Essa unidade utilizou o capital (R\$ 30.016,64) e a ração (R\$ 474.204,80) em níveis adequados. No entanto, apresentou folga em mão de obra de R\$ 1.471,40 ou 6,75% (diferença entre o custo efetivo e o estimado). E ainda produziu 50.050 aves, ou 20,85% (diferença entre a produção efetiva e a ótima) a menos do que poderia adotando as melhores práticas.

Tabela 16 - Melhor e pior desempenho entre as DMUs em 2006 – Conforme o modelo BCC/RVE

Valor anual	Mais eficiente		Menos eficiente			
	São Paulo – Climatizado		Mato Grosso do Sul - Automático			
	Efetivo	Estimado	Efetivo	Estimado	Ajustes	
Capital	R\$ 32.313,95	R\$ 32.313,95	R\$ 30.016,64	R\$ 30.016,64	-	-
Mão de obra	R\$ 20.777,16	R\$ 20.777,16	R\$ 21.793,18	R\$ 20.321,78	R\$ 1.471,40	6,75% (reduzir)
Ração	R\$ 498.223,50	R\$ 498.223,50	R\$ 474.204,80	R\$ 474.204,80	-	-
Produção (aves)	306.000	306.000	240.000	290.050	50.050	20,85% (aumentar)

Fonte: Elaboração própria

Por outro lado, o resultado mais satisfatório apresentado nesse ano foi do estado de São Paulo, com tecnologia climatizada, que empregou os recursos acertadamente e alcançou o nível máximo de produtividade, a ser conferido na Tabela 16. Essa DMU foi indicada como *benchmark* para quase todas as DMUs ineficientes tecnicamente.

4.1.2 Resultados de 2007

Em 2007, de acordo com a Tabela 17, manteve-se o número de onze unidades com eficiência técnica pura (BCC), porém as DMUs não são as mesmas do ano anterior como pode ser verificado na Tabela 13. Sete delas foram eficientes em escala e, portanto, alcançaram eficiência técnica global (CCR). Duas atuaram em escalas subdimensionadas e as outras duas, superdimensionadas.

Tabela 17 - Sumário do tipo de retorno de escala e da eficiência técnica pura das DMUs Conforme o modelo BCC/RVE

2007			
Tipo de retorno	Eficiência BCC	Ineficiência BCC	Total
Constante	7	0	7
Crescente	2	0	2
Decrescente	2	13	15
Total	11	13	24

Fonte: Elaboração própria

As treze DMUs restantes não fizeram o melhor uso de seus fatores e operaram em rendimento não ótimo (decrecente) (Tabela 17), por isso foram globalmente ineficientes. Juntas, em 2007, essas unidades geraram 3.118.800 aves, mas poderiam ter produzido 3.413.980 frangos, ou seja, 9,46% (295.180) a mais, empregando os mesmos recursos (Tabela 18).

Ademais, na Tabela A.1 (Apêndice A), identificou-se a existência de folgas em sete dessas DMUs, que somadas proporcionariam uma economia anual nos custos de produção do frango de corte de R\$ 60.246,03. A Tabela 18 apresenta o montante dessas folgas em cada insumo, sendo o capital o mais expressivo, com 27,19% (R\$ 52.221,82); seguido da mão de obra, com 8,09% (R\$ 5.286,15); e, por último, a ração, 0,41% (R\$ 2.738,06).

Tabela 18 - DMUs com ineficiência BCC/RVE - Produção efetiva e estimada, custos efetivos e estimados dos insumos (folgas)

		2007			
Produção anual – nº de aves		Folgas nos insumos			
		Custo anual dos insumos	Capital	Mão de obra	Ração
Produção efetiva	3.118.800	Custo efetivo - R\$	192.021,48	65.276,96	659.773,42
Produção ótima	3.413.980	Custo ótimo - R\$	139.799,66	59.990,81	657.035,36
Folga	295.180	Folga - R\$	52.221,82	5.286,15	2.738,06
Folga (%)	9,46	Folga (%)	27,19	8,09	0,41

Fonte: Elaboração própria

Para retratar a pior situação de aplicação inadequada dos recursos em 2007 cita-se o estado de Mato Grosso do Sul, com galpões manuais. Essa unidade obteve um índice de eficiência técnica pura de 1,29. Como se observa na Tabela 19, a diferença entre a produção efetiva e a estimada aponta que havia a possibilidade de criar 29% (66.060) de aves a mais, mantendo os custos de mão de obra e ração. E ainda poderia reduzir-se o capital em 11,71% (R\$ 3.736,42).

Tabela 19 - Melhor e pior desempenho entre as DMUs em 2007 – Conforme o modelo BCC/RVE

Valor anual	Mais eficiente		Menos eficiente			
	Paraná – Climatizado		Mato Grosso do Sul – Manual			
	Efetivo	Estimado	Efetivo	Estimado	Ajustes	
	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	
Capital	30.461,52	30.461,52	31.899,96	28.163,54	3.736,42	11,71% (reduzir)
Mão de obra	23.482,12	23.482,12	28.222,08	28.222,08	-	-
Ração	467.165,80	467.165,80	568.347,00	568.347,00	-	-
Produção (aves)	259.200	259.200	228.000	294.060	66.060	29% (aumentar)

Fonte: Elaboração própria

Enquanto isso, o estado do Paraná, com tecnologia climatizada, fez a melhor combinação dos fatores (Tabela 19) e foi a DMU mais bem sucedida desse ano, servindo de modelo para outras unidades com ineficiência técnica pura.

4.1.3 Resultados de 2008

Na avaliação de 2008, segundo a Tabela 20, observaram-se sete DMUs com eficiência técnica pura (BCC). Destas, cinco apresentaram eficiência de escala, ou seja, eficiência CCR – a máxima produtividade. As duas restantes atuaram fora do nível ótimo de escala - uma com retorno crescente e a outra com retorno decrescente. Das dezessete DMUs com ineficiência BCC, uma alcançou a escala adequada, enquanto três tiveram rendimento crescente e treze, decrescente.

Tabela 20 - Sumário do tipo de retorno de escala e da eficiência técnica pura das DMUs Conforme o modelo BCC/RVE

Tipo de retorno	2008			Total
	Eficiência BCC	Ineficiência BCC		
Constante	5	1		6
Crescente	1	3		4
Decrescente	1	13		14
Total	7	17		24

Fonte: Elaboração própria

Nesse ano, consoante a Tabela 21, a soma da produção dessas dezessete unidades com ineficiência técnica pura resultou em 3.742.296 aves. Essa quantidade foi 12,26% (458.874) menor do que a capacidade produtiva, isto é, com os mesmos *inputs*, tais DMUs juntas poderiam ter formado 4.201.170 frangos em 2008, se tivessem sido eficientes.

Treze delas revelaram folga em ao menos um insumo (Tabela A.1, Apêndice A). Na Tabela 21, verifica-se que os custos excedentes com capital totalizaram 31,96% (R\$ 53.178,96); com mão de obra, 21,49% (R\$ 28.133,21); e com ração, 10,41% (R\$ 443.539,74). Estes valores mostraram uma possível restrição anual de R\$ 524.851,91 nos custos desses fatores para as referidas unidades.

Tabela 21 - DMUs com ineficiência BCC/RVE - Produção efetiva e estimada, custos efetivos e estimados dos insumos (folgas)

		2008			
Produção anual – nº de aves		Folgas nos insumos			
		Custo anual dos insumos	Capital	Mão de obra	Ração
Produção efetiva	3.742.296	Custo efetivo - R\$	166.361,33	130.896,25	4.258.485,2
Produção ótima	4.201.170	Custo ótimo - R\$	113.182,37	102.763,04	3.814.945,46
Folga	458.874	Folga - R\$	53.178,96	28.133,21	443.539,74
Folga (%)	12,26	Folga (%)	31,96	21,49	10,41

Fonte: Elaboração própria

Pelo segundo ano consecutivo, o estado de Mato Grosso do Sul, empregando tecnologia manual, apresentou a performance produtiva mais insatisfatória da amostra. Esta DMU obteve índice de eficiência técnica pura de 1,333. Na Tabela 22, percebe-se que a produção dessa unidade poderia ter sido 33,3% (75.930) superior, com custo de capital 16,17% (R\$ 5.419,69) menor.

Tabela 22 - Melhor e pior desempenho entre as DMUs em 2008 – Conforme o modelo BCC/RVE

Valor anual	Mais eficiente		Menos eficiente			
	Goiás – Climatizado		Mato Grosso do Sul – Manual			
	Efetivo	Estimado	Efetivo	Estimado	Ajustes	
	R\$	R\$	R\$	R\$		
Capital	30.982,71	30.982,71	33.503,33	28.083,64	R\$ 5.419,69	16,17% (reduzir)
Mão de obra	20.022,11	20.022,11	29.357,58	29.357,58	-	-
Ração	659.768,30	659.768,30	726.809,90	726.809,90	-	-
Produção (aves)	276.000	276.000	228.000	303.930	75.930	33,3% (aumentar)

Fonte: Elaboração própria

Em condição oposta encontrou-se o estado de Goiás, com galpões climatizados, que associou adequadamente seus recursos na produção de frango de corte (Tabela 22) e foi *benchmark* de várias DMUs ineficientes.

Tabela 23. Médias estaduais e trienais da eficiência

	CCR		BCC		CCR		BCC		CCR (Média dos 3 anos)	BCC (Média dos 3 anos)
	2006	2006	2007	2007	2008	2008	2008	2008		
GO – Climatizado	1.04	1.00	1.02	1.00	1.00	1.00	1.02	1.00	1.02	1.00
GO – Automático	1.05	1.01	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	1.00	1.02	1.00
GO – Manual	1.11	1.06	1.04	1.02	1.04	1.03	1.06	1.04	1.06	1.04
Média Estadual	1.07	1.02	1.02	1.01	1.02	1.01	1.03	1.01	1.03	1.01
MG - Climatizado	1.16	1.07	1.04	1.00	1.01	1.00	1.07	1.02	1.07	1.02
MG - Automático	1.25	1.20	1.05	1.02	1.04	1.01	1.11	1.08	1.11	1.08
MG - Manual	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Média Estadual	1.13	1.09	1.03	1.01	1.02	1.00	1.06	1.03	1.06	1.03
MS -Climatizado	1.23	1.16	1.37	1.21	1.43	1.23	1.34	1.20	1.34	1.20
MS - Automático	1.21	1.21	1.38	1.26	1.43	1.32	1.34	1.26	1.34	1.26
MS - Manual	1.18	1.14	1.37	1.29	1.41	1.33	1.32	1.25	1.32	1.25
Média Estadual	1.21	1.17	1.37	1.25	1.43	1.30	1.34	1.24	1.34	1.24
MT - Climatizado	1.04	1.04	1.07	1.03	1.30	1.13	1.14	1.07	1.14	1.07
MT - Automático	1.04	1.04	1.06	1.05	1.18	1.18	1.09	1.09	1.09	1.09
MT - Manual	1.04	1.03	1.04	1.03	1.23	1.22	1.10	1.09	1.10	1.09
Média Estadual	1.04	1.04	1.06	1.04	1.23	1.18	1.11	1.08	1.11	1.08
PR - Climatizado	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04	1.04	1.01	1.01	1.01	1.01

PR – Automático	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05	1.04	1.02	1.01
PR – Manual	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05	1.05	1.02	1.02
Média Estadual	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05	1.04	1.02	1.01
RS - Climatizado	1.02	1.01	1.04	1.04	1.08	1.07	1.05	1.04
RS - Automático	1.04	1.03	1.09	1.08	1.16	1.13	1.09	1.08
RS - Manual	1.00	1.00	1.04	1.00	1.12	1.00	1.05	1.00
Média Estadual	1.02	1.01	1.06	1.04	1.12	1.07	1.06	1.04
SP - Climatizado	1.00	1.00	1.13	1.06	1.10	1.10	1.08	1.05
SP - Automático	1.12	1.11	1.12	1.10	1.12	1.12	1.12	1.11
SP - Manual	1.00	1.00	1.07	1.05	1.07	1.02	1.05	1.02
Média Estadual	1.04	1.04	1.11	1.07	1.10	1.08	1.08	1.06
SC - Climatizado	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SC - Automático	1.03	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00
SC - Manual	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Média Estadual	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fonte: Elaboração própria

Este baixo desempenho deve estar relacionado à heterogeneidade produtiva e climática das DMUs analisadas. Nota-se na Tabela 23 que as unidades automatizadas no geral, a nível estadual, obtiveram piores desempenhos. Além disso, observa-se que os maiores produtores e exportadores, os estados da região Sul, com mais anos de experiência no ramo e maiores investimentos em equipamentos segundo Garcia (2004), obtiveram um melhor desempenho nos três anos analisados.

4.2 Resultados do Índice de Malmquist Orientado a Produto

Nesta Seção analisou-se o desempenho das referidas DMUs na produção de frango de corte em dois períodos 2006-2007 e 2007-2008 por meio do índice de produtividade de Malmquist (IPM), com o modelo DEA BCC/RVE orientado a produto.

Conforme esclarecido anteriormente, o índice de Malmquist avalia a produtividade total dos fatores (PTF) que pode ser decomposto em mudança tecnológica (MT) e mudança de eficiência técnica (MET). Esta decomposição permite identificar a qual destes aspectos ou aos dois, simultaneamente, a variação do IPM está relacionada. A mudança de eficiência técnica, por sua vez, divide-se em mudança de eficiência técnica pura (METP) e de escala (ME), quando assumidos retornos variáveis de escala (RVE).

Na interpretação do índice de Malmquist, valores maiores que 1 indicam crescimento no IPM; valores menores que 1 indicam queda; e não há mudança na produtividade se o valor estimado para o índice for igual a 1, como explicado previamente. A mesma interpretação vale para os índices de mudança na tecnologia e na eficiência técnica, pura e de escala. Os valores do índice de Malmquist e de seus componentes, estimados nesta análise, são apresentados na Tabela 24.

Tabela 24. Índices fornecidos pelo modelo DEA-Malmquist – 2006 a 2008

DMU	2006-2007					2007-2008				
	MET	MT	METP	MEE	MPTF	MET	MT	METP	MEE	MPTF
GO – Climatizado	1.017	0.966	1	1.017	0.982	1.021	0.914	1	1.021	0.933
GO – Automático	1.052	0.981	1.005	1.047	1.032	0.994	0.904	0.995	0.998	0.898
GO – Manual	1.067	0.945	1.033	1.033	1.008	0.993	0.87	0.991	1.001	0.864
MG - Climatizado	1.116	1	1.071	1.042	1.116	1.025	0.904	1	1.025	0.927
MG - Automático	1.193	0.994	1.175	1.016	1.186	1.006	0.881	1.012	0.994	0.886
MG - Manual	1	1.12	1	1	1.12	1	0.92	1	1	0.92
MS -Climatizado	0.893	0.886	0.956	0.934	0.791	0.958	0.835	0.983	0.975	0.8
MS - Automático	0.88	0.893	0.96	0.917	0.786	0.964	0.835	0.954	1.01	0.805
MS - Manual	0.867	0.905	0.881	0.985	0.785	0.966	0.841	0.968	0.999	0.813
MT - Climatizado	0.978	0.893	1.009	0.97	0.873	0.822	0.88	0.916	0.897	0.724
MT - Automático	0.984	0.898	0.992	0.992	0.884	0.898	0.865	0.888	1.01	0.776
MT - Manual	0.993	0.906	1.002	0.991	0.9	0.851	0.873	0.841	1.012	0.743
PR - Climatizado	1	0.891	1	1	0.891	0.959	0.812	0.961	0.998	0.779
PR – Automático	1	0.903	1	1	0.903	0.954	0.821	0.965	0.989	0.783
PR – Manual	1	0.897	1	1	0.897	0.952	0.825	0.952	1	0.785
RS - Climatizado	0.974	0.947	0.966	1.009	0.923	0.962	0.872	0.97	0.992	0.84
RS - Automático	0.952	0.925	0.959	0.993	0.881	0.939	0.858	0.953	0.985	0.806
RS - Manual	0.96	0.947	1	0.96	0.91	0.933	0.87	1	0.933	0.812
SP - Climatizado	0.887	0.891	0.944	0.94	0.791	1.021	0.859	0.963	1.061	0.878
SP - Automático	0.996	0.902	1.006	0.99	0.899	1.005	0.846	0.986	1.019	0.85
SP - Manual	0.937	0.97	0.955	0.981	0.909	1.003	0.884	1.025	0.979	0.887
SC - Climatizado	1	0.924	1	1	0.924	1	0.846	1	1	0.846
SC - Automático	1.026	0.897	1	1.026	0.921	1.005	0.833	1	1.005	0.837
SC - Manual	1	0.927	1	1	0.927	1	0.854	1	1	0.854
Média geométrica	0.988	0.932	0.995	0.993	0.921	0.967	0.862	0.971	0.996	0.833

Fonte: Resultado da análise – Elaboração própria

Nota: 1. MET: Mudança de Eficiência Técnica; MT: Mudança Tecnológica; METP: Mudança da Eficiência Técnica Pura; MEE: Mudança da Eficiência de Escala; MPTF: Mudança da Produtividade Total dos Fatores (TFP).

A média geométrica agregada do IPM das DMUs no período 2006-2007 indica uma perda de 8% da produtividade. Essa diminuição ocorreu em virtude das variações negativas da tecnologia (-6,8%) e da eficiência técnica (-1,2%), pura (-0,5%) e de escala (-0,7%).

De acordo com o disposto na Tabela 24, no período 2006-2007 as únicas unidades que apresentaram ganhos de produtividade foram, nesta ordem: Minas Gerais – Automático; Minas Gerais – Manual; Minas Gerais – Climatizado; Goiás – Automático; e Goiás – Manual. Os resultados apontam que o aumento na produtividade dessas DMUs ocorreu devido à melhora da eficiência (tanto pura quanto de escala), exceto Minas Gerais – Manual, cujo avanço foi impulsionado pelas inovações tecnológicas.

As outras dezenove unidades mostraram retração no IPM, motivadas pelo decréscimo nos índices de mudança tecnológica, sendo que doze delas também tiveram queda na eficiência (pura e/ou de escala). Em tal situação enquadra-se Mato Grosso do Sul – Manual, que apresentou a performance mais insatisfatório do período.

No período 2007-2008, a média geométrica agregada do IPM das DMUs mostra que a PTF reduziu 16,7%, maior que no período anterior. Isso está em correspondência com a queda do número de DMUs eficientes em 2008. De acordo com a Tabela 24, este resultado foi motivado pela variação negativa da tecnologia (-13,8%) e pela queda na eficiência (-3,3%), tanto pura (-2,9%) quanto de escala (-0,4%).

Todas as DMUs tiveram o valor do IPM reduzido em 2007-2008, ficando abaixo da unidade. Como mostra a Tabela 24, a diminuição da produtividade de todas as 24 unidades originou-se da mudança tecnológica, sendo que quatorze destas também foram motivadas por variações da eficiência técnica (pura e de escala). Assim como se comentou no início desta Seção, as causas da diminuição no IPM das unidades estudadas podem ser variadas.

A Tabela 25 apresenta as variações ocorridas em todas as unidades avaliadas, entre 2006 e 2008, por meio das médias geométricas do IPM e de sua decomposição. Com isso, verifica-se que quase todas as unidades tiveram seus índices reduzidos ao longo do período. Em geral, as unidades tiveram uma diminuição média de 12,4% na produtividade, além de alterações tecnológicas de menos 10,3% e perda na eficiência técnica de 2,3%. Os índices de eficiência técnica pura e de escala apresentaram, respectivamente, uma retração média de 1,7% e 0,6%.

No aglomerado dos três anos, a unidade que mostrou maior ganho de produtividade foi Minas Gerais – Automático (2,5%), consequência da melhora na eficiência técnica (9,6%), que

superou o efeito da variação tecnológica negativa (-6,4%). Por outro lado, o maior recuo na PTF (-20,5%) foi exibido pelas unidades Mato Grosso do Sul – Climatizado e Mato Grosso – Climatizado. Em ambos os casos, a produtividade foi impactada negativamente pelas mudanças na eficiência técnica e na tecnologia. Para Mato Grosso do Sul – Climatizado, as reduções foram, respectivamente, de 7,5% e 14%, enquanto que para Mato Grosso – Climatizado foram de 10,3% e 11,3%.

Tabela 25. Sumário dos índices de Malmquist – Médias gerais – 2006 a 2008

DMUs	MET	MT	METP	MEE	MPTF
GO – Climatizado	1.019	0.940	1.000	1.019	0.958
GO – Automático	1.022	0.942	1.000	1.022	0.963
GO – Manual	1.029	0.907	1.012	1.017	0.933
MG - Climatizado	1.070	0.951	1.035	1.034	1.017
MG - Automático	1.096	0.936	1.090	1.005	1.025
MG - Manual	1.000	1.015	1.000	1.000	1.015
MS - Climatizado	0.925	0.860	0.969	0.954	0.795
MS - Automático	0.921	0.864	0.957	0.962	0.796
MS - Manual	0.915	0.873	0.923	0.992	0.799
MT - Climatizado	0.897	0.887	0.961	0.933	0.795
MT - Automático	0.940	0.881	0.939	1.001	0.828
MT - Manual	0.919	0.889	0.918	1.002	0.817
PR - Climatizado	0.979	0.850	0.980	0.999	0.833
PR – Automático	0.977	0.861	0.982	0.994	0.841
PR – Manual	0.976	0.860	0.976	1.000	0.839
RS - Climatizado	0.968	0.909	0.968	1.001	0.880
RS - Automático	0.946	0.891	0.956	0.989	0.842
RS - Manual	0.947	0.908	1.000	0.947	0.860
SP - Climatizado	0.952	0.875	0.953	0.999	0.833
SP - Automático	1.001	0.874	0.996	1.004	0.874
SP - Manual	0.969	0.926	0.989	0.980	0.898
SC - Climatizado	1.000	0.884	1.000	1.000	0.884
SC - Automático	1.016	0.864	1.000	1.016	0.878
SC - Manual	1.000	0.890	1.000	1.000	0.890
Média geométrica	0.977	0.897	0.983	0.994	0.876

Fonte: Resultado da análise – Elaboração própria

Nota: 1. MET: Mudança de Eficiência Técnica; MT: Mudança Tecnológica; METP: Mudança da Eficiência Técnica Pura; MEE: Mudança da Eficiência de Escala; MPTF: Mudança da Produtividade Total dos Fatores (TFP).

Podem-se destacar pelo menos cinco explicações para a queda na produtividade:

- 1) A gripe aviária. Devido ao surgimento desta doença, as exportações do país para a Europa, a Ásia e a África foram significativamente afetadas, contribuindo para o aumento dos estoques e da oferta no mercado interno e, conseqüentemente, a queda do seu valor de venda.
- 2) A taxa de câmbio desfavorável às exportações (valorização do real em relação ao dólar) pode ser outro fator a justificar a piora no desempenho das vendas externas, que resultou em queda da rentabilidade das empresas exportadoras (SILVA, 2008).
- 3) A decisão dos Estados Unidos de empregarem o milho na elaboração de etanol. Isso atingiu o comportamento dos preços deste grão no Brasil e no mundo, tornando o principal ingrediente da ração para frangos mais caro. O milho representa aproximadamente 60% dos custos de produção do frango de corte (JESUS JUNIOR et al. 2007).
- 4) A crise financeira global de 2007-2008 que se iniciou em 2006 devido ao colapso da bolha imobiliária nos Estados Unidos e atingiu todos os setores da economia mundial desde o início de 2008.
- 5) As altas taxas de juros. Isto compromete a rentabilidade e a expansão do setor. De acordo com as informações da UBA (2007; 2009), neste aspecto, o setor é bastante dependente de financiamento, devido à insuficiência de capital próprio por parte dos produtores.

Porém, é importante destacar que a análise minuciosa das causas da queda da produtividade vai além do escopo deste trabalho.

5 CONCLUSÕES

Esta pesquisa buscou avaliar o desempenho do Brasil na produção de frangos de corte, nos anos 2006, 2007 e 2008, analisando a eficiência das unidades por meio dos modelos clássicos da Análise Envoltória de Dados (DEA), bem como a produtividade com o Índice de Produtividade de Malmquist, observando as variações ocorridas na produtividade e em seus componentes, ao longo do mesmo período. Com a realização deste trabalho pretendeu-se colaborar para o estado da arte do tema, pois não foram encontrados na literatura estudos que utilizem esses modelos na avicultura brasileira.

Os resultados da análise anual, fornecidos pelos modelos DEA, mostraram que, em geral, a maior parte das unidades apresentou ineficiência técnica e operou fora de seu porte adequado de produção, em comparação ao desempenho das melhores práticas nos mesmos períodos.

Em cada ano, pelo menos a metade das unidades avaliadas se enquadrou nesta situação, sendo que em 2008 mais de 70% delas mostraram ineficiência técnica pura. O número de DMUs com eficiência global chegou a no máximo um terço do total em 2006, mas reduziu anualmente até 2008.

Percebeu-se que a maior parte das unidades avaliadas em cada um dos três anos tinha condições de aumentar sua produção, ao mesmo tempo em que eliminariam desperdícios, por meio da melhor combinação de seus recursos. Com isso, seria possível incrementar a receita do setor e reduzir os custos de produção dos frangos de corte.

O uso do Índice de Produtividade de Malmquist permitiu observar a evolução da produtividade das mesmas DMUs ao longo desses três anos. Os resultados gerais mostraram que quase todas as unidades tiveram redução na Produtividade Total dos Fatores, influenciada pela mudança da eficiência técnica, tanto pura quanto de escala, mas principalmente pela mudança tecnológica.

A diminuição da eficiência técnica pode ser justificada em parte pela piora dos processos produtivos, conforme se acompanhou na análise anual da produção das unidades, com os modelos DEA. Mas também se percebeu que os acontecimentos econômicos e de mercado ocorridos ao longo de todo o período podem ter influenciado o desempenho delas, em especial os associados à economia externa, que entre outras coisas podem afetar os preços dos insumos e do produto brasileiro.

A variação negativa da tecnologia a princípio pode ter sido decorrente da falta de recursos financeiros para investir na modernização dos equipamentos avícolas. De acordo com as informações da UBA (2007; 2009), nesse aspecto, o setor é bastante dependente de financiamento, devido à insuficiência de capital próprio por parte dos produtores.

Nesse sentido, medidas para mitigar os fatores negativos externos e políticas públicas e privadas que incentivem, principalmente, a concessão de crédito para modernização e desenvolvimento do setor se fazem necessárias. Além disso, é interessante identificar outras dificuldades enfrentadas pelo produtor, que podem interferir na execução e nos resultados da atividade, tais como a transferência de tecnologias, o nível de instrução, conhecimento técnico e tecnológico dos produtores de frango de corte. Pesquisas futuras podem investigar o perfil deles e contribuir para o entendimento do contexto dessa atividade no país.

Esta pesquisa não abordou algumas questões relevantes para a produção de frangos de corte, como a mortalidade das aves e o vazio sanitário, pois não era esse o foco. Entretanto, tais assuntos podem ser discutidos em avaliações posteriores.

Há a possibilidade de testar este estudo em outros períodos, tanto anteriores quanto seguintes ao aqui considerado, desde que haja disponibilidade de dados para tanto. É possível desenvolver ainda discussões sobre inovação e operações dentro da cadeia produtiva, a relação entre os elos, entre outros pontos.

Por último, chama-se a atenção para a existência de limitações nos métodos não paramétricos, assim como em outros procedimentos. De acordo com Rosano-Peña, Albuquerque e Daher (2012), por fornecer uma medida de eficiência relativa às melhores práticas observadas, a DEA está sujeita a observações e sua avaliação depende das unidades e das variáveis selecionadas, além do pressuposto de que todos os fatores abrangidos são iguais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGO.

Relatório anual 2004. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/e5bdca035ce1505cae9c093595b0cb36.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2013.

_____. **Relatório anual 2006.** Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/7108cf153d9b286de441e528ae820331.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2014.

_____. **Relatório anual 2008.** Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/f85da6a2d749cbb4049481324e187d1d.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2014.

ABREU, U. G. P.; GOMES, E. G.; SANTOS, H. N. Análise Envoltória de Dados e métodos de seleção de variáveis para avaliação sistêmica da introdução de tecnologias na pecuária de gado de corte do Pantanal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 37., 2005, Gramado. **Pesquisa Operacional e o Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em: <<http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2005/pdf/arq0001.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2013.

ÁLVAREZ, A. **La medición de la eficiencia y la productividad.** Madrid: Pirámide, 2001.

ARAÚJO, G. C. et al. Cadeia produtiva da avicultura de corte: avaliação da apropriação de valor bruto nas transações econômicas dos agentes envolvidos. **Gestão & Regionalidade**, São Caetano do Sul, v. 24, n. 72, p. 5-16, set-dez 2008.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. O desempenho das exportações brasileiras de commodities: uma perspectiva regional (2006-2011). **Boletim Regional do Banco Central do Brasil**, Brasília, v. 6, n. 1, p. 77-84, 2012. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/pec/boletimregional/port/2012/01/br201201b1p.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2013.

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.

BATALHA, M. O. Sistemas agroindustriais: definições e correntes metodológicas. In: _____. (Coord.). **Gestão agroindustrial.** São Paulo: Atlas, 1997. vol. 1, p. 23-48.

_____. (Coord.) **Gestão agroindustrial.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

BOGETOFT, P.; OTTO, L. **Benchmarking with DEA, SFA, and R.** Nova York: Springer, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio: Brasil 2011/2012 a 2021/2022.** Brasília, DF, 2012. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-2022%20\(2\)\(1\).pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-2022%20(2)(1).pdf)>. Acesso em: 9 set. 2013.

CANEVER, M. D. et al. Mudanças tecnológicas na avicultura do Oeste Catarinense. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1998, Campinas. **Trabalhos de Pesquisa Avícola**. Disponível em: <http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/tranais/apinco1998_p82.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2013.

CANEVER, M. D. et al. **A cadeia produtiva do frango de corte no Brasil e na Argentina**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1997.

CARLETTI FILHO, P. T. **Divisão de custos e alinhamento estratégico de uma cadeia de suprimentos integrada verticalmente: o caso do frango brasileiro**. 2005. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

CARMO, H. M. O. **Análise envoltória de dados para avaliação da eficiência da avicultura familiar em Alagoas**. 2012. 105 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012.

CARVALHO, F. M.; FIÚZA, M. A.; LOPES, M. A. Determinação de custos como ação de competitividade: estudo de um caso na avicultura de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 908-913, maio/jun., 2008.

CASTRO, A. M. G.; LIMA, S. M. V.; CRISTO, C. M. P. N. Cadeia produtiva: marco conceitual para apoiar a prospecção tecnológica. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 22., 2002, Salvador. **Previsão e avaliação tecnológica**. Disponível em: <http://www.pee.mdic.gov.br/portalmDIC/arquivos/dwnl_1197031881.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2014.

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, n. 6, p. 1393-1414, 1982.

CHARNES, A. et al. **Data Envelopment Analysis: theory, methodology and application**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1994.

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.

CHIRINOS GONZÁLEZ, A.; URDANETA, M. Medición de la eficiencia en el sector avícola mediante Índices de Malmquist. **Agroalimentaria**, Mérida, v. 13, n. 25, p. 95-107, jul-dez. 2007.

COASE, R. H. The Nature of The Firm. **Economica**, v. 4, n. 16, p. 386-405, nov. 1937.

COELLI, T. J. et al. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. 2. ed. Nova York: Springer, 2005.

COELLI, T. J. **A guide to DEAP version 2.1**: a Data Envelopment Analysis (computer) program. Armidale: University of New England, 1996. Disponível em: <<http://www.uq.edu.au/economics/cepa/deap.php>>. Acesso em: 03 jan. 2014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Custos de produção do frango**: série histórica. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1268&t=2&Pagina_objcmsconteudos=1#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 09 out. 2012.

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.

DAMÁSIO FILHO, L. C. D.; MENDES, C. M. I. Viabilidade técnica e econômica na criação de frangos alternativa de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: Facta, 2001. p. 255-266.

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, p. 273-292, jul. 1951.

ESPÍNDOLA, C. J. Trajetórias do progresso técnico na cadeia produtiva de carne de frango do Brasil. **Geosul**, Florianópolis, v. 27, n. 53, p. 89-113, jan.-jun. 2012.

FÄRE, R. et al. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. **The American Economic Review**, v. 84, n. 1, p. 66-83, 1994.

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistics Society**, Londres, Series A (General), v. 120, n. 3, p. 253-290, 1957.

FAVERO, C. A. O Mercosul e a estrutura da agricultura: as “filières” de cereais e a exclusão social. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 13, n. 3, p.279-302, 1996.

FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P. **Introdução à Análise Envoltória de Dados**: teoria, modelos e aplicações. Viçosa: Editora UFV, 2009.

FIGUEIREDO, A. T. **Mensuração e análise da evolução da produtividade total dos fatores agregada no Brasil**: aplicação da abordagem de bootstrap ao índice de Malmquist. 2007. 110 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

FIGUEIREDO, A. M. et al. Integração na criação de frangos de corte na microrregião de Viçosa – MG: viabilidade econômica e análise de risco. **Revista de Economia e Sociologia Rural (RER)**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 4, p. 713-730 out.-dez. 2006.

GARCIA, L. A. F. **Economias de escala na produção de frangos de corte no Brasil.** 2004. 114 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

GIROTTO, A. F.; SOUZA, M. V. N. **Metodologia para o cálculo do custo de produção de frango de corte:** versão 1. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006.

GOLDBERG, R. A. **Agribusiness coordination:** a systems approach to the wheat, soybean, and florida orange economies. Boston: Harvard University, 1968.

GOMES, E. G. et al. Dependência espacial da eficiência do uso da terra em assentamento rural na Amazônia. **Produção**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 417-432, mai-ago. 2009.

GOMES, E. G.; MELLO, J. C. C. B.S.; MANGABEIRA, J. A. C. Estudo da sustentabilidade agrícola em um município amazônico com análise envoltória de dados. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v.29, n.1, p.23-42, jan.-abr. 2009.

GONZÁLEZ-ARAYA, M.C. **Projeções não radiais em regiões fortemente eficientes da fronteira DEA:** algoritmos e aplicações. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

GORDIN, M. H. O.; MICHELS, I. L. **Estudo das cadeias produtivas de Mato Grosso do Sul:** avicultura. Campo Grande: Editora UFMS, 2003.

HEIDARI, M. D.; OMID, M.; AKRAM, A. Optimization of energy consumption of broiler production farms using Data Envelopment Analysis. **Modern Applied Science**, Toronto, v. 5, n. 3, p. 69-78, jun. 2011a.

_____. Using nonparametric analysis (DEA) for measuring technical efficiency in poultry farms. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 13, n. 4, p. 271-277, dez. 2011b.

HOFFMANN, R. et al. **Administração da empresa agrícola.** 6. ed. São Paulo: Pioneira, 1989.

JESUS JUNIOR, C. et al. A cadeia da carne de frango: tensões, desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 26, p. 191-232, set. 2007.

KASSAI, S. et al. Breaken even point na atividade rural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 6., 1999, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Custos, 1999. p. 117.

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

LABONNE, M. Sur le concept de la filière en économie agro-alimentaire. In: KERMEL-TORRÈS, D. (Coord.); ROCA, P. J. (Coord.). **Terres, comptoirs et silos: des systèmes de production aux politiques alimentaires.** Paris: Orstom, 1987. p. 137-149.

LAZZARI, M. R. Avicultura de corte no Brasil: uma comparação entre as regiões Sul e Centro-Oeste. **Indicadores Econômicos**, Porto Alegre, v. 31, n. 4, p. 259-290, fev. 2004.

LIMA, J.F.; SIQUEIRA, S.H.G. de; ARAÚJO, D.V. **Relatório setorial: avicultura**. Brasília: BNDES, 1995.

LINS, M. P. E.; MEZA, L. A. **Análise Envoltória de Dados e perspectivas de integração no ambiente de apoio à decisão**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000.

MALMQUIST, S. Index numbers and indifference surfaces. **Trabajos de Estadística**, v. 4, n. 2, p. 209-242, 1953.

MELLO, J. C. C. B. S. et al. Curso de Análise Envoltória de Dados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 37., 2005, Gramado. **Pesquisa Operacional e o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <http://www.uff.br/decisao/sbpo2005_curso.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2013.

MIELE, M. et al. **Metodologia para o cálculo do custo de produção de frango de corte: versão 2**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2010.

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

PEREIRA, C. M. M. A.; MELO, M. R.; SANTOS, M. H. O agronegócio do frango de corte: um estudo de caso sob a ótica da economia dos custos de transação. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 7-17, jan. 2007.

RICHETTI, A.; SANTOS, A. C. O sistema integrado de produção de frango de corte em Minas Gerais: uma análise sob a ótica da ECT. **Organizações Rurais e Agroindustriais - Revista de Administração da UFLA**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 34-43, jul.-dez. 2000.

RIZZI, A. T. **Mudanças tecnológicas e reestruturação da indústria agroalimentar: o caso da indústria de frangos no Brasil**. 1993. 194 f. Tese (Doutorado em Economia). Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

ROSANO-PEÑA, C.; ALBUQUERQUE, P. H. M.; DAHER, C. E. Dinâmica da produtividade e eficiência dos gastos públicos na educação dos municípios goianos. **Revista de Administração Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 6, p. 845-865, nov./dez. 2012.

ROSANO-PEÑA, C. Eficiência e impacto do contexto na gestão através do DEA: o caso da UEG. **Produção**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 778-787, set./dez. 2012.

_____. Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método Análise Envoltória de Dados (DEA). **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 12, n. 1, p. 83-106, jan./mar. 2008.

SANTOS FILHO, J. I. et al. Aspectos econômicos e viabilidade da criação e frangos nos sistemas convencional e automatizado. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E SISTEMAS DE PRODUÇÃO AVÍCOLA, 1998, Concórdia. **Anais...Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998, p. 7-18.**

SILVA, R. A. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2008/2009: avicultura de corte.** Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/avicultura_corte_0809>. Acesso em: 04 mar. 2014.

SORJ, B.; POMPERMAYER, M. J.; CORADINI, O. L. **Camponeses e agroindústria: transformação social e representação política na avicultura brasileira.** Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2008.

SOUZA, J. P. **As estratégias competitivas da indústria brasileira de carnes: a ótica do distribuidor.** 1999. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

TUPY, O.; YAMAGUCHI, L. C. T. Eficiência e produtividade: conceitos e medição. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 45, n. 2, p. 39-51, 1998.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Relatório anual 2001.** Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/ff916512477a7dd029a7672cb41045bf.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2013.

_____. **Relatório anual 2006.** Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/4b55f27044eef0c36e4e1c43489aa419.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

_____. **Relatório anual 2007.** Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/1dae07eab061c11e7985bf2c61870866.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

_____. **Relatório anual 2009.** Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/74f2947d86449020f9146239308dc852.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2014.

_____. **Relatório anual 2012.** Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/41c30a0f46702351b561675f70fae077.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

_____. **Relatório anual 2013.** Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/732e67e684103de4a2117dda9ddd280a.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2013.

VARIAN, H. R. **Microeconomia: princípios básicos.** 5. ed. Tradução de Ricardo Inojosa e Maria José Cyhlar Monteiro. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

WILLIAMSON, O. **The economic institutions of capitalism.** New York: Free Press, 1985.

ZIEBERT, R. A.; SHIKIDA, P. F. A. Avicultura e produção integrada em Santa Helena, estado do Paraná: uma abordagem a partir da nova economia institucional. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 51, n. 1, p. 71-86, jan.-jun. 2004.

ZILLI, J. B. **Os fatores determinantes para a eficiência econômica dos produtores de frango de corte**: uma análise estocástica. 2003. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

ZYLBERSZTAJN, D. Conceitos gerais, evolução e apresentação do sistema agroindustrial. In: _____.; NEVES, M. F. (Org.). **Economia e gestão dos negócios agroalimentares**: indústria de alimentos, indústria de insumos, produção agropecuária, distribuição. São Paulo: Pioneira, 2005. P. 1-21.

_____. **Estruturas de governança e coordenação do agribusiness**: uma aplicação da nova economia das instituições. 1995. 239 f. Tese (Livre Docência). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

APÊNDICE A – VALORES DA PRODUÇÃO E DOS RECURSOS

Tabela A.1 - Valores anuais, efetivos e estimados, da produção e dos recursos usados pelas 24 DMUs - BCC/RVE

DMU		2006			2007			2008		
		Valor efetivo	Valor estimado	Diferença/ folga	Valor efetivo	Valor estimado	Diferença/ folga	Valor efetivo	Valor estimado	Diferença/ folga
GO	INS1	25.083,31	25.083,31		28.583,40	28.583,40		30.982,71	30.982,71	
	INS2	22.050,16	22.050,16		20.328,06	20.328,06		20.022,11	20.022,11	
	INS3	512.920,24	512.920,24		553.379,54	553.379,54		659.768,34	659.768,34	
GO	PRO1	276.000	276.000		276.000	276.000		276.000	276.000	
	INS1	23.416,63	23.416,63		22.109,88	22.109,88		29.232,27	29.232,27	
	INS2	22.050,16	21.559,10	-491,06	20.328,06	20.328,06		20.022,11	20.022,11	
Automático	INS3	490.619,36	490.619,36		529.319,56	529.319,56		631.082,76	631.082,76	
	PRO1	264.000	265.220	1.220	264.000	264.000		264.000	265.200	1.200
	INS1	20.916,67	20.916,67		19.372,97	19.372,97		26.606,62	26.606,62	
GO Manual	INS2	22.050,16	19.825,07	-2.225,09	20.328,06	20.328,06		20.022,11	20.022,11	
	INS3	423.716,72	423.716,72		457.139,62	457.139,62		545.026,02	545.026,02	
	PRO1	228.000	240.890	12.890	228.000	233.250	5.250	228.000	235.260	7.260
MG	INS1	25.449,96	25.449,96		24.000,00	24.000,00		25.206,28	25.206,28	
	INS2	23.545,12	21.985,61	-1.559,51	38.474,40	38.474,40		38.474,40	38.474,40	
	INS3	571.922,04	512.175,00	-59.747,04	750.835,95	750.835,95		882.481,20	882.481,20	
MG	PRO1	259.200	277.520	18.320	360.000	360.000		360.000	360.000	
	INS1	19.489,04	19.489,04		19.889,04	19.889,04		20.888,66	20.888,66	
	INS2	22.255,12	21.128,86	-1.126,26	36.314,40	34.273,41	-2.040,99	36.314,40	33.511,24	-2.803,16
MG	INS3	460.460,05	460.460,05		624.108,58	624.108,58		733.534,52	733.534,52	
	PRO1	201.600	242.110	40.510	300.000	306.730	6.730	300.000	303.130	3.130
	INS1	11.768,64	11.768,64		14.168,64	14.168,64		14.880,83	14.880,83	
MG Manual	INS2	22.255,12	22.255,12		36.314,40	36.314,40		36.314,40	36.314,40	
	INS3	460.460,05	460.460,05		624.108,58	624.108,58		733.534,52	733.534,52	
	PRO1	201.600	201.600		300.000	300.000		300.000	300.000	

(Continua)

Tabela A.1 – Continuação

DMU	2006			2007			2008			
	Valor efetivo	Valor estimado	Diferença/ folga	Valor efetivo	Valor estimado	Diferença/ folga	Valor efetivo	Valor estimado	Diferença/ folga	
MS Climatizado	INS1	42.166,70	32.313,95	-9.852,75	48.000,00	26.177,32	-21.822,68	50.412,53	27.560,65	-22.851,88
	INS2	22.900,18	20.777,16	-2.123,02	29.854,08	29.854,08		30.953,58	30.953,58	
	INS3	521.625,31	498.223,48	-23.401,83	659.773,42	657.035,36	-2.738,06	843.727,21	791.707,46	-52.019,75
MS Automático	PRO1	264.000	306.000	42.000	264.000	320.100	56.100	264.000	325.760	61.760
	INS1	30.016,64	30.016,64		40.100,04	27.465,7	-12.634,34	42.115,45	28.063,05	-14.052,40
	INS2	21.793,18	20.321,78	-1.471,40	28.222,08	28.222,08		29.357,58	29.357,58	
MS Manual	INS3	474.204,80	474.204,80		599.794,00	599.794,00		767.024,70	767.024,70	
	PRO1	240.000	290.050	50.050	240.000	302.260	62.260	240.000	316.770	76.770
	INS1	23.649,96	23.649,96		31.899,96	28.163,54	-3.736,42	33.503,33	28.083,64	-5.419,69
MT Climatizado	INS2	21.362,18	20.280,49	-1.081,69	28.222,08	28.222,08		29.357,58	29.357,58	
	INS3	449.342,43	449.342,43		568.347,02	568.347,02		726.809,89	726.809,89	
	PRO1	228.000	258.940	30.940	228.000	294.060	66.060	228.000	303.930	75.930
MT Automático	INS1	33.866,66	31.551,97	-2.314,69	38.400,00	29.540,20	-8.859,80	40.330,02	29.475,03	-10.854,99
	INS2	39.787,27	18.311,56	-21.475,71	25.197,92	25.197,92		24.838,25	24.838,25	
	INS3	406.255,08	406.255,08		507.824,24	507.824,24		868.199,64	717.897,51	-150.302,13
MT Manual	PRO1	242.000	252.300	10.300	264.000	272.870	8.870	264.000	297.920	33.920
	INS1	25.066,66	25.066,66		27.000,00	27.000,00		28.357,04	28.357,04	
	INS2	38.643,27	18.431,51	-20.211,76	23.933,92	23.933,92		23.206,25	23.206,25	
PR Climatizado	INS3	369.322,80	369.322,80		461.658,40	461.658,40		789.272,40	680.006,96	-109.265,44
	PRO1	220.000	228.750	8.750	240.000	251.480	11.480	240.000	283.070	43.070
	INS1	21.533,30	21.533,30		21.399,96	21.399,96		22.475,57	22.475,57	
PR Climatizado	INS2	38.542,99	18.447,28	-20.095,71	28.962,56	25.717,40	-3.245,16	27.133,60	27.133,60	
	INS3	350.856,66	350.856,66		438.575,48	438.575,48		749.808,78	671.233,45	-78.575,33
	PRO1	209.000	214.880	5.880	228.000	234.060	6.060	228.000	278.460	50.460
PR Climatizado	INS1	32.930,79	32.930,79		30.461,52	30.461,52		31.607,17	31.607,17	
	INS2	18.378,42	18.378,42		23.482,12	23.482,12		24.923,79	16.444,60	-8.479,19
	INS3	417.371,03	417.371,03		467.165,82	467.165,82		477.613,70	477.613,70	
PRO1	259.200	259.200		259.200	259.200		206.400	214.830	8.430	

(Continua)

Tabela A.1 – Continuação

DMU		2006			2007			2008		
		Valor efetivo	Valor estimado	Diferença/ folga	Valor efetivo	Valor estimado	Diferença/ folga	Valor efetivo	Valor estimado	Diferença/ folga
PR	INS1	21.905,76	21.905,76		20.861,52	20.861,52		20.555,89	20.555,89	
	INS2	17.843,82	17.843,82		22.923,12	22.923,12		24.701,35	17.306,92	-7.394,43
	INS3	328.488,03	328.488,03		367.678,53	367.678,53		418.847,08	418.847,08	
PR Manual	PRO1	204.000	204.000		204.000	204.000		180.000	186.580	6.580
	INS1	17.786,52	17.786,52		18.923,04	18.923,04		17.144,16	17.144,16	
	INS2	17.576,52	17.576,52		22.643,62	22.643,62		24.590,13	15.777,17	-8.812,96
RS	INS3	278.250,66	278.250,66		311.447,56	311.447,56		367.342,21	367.342,21	
	PRO1	172.800	172.800		172.800	172.800		157.596	165.480	7.890
	INS1	19.944,00	19.944,00		19.944,00	19.944,00		22.386,71	22.386,71	
Climatizado	INS2	16.530,00	16.530,00		17.727,68	17.727,68		20.366,58	20.366,58	
	INS3	370.500,76	368.410,79	-2.089,97	438.694,14	438.694,14		557.837,98	545.578,69	-12.259,29
	PRO1	216.000	217.110	1.110	216.000	224.730	8.730	216.000	231.770	15.770
RS Automático	INS1	16.004,04	16.004,04		16.004,04	16.004,04		17.975,63	17.975,63	
	INS2	16.530,00	16.530,00		17.193,08	17.193,08		20.366,58	19.723,11	-643,47
	INS3	296.400,62	296.400,62		350.955,29	350.955,29		446.270,36	446.270,36	
RS Manual	PRO1	172.800	178.390	5.590	172.800	186.090	13.290	172.800	195.250	22.450
	INS1	11.884,08	11.884,08		11.884,08	11.884,08		13.375,49	13.375,49	
	INS2	16.530,00	16.530,00		17.193,08	17.193,08		20.366,58	20.366,58	
SP	INS3	277.880,81	277.880,81		329.026,79	329.026,79		418.386,34	418.386,34	
	PRO1	162.000	162.000		162.000	162.000		162.000	162.000	
	INS1	32.313,95	32.313,95		33.621,48	28.452,90	-5.168,58	23.383,35	23.383,35	
Climatizado	INS2	20.777,16	20.777,16		25.424,92	25.424,92		18.520,44	18.520,44	
	INS3	498.223,48	498.223,48		556.707,99	556.707,99		520.143,86	520.143,86	
	PRO1	306.000	306.000		270.000	286.010	16.010	202.500	222.830	20.330
SP Automático	INS1	25.229,12	25.229,12		26.250,00	26.250,00		18.372,64	18.372,64	
	INS2	20.297,16	19.564,32	-732,84	23.834,92	23.834,92		18.520,44	18.520,44	
	INS3	430.694,18	430.694,18		481.247,13	481.247,13		449.639,19	449.639,19	
	PRO1	234.000	258.860	24.860	234.000	257.310	23.310	175.500	195.630	20.130

(Continua)

Tabela A.1 – Conclusão

DMU	2006			2007			2008		
	Valor efetivo	Valor estimado	Diferença/ folga	Valor efetivo	Valor estimado	Diferença/ folga	Valor efetivo	Valor estimado	Diferença/ folga
SP Manual	INS1	18.432,72	18.432,72	19.178,64	19.178,64		15.032,14	15.032,14	
	INS2	20.297,16	20.297,16	23.834,92	23.834,92		18.520,44	18.520,44	
	INS3	430.694,18	430.694,18	481.247,13	481.247,13		449.639,19	408.521,39	-41.117,80
SC Climatizado	PRO1	234.000	234.000	234.000	245.030	11.030	175.500	179.300	3.800
	INS1	27.236,92	27.236,92	27.921,24	27.921,24		32.202,52	32.202,52	
	INS2	12.828,24	12.828,24	13.921,32	13.921,32		16.347,36	16.347,36	
SC Automático	INS3	361.116,94	361.116,94	400.861,83	400.861,83		479.836,15	479.836,15	
	PRO1	216.000	216.000	216.000	216.000		216.000	216.000	
	INS1	19.944,95	19.944,95	18.237,82	18.237,82		21.455,05	21.455,05	
SC Manual	INS2	12.144,12	12.144,12	13.321,24	13.321,24		15.662,38	15.662,38	
	INS3	280.584,28	280.584,28	311.465,68	311.465,68		372.827,96	372.827,96	
	PRO1	168.000	168.000	168.000	168.000		168.000	168.000	
SC Manual	INS1	13.353,82	13.353,82	13.661,52	13.661,52		14.334,62	14.334,62	
	INS2	12.144,12	12.144,12	13.321,24	13.321,24		15.662,38	15.662,38	
	INS3	260.542,53	260.542,53	289.218,14	289.218,14		346.197,37	346.197,37	
PRO1	156.000	156.000	156.000	156.000		156.000	156.000		

Fonte: Elaboração própria

Nota: 1. Nas colunas Diferença/folga, o sinal (-) significa a quantidade a ser reduzida do insumo correspondente, ou seja, o nível de folga daquele insumo.