UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

DETERMINANTES DA EFICIÊNCIA TÉCNICA NO SETOR DE SUPERMERCADOS BRASILEIRO: UMA ANÁLISE UTILIZANDO MÉTODOS DE FRONTEIRA DE PRODUÇÃO

Tricia Thaíse e Silva Pontes

Orientador: Prof. Dr. Claudio Felisoni de Angelo

SÃO PAULO
2016

Prof. Dr. Marco Antonio Zago
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Alberto Américo Fischmann
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Prof. Dr. Roberto Sbragia
Chefe do Departamento de Administração

Prof. Dr. Moacir de Miranda Oliveira Júnior
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Administração

TRICIA THAÍSE E SILVA PONTES

DETERMINANTES DA EFICIÊNCIA TÉCNICA NO SETOR DE SUPERMERCADOS BRASILEIRO: UMA ANÁLISE UTILIZANDO MÉTODOS DE FRONTEIRA DE PRODUÇÃO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração do Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutora em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Claudio Felisoni de Angelo

Versão Corrigida
(versão original disponível na Biblioteca da Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade)

SÃO PAULO
2016

FICHA CATALOGRÁFICA
Elaborada pela Seção de Processamento Técnico do SBD/FEA/USP

Pontes, Tricia Thaíse e Silva
Determinantes da eficiência técnica no setor de supermercados brasileiro: uma análise utilizando métodos de fronteira de produção / Tricia Thaíse e Silva Pontes. – São Paulo, 2016.
211 p.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, 2017.
Orientador: Claudio Felisoni de Angelo.

1. Produtividade 2. Eficiência técnica 3. Fronteira de produção 4. Supermercados I. Universidade de São Paulo. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. II. Título.

CDD – 331.118

Aos meus pais que, com muito esforço e sacrifício, lutaram
para que eu tivesse a oportunidade de sonhar.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Cláudio Felisoni de Angelo, pela confiança em mim depositada quando me aceitou como sua aluna, pela orientação e por todo apoio que me deu ao longo do curso. Suas considerações sempre pontuais e acertivas foram essenciais para elaboração deste trabalho.

Aos professores Dr. José Augusto Giesbrecht da Silveira e Dr. Nuno Manoel Dias Fouto, pela análise criteriosa que realizaram em meu projeto de tese, contribuindo de forma fundamental para a qualidade deste estudo.

Ao professor Dr. Daniel Reed Bergmann pela atenção e auxílio na etapa de análise dos resultados.

Aos professores Dr. Edgard Monforte Merlo, Dr. Marcos Roberto Luppe e demais professores convidados à banca examinadora, já mencionados anteriormente, pela aceitação do convite e pelas valiosas considerações a respeito deste trabalho.

À equipe do PPGA e demais funcionários da FEA-USP pela atenção e suporte oferecidos ao longo do curso.

Aos meus pais Lúcio e Hosana, por terem me ensinado a importância da educação e me incentivado a buscar sempre mais. Sem dúvidas, foram as pessoas mais importantes para minha formação e por tudo que alcancei até aqui. Não existem palavras suficientes para expressar o quanto sou grata por tê-los em minha vida e por tudo que fizeram por mim.
Aos meus irmãos, Thília e Tákeo, e demais familiares que sempre torceram por mim e me apoiaram em todos os momentos, apesar da distância.

Ao Pedro por ser companhia nos bons e, principalmente, nos maus momentos, pela generosidade, paciência e amor com que me apoiou nesse processo.

De forma especial, agradeço a Deus, pelo dom da vida, pelas oportunidades concedidas, e por ser minha fortaleza nos momentos difíceis e meu guia nas horas incertas; agradeço ainda, à Nossa Senhora por sua valiosa intercessão.

"Efficiency is doing better what is already being done"

Peter Drucker

RESUMO

Pontes, T. T. S. (2016). *Determinantes da eficiência técnica no setor de supermercados brasileiro: uma análise utilizando métodos de fronteira de produção*. Tese de Doutorado, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Este estudo investiga os fatores determinantes da eficiência técnica no setor de supermercados brasileiro com base na aplicação de diferentes métodos de fronteira de produção que permitem uma comparação de desempenho entre companhias. Para isso, utilizou-se uma amostra de 85 redes de supermercados em operação no Brasil entre os anos de 2006 e 2015. A metodologia de pesquisa baseou-se em três abordagens de estimação da fronteira de produção: paramétrica, não paramétrica e semiparamétrica. Na primeira, a eficiência é estimada por meio da análise da fronteira estocástica com dados em painel, e diferentes especificações para função de produção. Nessa etapa também são estimados modelos com heterogeneidade a fim de encontrar os determinantes da eficiência dos supermercados. Em seguida os métodos não paramétricos de fronteira são classificados quanto à organização dos dados, primeiramente calculou-se o DEA-Malmquist para dados em painel, e, em seguida a técnica de DEA tradicional para cada ano separadamente. Por fim, os escores de eficiência obtidos pelo DEA são organizados em painel e utilizados como variável dependente na abordagem semiparamétrica, que estima um modelo Tobit para encontrar os determinantes da eficiência. Os resultados de todas as abordagens apontam para a ineficiência do setor de supermercados brasileiro, um alerta às companhias para melhorarem seus processos produtivos. Foi identificada uma queda na eficiência técnica do setor nos últimos anos, enquanto a produtividade apresentou variação positiva, em grande parte causada pela mudança tecnológica. A análise comparativa dos resultados dos modelos mostrou que a escolha da abordagem não influencia no *ranking* de eficiência, por outro lado a magnitude dos escores de eficiência varia de forma significativa de um método para outro. Os modelos de SFA com heterogeneidade e DEA em dois estágios forneceram resultados diferentes quanto aos determinantes da eficiência, no entanto, na comparação da eficiência média foi possível encontrar evidências do impacto do tamanho, do poder de mercado e da realização de fusões e aquisições sobre a ineficiência dos supermercados, confirmando três das hipóteses propostas na pesquisa. Tais achados representam uma significativa contribuição para literatura sobre eficiência no varejo, ainda pouco explorada no Brasil.

Palavras-chave: Eficiência Técnica, Produtividade, Fronteira de Produção, Supermercados.

ABSTRACT

Pontes, T. T. S. (2016). *Technical efficiency determinants in the Brazilian supermarket sector: an analysis using methods of production frontier*. Tese de Doutorado, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.

This study investigates the determinant technical efficiency factors in the Brazilian supermarket sector based on the application of different production frontier methods that allow a comparison of performance between companies. A sample of 85 supermarket chains operating in Brazil between 2006 and 2015 was used. The research methodology was based on three approaches of estimation of the frontier of production: parametric, non-parametric and semiparametric approach. In the first one, the efficiency is estimated through the analysis of the stochastic frontier with panel data, and different specifications for production function. In this step, models with heterogeneity are also estimated in order to find the determinants of supermarket efficiency. Then the non-parametric frontier methods are classified as to the organization of the data, first the DEA-Malmquist was used for panel data, and then the traditional DEA technique for each year separately. Finally, the efficiency scores obtained by the DEA are organized as a panel and used as the dependent variable in the semiparametric approach, which estimates a Tobit model to find the determinants of efficiency. The results of all approaches point to the inefficiency of the Brazilian supermarket sector, which represents an alert for companies to improve their production processes. In addition, a drop in the sector's technical efficiency was identified in recent years, while the productivity showed a positive variation, largely due to technological change. The comparative analysis of the model results showed that the choice of the approach did not influence the construction of the efficiency ranking, on the other hand, the magnitude of the efficiency scores varies significantly between the approaches. SFA models with heterogeneity and two-stage DEA provided different results regarding efficiency determinants; however, in the comparison of the average efficiency it was possible to find evidence of the impact of size, market power and mergers and acquisitions on the supermarket inefficiency, confirming three of the hypotheses proposed in the research. These findings represent a significant contribution to literature on retail efficiency, which is still little explored in Brazil.

Keywords: *Productivity, Technical Efficiency, Production Frontier, Supermarkets.*

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS 12
LISTA DE TABELAS 13
LISTA DE QUADROS 15
LISTA DE FIGURAS 16
LISTA DE GRÁFICOS 17
1 INTRODUÇÃO 18
1.2 Objetivos 24
1.3 Contribuições da Pesquisa 25
1.4 Estrutura do Trabalho 27
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 29
2.1 Função de Produção 29
2.2 Produtividade e Eficiência 34
2.3 Métodos de Fronteira 38
2.3.1 Análise Envoltória de dados – DEA 42
2.3.2 Análise da Fronteira Estocástica 45
2.3.2.1 Aplicação da Fronteira Estocástica a dados em painel 47
2.3.2.1.1 Modelo invariante no tempo 50
2.3.2.1.2 Modelo com a Ineficiência Variando no Tempo 52
2.4 Revisão da Literatura 54
2.4.1 Apresentação dos Estudos Internacionais 58
2.4.2 Apresentação dos Estudos Nacionais 70
2.5 Determinantes da Eficiência no Varejo e Hipóteses da Pesquisa 74
3 ASPECTOS METODOLÓGICOS 80
3.1 Caracterização da Pesquisa 80
3.2 Fonte de dados e descrição das variáveis 81
3.3 Modelos de Fronteira de Produção 85
3.3.1 Abordagem Paramétrica 86
3.3.1.1. Fronteira estocástica assumindo homogeneidade 86
3.3.1.2 Fronteira estocástica com heterogeneidade observada 88
3.3.3 Abordagem não paramétrica e semiparamétrica 90

3.3.2.2 Índice de Malmquist *91*
3.3.2.2 DEA em dois estágios..... *93*
3.3.4 Comparação dos Modelos de Fronteira de Produção *95*
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS 97
4.1 Análise descritiva dos dados 97
4.2 Resultados da Abordagem Paramétrica 109
4.2.1 Análise das funções de produção sem heterogeneidade *109*
4.2.2 Análise das funções de produção com heterogeneidade observada *120*
4.3 Análise da Eficiência por meio das Abordagens Não Paramétrica e Semiparamétrica..... 125
4.3.1 Eficiência e Produtividade com DEA – Malmquist *125*
4.3.2 Análise da Eficiência com DEA em dois Estágios *132*
4.4 Análise Comparativa dos Métodos de Fronteira 140
5 CONCLUSÕES 147
5.1 Síntese dos Resultados e Contribuições da Pesquisa 147
5.2 Verificação das Hipóteses da Pesquisa 152
5.3 Limitações e Trabalhos Futuros 155
REFERÊNCIAS 159
APÊNDICE 174

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAD – Associação Brasileira de Atacadistas e Distribuidores

ABRAS – Associação Brasileira de Supermercados

BCC – Modelo DEA de Banker, Charnes e Cooper (1984)

BCB – Banco Central do Brasil

CCR – Modelo DEA de Charnes, Cooper e Rhodes (1978)

CNC – Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo

CRS – *Constant Returns to Scale*

DEA – *Data Envelopment Analysis*

DMU – *Decision Making Unit*

DRS - *Decreasing Returns to Scale*

EA – Eficiência Alocativa

EE – Eficiência de Escala

HH – Índice Herfindahl-Hirschman

IBEVAR – Instituto Brasileiro de Executivos de Varejo e Mercado de Consumo

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPCA – Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo

LR – *Likelihood Ratio*

ML – *Maximum Likelihood*

OECD – *Organization for Economic Co-operation and Development*

OLS – *Ordinary Least Squares*

PIB – Produto Interno Bruto

PTF – Produtividade Total dos Fatores

RTS – *Returns to Scale*

SFA – *Stochastic Frontier Analysis*

SM – Supermercado Moderno

TE – Eficiência Técnica

VET – Variação na Eficiência Técnica

VIF – *Variance Inflation Factor*

VRS – *Variable Returns to Scale*

VT – Variação na Tecnologia

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estatísticas descritivas para as variáveis da função de produção (2006-2014)..... 98
Tabela 2: Valores de VIF 112
Tabela 3: Matriz de *outliers* para o ano de 2015 113
Tabela 4: Fronteiras de Produção Estocástica sem Heterogeneidade 116
Tabela 5: Elasticidades e Retornos de Escala para os Modelos 3 e 4 118
Tabela 6: Testes de Especificação para a Fronteira de Produção Estocástica sem Heterogeneidade 118
Tabela 7: Ranking dos supermercados brasileiros de acordo com o Modelo 2 119
Tabela 8: Correlação por postos entre o ranking por faturamento e os escores de eficiência obtidos no Modelo 2 120
Tabela 9: Fronteiras de Produção Estocástica com Heterogeneidade 121
Tabela 10: Elasticidades e Retornos de Escala para o Modelo 6 122
Tabela 11: Teste de Especificação para a Fronteira de Produção Estocástica com Heterogeneidade 123
Tabela 12: Ranking dos supermercados brasileiros por eficiência técnica de acordo com o Modelo 6 124
Tabela 13: Correlação por postos entre o ranking por faturamento e os escores de eficiência 124
Tabela 14: Distâncias Relativas às fronteiras de eficiência (2007-2015) 127
Tabela 15: Decomposição do Índice Malmquist (2006-2015) 130
Tabela 16: Resumo das eficiências calculadas pelos modelos de DEA (2006-2015) 134
Tabela 17: Fronteira de Produção e Benchmarks de acordo com o modelo DEA-VRS (2006-2015) 136
Tabela 18: Ranking dos supermercados por eficiência média obtida pelo DEA-VRS 138
Tabela 19: Correlação por postos entre o ranking por faturamento e os escores de eficiência obtidos pelo modelo DEA-VRS 139
Tabela 20: Resultados da Regressão Tobit (variável dependente = eficiência) 139
Tabela 21: Análise da correlação das estimativas de eficiência* 141
Tabela 22: Estatísticas descritivas das eficiências 142
Tabela 23: Média das eficiências baseadas nas características dos supermercados 145
Tabela 24: Matriz de *outliers* para o ano de 2006 179
Tabela 25: Matriz de *outliers* para o ano de 2007 179
Tabela 26: Matriz de *outliers* para o ano de 2008 180
Tabela 27: Matriz de *outliers* para o ano de 2009 180
Tabela 28: Matriz de *outliers* para o ano de 2010 180
Tabela 29: Matriz de *outliers* para o ano de 2011 181
Tabela 30: Matriz de *outliers* para o ano de 2012 181
Tabela 31: Matriz de *outliers* para o ano de 2013 181
Tabela 32: Matriz de *outliers* para o ano de 2014 182
Tabela 33: Matriz de *outliers* para o ano de 2015 182
Tabela 34: Ranking dos supermercados brasileiros de acordo com o Modelo 2 183

Tabela 35: Ranking dos supermercados brasileiros de acordo com o Modelo 6 185
Tabela 36: Distâncias Relativas às fronteiras de eficiência (2007-2015) 187
Tabela 37: Decomposição do Índice Malmquist (2006-2015) 201
Tabela 38: Eficiências médias individuais obtidas pelos modelos de DEA 203
Tabela 39: Benchmarks fornecidos pelo modelo DEA-VRS (2006-2015) 205
Tabela 40: Ranking por eficiência de acordo com o modelo DEA-VRS
(eficiência média) 212

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Síntese da Estrutura e Metodologia da Tese 25
Quadro 2: Métodos de fronteira para medir eficiência e produtividade 41
Quadro 3: Síntese dos principais estudos que abordam a eficiência no varejo 55
Quadro 4: Variáveis utilizadas para avaliação da eficiência 83
Quadro 5: Principais Fusões e Aquisições realizadas pelas redes da amostra (2006-2015)..... 102
Quadro 6: *Outliers* identificados na amostra no período 2006-2015 115

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico da função de produção (M=1, N=1)..... 30
Figura 2: Fronteira de Eficiência..... 36
Figura 3: Eficiência Técnica, alocativa e econômica..... 37
Figura 4: Fronteira estocástica de produção..... 46
Figura 5: Correlação entre as variáveis da função de produção..... 111
Figura 6: Histogramas de Frequência da eficiência segundo diferentes modelos.....144

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Evolução das variáveis estudadas (2006-2015)..... 101
Gráfico 2: Market-share das maiores redes de supermercados (2015)..... 106
Gráfico 3: Market-share das três maiores redes de supermercados (2006-2014)..... 107
Gráfico 4: Evolução do índice de concentração HH (2006-2015)..... 108
Gráfico 5: Log-ratio para o ano de 2015..... 114
Gráfico 6: Eficiência relativa média pela decomposição do DEA - Malmquist (2007-2015)..... 129
Gráfico 7: Variação do Índice de Malmquist PTF (2007-2015)..... 131
Gráfico 8: Boxplots dos índices de eficiência segundo diferentes modelo..... 142
Gráfico 9: Log-ratio para o ano de 2006 179
Gráfico 10: Log-ratio para o ano de 2007 179
Gráfico 11: Log-ratio para o ano de 2008 180
Gráfico 12: Log-ratio para o ano de 2009 180
Gráfico 13: Log-ratio para o ano de 2010 180
Gráfico 14: Log-ratio para o ano de 2011 181
Gráfico 15: Log-ratio para o ano de 2012 181
Gráfico 16: Log-ratio para o ano de 2013 181
Gráfico 17: Log-ratio para o ano de 2014 182
Gráfico 18: Log-ratio para o ano de 2015..... 182

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o setor supermercadista brasileiro passou por um processo de reestruturação cujas consequências impactaram beneficamente o desempenho do setor, tornando-o cada vez mais importante no cenário econômico nacional. Esse processo teve início com as reformas econômicas decretadas em 1995, que incluíram a liberalização do comércio. A partir de então, o setor varejista de alimentos passou por uma série de reformas estruturais que facilitaram o investimento estrangeiro, a maior consolidação da indústria de alimentos por meio de fusões e aquisições, e um rápido aumento no número de hipermercados e lojas de conveniência (Tandon, Landes & Woolverston, 2011).

Além disso, o período de estabilidade na economia brasileira com baixa inflação e estabilização dos preços, iniciado com a implantação do Plano Real, impulsionou o aumento do poder de compra do consumidor. Aliados às políticas de distribuição de renda e o número cada vez maior de famílias que entravam para a classe média na primeira década dos anos 2000, ampliaram ainda mais o processo de mudança no setor de supermercados ao criar um novo perfil de consumidor brasileiro, com uma cesta de consumo mais diversificada, mais acesso à informação e busca de qualidade na aquisição de bens e serviços (Neri, 2010; Lazzarini, 2015). Todo esse processo fez com que o setor supermercadista nos últimos anos crescesse significantemente mais que o Produto Interno Bruto – PIB, que representa a soma de todos os produtos e serviços produzidos no país em determinado período. De acordo com a Associação Brasileira de Supermercados – Abras (2014), o setor obteve um crescimento real de 6,7% em 2011, 8,4% em 2012 e 5,36% em 2013, enquanto que crescimento do PIB não passou de 2,1% anuais no triênio 2011- 2013.

No entanto, o cenário macroeconômico do país já não é o mesmo, em 2015 o PIB apresentou queda real de 3,8%. Juros e inflação elevados voltaram a ser uma realidade no país. Em 2015, o Índice de Preços ao Consumidor (IPCA), usado para medir a variação de preços no país, teve sua maior alta desde 2003, apresentando uma inflação de 10,67% de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2016a). A taxa de juros SELIC, por sua vez, atingiu em 2015 o maior patamar desde 2008 após uma série de aumentos realizados pelo

Comitê de Política Monetária (Copom), fechando o ano de 2015 em 14,25% de acordo com dados do Banco Central do Brasil - BCB (2016). As consequências desses fatores são a queda no poder de compra das famílias e da oferta de crédito, que consequentemente provocam a diminuição dos investimentos, do consumo financiado e o aumento do risco de inadimplência das famílias.

O impacto no consumo pode ser observado pelo indicador de intenção de consumo das famílias, elaborado pela Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo (CNC), que atingiu 76,5 pontos no segundo semestre de 2015, menor nível desde janeiro de 2010 quando a pesquisa começou a ser realizada. Nesse período, o indicador de endividamento e inadimplência do consumidor também apresentou valores elevados, fechando o segundo semestre de 2015 com 62,2% das famílias endividadas e 25,4% com contas em atraso (CNC, 2016). Além da inflação e das taxas de juros, o aumento do endividamento e da inadimplência também podem ser explicados pelo aumento na taxa de desemprego, que atingiu 9% no mesmo período (IBGE, 2016b).

A mudança nesses indicadores refletiu fortemente no resultado do setor supermercadista brasileiro, que em 2015, pela primeira vez após 11 anos consecutivos de crescimento, apresentou uma queda real nas vendas de 3,25% de acordo com Abras (2016). A diminuição das vendas no setor de supermercados e a incerteza ocasionada pelas condições econômicas e políticas, intensificam a competição no setor varejista, impulsionada pela diminuição do poder de compra, o aumento da taxa de desemprego, condições de crédito restritivas e a queda na confiança dos consumidores. O conjunto desses fatores torna os consumidores mais conscientes com relação ao preço, levando os varejistas a competirem de forma acirrada na oferta de preços mais baixos. O aumento da competição, conforme destacado por Barros e Alves (2004), faz com que os varejistas diminuam suas margens de lucro e passem a adotar um controle mais rigoroso da produtividade e diminuição das perdas operacionais.

A necessidade de maior produtividade está associada ao conceito de eficiência e o caráter otimizador da firma. É possível ainda distinguir a eficiência em diversos tipos, tais como, eficiência de escala, alocativa e técnica. A eficiência de escala diz respeito ao tamanho ótimo das operações da unidade, de maneira que qualquer alteração no tamanho de uma empresa

eficiente quanto à escala irá tornar suas operações menos eficientes. A eficiência alocativa, por sua vez, mede o sucesso de uma empresa em alocar um conjunto ótimo de insumos dado um conjunto de preços; por outro lado, o conceito de eficiência técnica está associado à fronteira de produção, que mede o sucesso da empresa em produzir o nível máximo de produto dado um conjunto de insumos ou fatores de produção (Daraio & Simar, 2007). Nesta tese, sempre que o termo "eficiência" aparecer sem complemento estará se referindo à eficiência técnica, foco deste estudo.

A análise da eficiência técnica é capaz de fornecer informações a respeito de como estão sendo usados os recursos por cada empresa, funcionando ainda como um importante indicador estratégico à medida que permite comparação entre as concorrentes. Grande parte das pesquisas realizadas na área de medição do desempenho e eficiência na produção consiste em estimar uma "fronteira eficiente", que funciona como um ponto de referência para avaliar o desempenho de uma empresa em relação às demais, ou seja, a eficiência relativa (Sellers & Mas, 2009; Barros; 2006).

Para realizar comparações sobre a eficiência técnica, sejam elas entre empresas, setores, ou países, é preciso primeiramente conhecer a função de produção que a determina. De modo geral, a função de produção representa o máximo resultado possível para um determinado conjunto de insumos. Com a função de produção, pode-se definir, portanto, uma fronteira na qual todas as unidades de produção nela localizadas estão maximizando seus resultados, isto é, são eficientes em relação às demais unidades. Como a função dessa fronteira de eficiência verdadeira não é conhecida, diversos métodos têm sido desenvolvidos com o objetivo de obter a melhor aproximação possível (Coelli et al., 2005; Fried et al., 2008; Kumbhakar & Wang, 2010).

Duas metodologias predominam quando se trata de estimação da fronteira de produção eficiente: (1) a análise envoltória de dados (DEA - *Data Envelopment analysis*) e (2) a análise de fronteira estocástica (SFA- *stochastic frontier analysis*). Apesar de possuírem pressupostos e abordagens próprias, ambas produzem uma fronteira formada pelo conjunto das firmas mais eficientes, permitindo assim uma comparação entre os melhores desempenhos, em vez de comparar apenas o desempenho médio (Donthu, Hershberger & Osmonbekov, 2005).

As origens da DEA estão no trabalho seminal de Farrell (1957), no entanto sua atual popularidade é devida em grande parte ao trabalho de Charnes, Cooper e Rhodes (1978) que desenvolveu um modelo de programação linear, utilizando múltiplos insumos e produtos, para medir a eficiência de cada unidade tomadora de decisão (*decision making units* – DMU), permitindo assim que fossem realizadas comparações entre unidades. A análise envoltória de dados caracteriza-se por uma abordagem não paramétrica, ou seja, não há exigência de forma funcional e determinística na qual, todo o desvio do resultado potencial é atribuído à ineficiência.

Por volta do final da década de 70, o método de análise da fronteira estocástica (SFA) foi proposto, de forma independente, por Aigner, Lovell, e Schmidt (1977), Battese e Corra (1977) , e Meeuse e Broeck (1977) como uma abordagem paramétrica capaz de reduzir alguns dos inconvenientes, principalmente estatísticos, gerados com a DEA. Os modelos de fronteira estocásticas são modelos econométricos, utilizados para estimar os desvios de desempenho das unidades de produção a partir de suas fronteiras de produção. Esses desvios, ou termo de erro estimado, são decompostos em dois componentes. Uma parte representa os efeitos aleatórios que não dependem do comportamento da firma, o erro estatístico convencional; e a outra parte é uma medida da ineficiência técnica das firmas que pode ser controlada.

A literatura a respeito dos métodos de DEA e SFA é extensa e tem crescido rapidamente para as mais diversas unidades de produção (Cherchye & Post, 2003; Murillo-Zamorano, 2004; e Worthington, 2004). Uma vantagem comum a ambos os métodos, é que eles permitem o uso de múltiplos insumos na medição do desempenho, tornando-os mais adequados ao contexto de varejo. Por outro lado, o método DEA é bastante criticado por não fornecer medidas de ajuste estatístico, como o R^2 ou p-valor, por exemplo. Quanto ao modelo SFA a principal crítica está relacionada à má especificação da função de produção, que pode ser causada pela imposição de uma forma funcional ou pela imposição de distribuição específica para o termo de ineficiência (Sellers, 2014). Para solucionar algumas dessas limitações, estudos recentes têm começado a aplicar os métodos de fronteira estocástica a dados em painel, a fim de se beneficiar da maior quantidade de informações que esses dados fornecem, produzindo estimativas mais consistentes, além da capacidade de controlar a heterogeneidade, essencial

na análise comparativa (Battese & Coelli, 1995; Greene, 2005, 2008; Kumbhakar & Wang, 2010).

Com o passar do tempo, o interesse em conhecer como as varejistas utilizam os recursos de forma ótima para atingir os resultados tornou-se tão importante para o setor quanto a análise dos indicadores tradicionais de lucratividade e produtividade, fazendo da eficiência um tema recorrente na literatura. Estudos recentes têm aplicado os métodos de fronteira para obter a eficiência de companhias de varejo em diversos países (Barros & Alves, 2004; 2006; Sellers & Más, 2007a, 2009; Assaf et al., 2011; Gauri, 2013). Porém, conforme destacam Sellers e Más (2007b) não existe uma técnica ou indicador de desempenho que seja superior aos demais, cada um possui um objetivo e fornece informações diferentes, que quando consideradas em conjunto (eficiência, produtividade e lucratividade) fornecem uma visão mais ampla sobre o desempenho da empresa.

No Brasil são encontrados diversos estudos que abordam o tema da fronteira de eficiência aplicada a diferentes setores, seja ela de produção (Souza, 2006; Lins, Almeida & Junior 2004; Moreira et al., 2011; Magalhães, 2011; Cespedes, 2008) ou de custos (Souza, Faria & Moreira, 2008; Tannure-Pianto, Souza & Arcoverde, 2009; Souza, Souza & Pessanha, 2010; Pereira Filho et al., 2010). Também foram identificados avanços na metodologia empregada nas pesquisas brasileiras sobre eficiência, que nos últimos anos passaram a utilizar a abordagem bayesiana para estimar a fronteira estocástica (Souza et al., 2010; Braga & Cespedes, 2014).

Entretanto, para o setor de varejo brasileiro foram encontrados poucos trabalhos que utilizassem métodos de fronteira de eficiência. Além disso, os estudos encontrados limitam-se à utilização de um único método, geralmente aplicado ao setor de supermercados, com uso de poucas variáveis explicativas. Yu e Angelo (2001) usaram a Análise Envoltória de Dados, ou DEA, para comparar a produtividade dos supermercados brasileiros classificados quanto ao tamanho. Os resultados encontrados sustentaram a hipótese inicial do estudo de que a produtividade dos grandes supermercados é muito maior que a dos pequenos, e, além disso, a diferença entre cadeias de grande e pequeno porte estão aumentando ao longo dos anos.

Por sua vez, a pesquisa de Ferreira, Venâncio e Abrantes (2009) teve como foco principal a análise da eficiência técnica e de escala do setor de supermercados do Brasil, tomando como referência os 300 maiores supermercados e aplicação da abordagem não paramétrica. Seus resultados mostraram níveis baixos de desempenho no setor e a necessidade de políticas de ação corretiva. Souza, Macedo e Ferreira (2010) também obtiveram resultados semelhantes aos encontrados nos trabalhos anteriores, mostrando que os maiores supermercadistas têm desempenho superior quando comparados aos de menor porte. Foi demonstrado que essa diferença deve-se a eficiência de escala obtida pelos supermercadistas maiores.

De modo geral, esses trabalhos forneceram informações importantes sobre a eficiência do autosserviço brasileiro e o aumento da competitividade no setor, no entanto, podem ser percebidas algumas limitações. Em primeiro lugar, os trabalhos anteriores utilizaram apenas a abordagem não paramétrica para chegar à eficiência, sem considerar as deficiências estatísticas dessa metodologia. Outra limitação diz respeito às variáveis utilizadas, até o momento de realização desta pesquisa, não foram encontradas investigações que busquem identificar os determinantes da eficiência, variáveis que podem estar além da função de produção e mesmo assim impactar na eficiência da firma. Além disso, por se tratarem de estudos realizados há algum tempo, torna-se importante realizar novas análises sobre a eficiência tendo em vista as diversas mudanças ocorridas no setor e na economia nos últimos anos.

Nesse contexto, dada a necessidade de encontrar mecanismos que contribuam para a identificação da eficiência no setor de supermercados, os avanços percebidos na literatura sobre eficiência no varejo e as lacunas deixadas pelos trabalhos anteriores, foram elaboradas três questões de pesquisa para nortear este estudo:

I. Existe um método de fronteira de produção que seja mais adequado para medir a eficiência dos supermercados?
II. Como a eficiência e a produtividade do setor de supermercados brasileiro se comportam ao longo do tempo?
III. Quais fatores influenciam na eficiência e contribuem para as diferenças de eficiência entre supermercados de um mesmo setor?

Para responder essas questões, este estudo irá utilizar dados provenientes das maiores redes supermercadistas atuantes no Brasil, a fim de encontrar uma metodologia adequada para estimação da eficiência que permita a análise dos seus fatores determinantes. Inicialmente parte-se da definição de fronteira de produção, seguida pela estimação das funções de produção com o uso de diferentes abordagens e métodos de fronteira, que posteriormente têm seus resultados comparados, a fim de identificar um modelo apropriado para encontrar a eficiência das varejistas e os fatores determinantes no diferencial entre elas. Os dados são analisados em uma base temporal que abrange o período de 2006 a 2015, de modo que possibilite identificar as alterações na eficiência técnica ao longo do tempo tanto para cada empresa individualmente quanto para o conjunto estudado.

1.2 Objetivos

O objetivo deste estudo é identificar os fatores determinantes da eficiência técnica no setor de supermercados brasileiro, com base na aplicação de diferentes métodos de fronteira que permitam uma comparação de desempenho entre companhias, explicando porque, no mesmo setor, algumas empresas se destacam em termos de eficiência.

Para sustentar a pesquisa em direção ao seu objetivo principal, pretende-se especificamente:

- Estimar a eficiência técnica dos supermercados por meio de diferentes abordagens e métodos de fronteira de produção.
- Analisar as variações na eficiência de acordo com o método utilizado.
- Analisar a variação ao longo do tempo na eficiência e produtividade do setor de supermercados.
- Examinar a relação existente entre características específicas das empresas e seu nível de ineficiência.

Tendo as questões de pesquisa e os objetivos definidos, o Quadro 1 apresenta de forma resumida a estrutura desta tese no que diz respeito à pesquisa e os procedimentos realizados para alcançar os objetivos. A primeira coluna apresenta as três questões de pesquisa que

serviram de base para a definição dos objetivos que, por sua vez, são apresentados na segunda coluna. A terceira coluna traz de modo simplificado qual o procedimento utilizado para responder as questões de pesquisa e alcançar cada um dos objetivos específicos.

Quadro 1: Síntese da Estrutura e Metodologia da Tese

Questão de Pesquisa	Objetivo	Procedimento
I - Existe um método de fronteira de produção que seja mais adequado para medir a eficiência dos supermercados?	- Estimar a eficiência técnica dos supermercados por meio de diferentes abordagens e métodos de fronteira de produção. - Analisar as variações na eficiência de acordo com o método utilizado.	Analisar as particularidades das abordagens paramétricas e não paramétricas de fronteira de produção e aplicar os métodos de SFA, DEA e DEA em dois estágios, para as redes de supermercados atuantes no Brasil no período de 2006 a 2015. Ao final, realizar comparações com os resultados obtidos e identificar se os resultados se mantêm.
II - Como a eficiência e a produtividade do setor de supermercados brasileiro se comportam ao longo do tempo?	- Analisar a variação ao longo do tempo na eficiência e produtividade do setor de supermercados brasileiro.	Organizar os dados em painel a fim de identificar o efeito do tempo sobre a eficiência e perceber seu comportamento ao longo dos anos. Aplicar o método não paramétrico de DEA-Malmquist para captar as variações na eficiência e na produtividade ocorridas no período de 2006 a 2015.
III - Quais fatores influenciam na eficiência e contribuem para as diferenças de eficiência entre supermercados de um mesmo setor?	- Examinar a relação existente entre características específicas das empresas e seu nível de ineficiência.	Avaliar quais fatores definidos como determinantes da eficiência são significativos e qual sua relação com a eficiência por meio de modelos de SFA com heterogeneidade e do método de DEA em dois estágios com regressão Tobit.

1.3 Contribuições da Pesquisa

Conhecer a eficiência e a produtividade no varejo pode ser útil em diversos aspectos. Do ponto de vista estratégico, por exemplo, podem-se utilizar tais medidas para diferenciar as empresas no longo prazo, fornecendo um instrumento importante para análise comparativa das empresas do setor (Ingene, 1982; Thomas et al., 1998; Donthu e Yoo, 1998; Dubelaar et al., 2002). Pode-se ainda realizar estudos de produtividade e eficiência no varejo no nível da

indústria, gerando comparações macroeconômicas entre setores de varejo de diferentes regiões e países (Reynolds et al., 2005;. De Jorge, 2008, 2010).

Investigar formas de mensuração e melhoria no desempenho das empresas que fazem parte do setor de supermercados pode ser de grande importância tanto para acadêmicos quanto para profissionais. De acordo com Gauri (2013) os métodos de avaliação da eficiência atraem à atenção dos pesquisadores, devido à sua natureza comparativa, e dos profissionais, devido aos conhecimentos gerenciais fornecidos principalmente para a diminuição de custos e obtenção da vantagem competitiva.

Os pontos apresentados nesta introdução mostram o quão importante e atual é o estudo do tema e o quanto há de trabalho a fazer para aprofundá-lo. Assim, esta pesquisa oferece relevante contribuição para a literatura sobre eficiência no varejo, na medida em que utiliza um conjunto de fatores, que ainda não havia sido testado pela literatura nacional, para representar características específicas das empresas e que podem fornecer alguma explicação sobre a eficiência do setor e a diferença de eficiência entre as redes supermercadistas. Além disso, no que se refere ao método, este estudo irá utilizar métodos que ainda não haviam sido aplicados ao setor de supermercados brasileiro, como a análise da fronteira estocástica (SFA) e o DEA em dois estágios, que terão seus resultados comparados aos obtidos por métodos não paramétricos recorrentes na literatura sobre varejo, o DEA e índice de Malmquist. Essa comparação permitirá uma análise mais apurada sobre a eficiência do que as fornecidas pelos trabalhos anteriores. Portanto, considera-se que o presente estudo diferencia-se dos demais quanto aos objetivos e abrangência de métodos testados.

Como resultados desta tese espera-se prover recomendações importantes sobre a eficiência, para profissionais e acadêmicos:

I. Para o setor supermercadista brasileiro, o propósito desta tese é fornecer informações que auxiliem as empresas na identificação e utilização dos recursos que podem influenciar a sua eficiência, produtividade, competitividade e, consequentemente, o seu desempenho.

II. Para a comunidade acadêmica, o propósito é contribuir para o aumento do conhecimento sobre os fatores determinantes na eficiência técnica do varejo, além de ampliar o estudo sobre os métodos de fronteira de produção por meio da aplicação e comparação de diferentes abordagens para encontrar a eficiência.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este estudo está organizado em seis capítulos. Neste primeiro apresentou-se a contextualização e relevância do tema, os objetivos e contribuições da tese.

O Capítulo 2 apresenta os conceitos que sustentaram o desenvolvimento da pesquisa, partindo da teoria econômica de produção até chegar aos métodos de estimação da eficiência das firmas. Posteriormente, é realizada uma revisão da literatura recente acerca da eficiência e produtividade no varejo na qual os principais trabalhos, tanto em nível internacional como nacional, são apresentados em detalhes. A última seção do capítulo trata dos determinantes da eficiência no varejo e utiliza a literatura existente como base para formulação das hipóteses de pesquisa deste estudo.

No Capítulo 3 são abordados os aspectos metodológicos referentes à caracterização da pesquisa, descrição dos dados e variáveis utilizadas, além da definição dos métodos utilizados na análise. Para alcançar os objetivos e testar as hipóteses, a metodologia de pesquisa baseia-se em três abordagens de estimação da fronteira de produção: abordagem paramétrica, abordagem não paramétrica e abordagem semiparamétrica. Na primeira são apresentados os métodos de análise da fronteira estocástica (SFA) com dados em painel, e diferentes especificações, que foram aplicados. Em seguida, os métodos não paramétricos de fronteira são classificados quanto à organização dos dados, primeiramente apresenta-se a técnica de DEA-Malmquist que utiliza dados em painel, e, em seguida a técnica de DEA tradicional para dados em *cross-section*. Por último, na abordagem semiparamétrica, apresentam-se os detalhes do método de DEA em dois estágios, onde o segundo estágio é estimado por meio de uma regressão censurada com dados em painel para encontrar os determinantes da eficiência.

O Capítulo 4, em um primeiro momento realiza a análise dos dados utilizados a fim de fornecer uma visão geral das redes de supermercados que compõem a amostra. O restante do capítulo dedica-se a apresentação e análise dos resultados obtidos em cada etapa do trabalho, buscando discutir os resultados obtidos em cada abordagem separadamente, para em seguida desenvolver uma análise comparativa entre os resultados fornecidos por cada uma.

No Capítulo 5, por sua vez, os resultados são sintetizados; as hipóteses da tese são verificadas a partir dos resultados obtidos e as principais contribuições da pesquisa são comentadas. Apresentam-se ainda as principais limitações do trabalho que, caso sejam superadas, podem servir de ponto de partida para realização de estudos futuros promissores na área. Na sequência são apresentadas as referências bibliográficas e os apêndices.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A teoria econômica da produção assume que todos os produtores são otimizadores, o que implicitamente significa que todos se situam em uma fronteira formada pelo conjunto ótimo de produção. A literatura empírica da eficiência relaxou esse pressuposto ao demonstrar que os produtores podem operar abaixo da fronteira devido à ineficiência. Com isso, métodos de mensuração da eficiência cada vez mais robustos têm surgido para testar se os produtores são de fato eficientes. Este capítulo parte da teoria da produção até chegar aos métodos de estimação da fronteira de eficiência, a fim de apresentar os conceitos e elementos básicos que forneceram o aporte teórico para este trabalho. Em sequida, uma revisão da literatura empírica sobre métodos de fronteira no varejo é apresentada para fornecer uma visão geral sobre o que está sendo produzido na área. Por fim, utiliza-se de uma discussão sobre os determinantes da eficiência para elaborar as hipóteses da pesquisa.

2.1 Função de Produção

Em economia, o produtor é definido como um agente econômico que converte insumos (*inputs*) em produtos (*outputs*). De modo geral, os insumos ou fatores de produção consistem em trabalho, bens de capital, matérias-primas e bens intermediários adquiridos de outras empresas. Por produto deve-se entender não só o produto físico resultado de uma manufatura, mas também os serviços. Desse modo, a produção pode ser considerada como o processo de transformar recursos em produtos economicamente úteis (Greene, 2008).

A equação que expressa a relação entre as quantidades de fatores de produção utilizados e a quantidade de produto obtido é chamada de função de produção. A função de produção especifica o produto de uma empresa, indústria, ou economia para todas as combinações de insumos. Quase todas as teorias econômicas pressupõem uma função de produção, seja no nível da firma ou agregado, por isso é considerada um dos principais conceitos da teoria neoclássica. A função de produção é a representação matemática da tecnologia que transforma insumos em produtos, por isso muitas vezes é chamada de função de produção tecnológica.

Considerando que o produtor utiliza a quantidade de insumos N para produzir M produtos, a função de produção é definida como (Coelli et al., 2005; Kumbhakar & Wang, 2010):

$$y = f(x) \tag{1}$$

onde y é um vetor de produtos, $y = (y1,\ldots,ym)$, representando os M produtos, e x é o vetor de insumos, $x = (x1,\ldots,xn)$, denotando os N insumos. Essa função de produção indica que a firma utiliza *N inputs* para produzir *M outputs*. A função de produção com um único insumo e um único produto é representada na Figura 1:

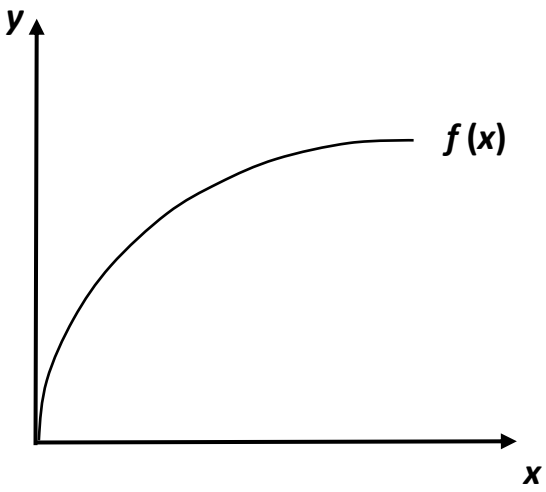


Figura 1: Gráfico da função de produção (M=1, N=1)

A curva é a função de produção *f(x)*, na qual para cada nível de insumo (x) existe um nível de produto (y) correspondente. Kumbhakar e Wang (2010) orientam que uma função de produção bem definida deve satisfazer as seguintes propriedades:

I. O valor de f(x) é um número real, finito e não negativo (não negatividade).
II. f (0) = 0 significa que sem nenhum insumo não haverá nenhum produto (essencialidade fraca)
III. f (x) ≥ f (x') para $x \geq x'$, o que significa que unidades adicionais de insumo não irão diminuir o produto (monotonicidade).
IV. f (x) é contínua e duas vezes diferenciável.

V. O conjunto de insumos requerido $V(y) = \{x \mid f(x) \geq y\}$ é um conjunto convexo, que implica em quase concavidade de f (x). Isso significa que qualquer combinação linear dos vetores *x* e *x'* irá produzir um nível de produção que é o mesmo que a combinação linear de $f(x')$ e $f(x)$.

VI. O conjunto $V(y)$ é fechado e não vazio para qualquer $y > 0$. Isso significa que o produto não pode ser produzido sem o uso de insumos, ou seja, é preciso insumos para produzir produtos.

A primeira análise empírica das funções de produção foi realizada por Cobb e Douglas (1928), que desenvolveram estudos para descrever a distribuição da renda nacional dos EUA utilizando capital e trabalho no contexto de uma função de produção agregada (macroeconômica). Em sua forma padrão, para produção de um único bem utilizando dois fatores, a função de produção Cobb-Douglas, como ficou conhecida, é escrita como:

$$f = CK^{\alpha}L^{\beta} \tag{2}$$

Onde,
f = produção total
L = valor do insumo trabalho,
K = valor do insumo capital,
C = constante positiva que representa o fator de produtividade total.
α e β são as elasticidades da produção com relação ao trabalho e ao capital, respectivamente. Esses valores são constantes determinadas pela tecnologia disponível.

A elasticidade na produção mede a resposta da produção a mudanças no capital ou trabalho utilizado. Na função original de Cobb-Douglas assume-se que $\alpha + \beta = 1$, ou seja, a função de produção tem retornos constantes de escala. De acordo com Greene (2008), retornos de escala referem-se a uma propriedade técnica da produção que examina alterações na produção após a ocorrência de uma variação proporcional em todos os fatores de produção, ou seja, considera-se que todos os fatores aumentam por um termo constante.

Se a produção aumenta na mesma proporção dessa variação então existem retornos constantes de escala (CRS - *constant returns to scale*), também chamado muitas vezes de rendimentos de escala. Se a produção aumenta em uma proporção menor que a variação nos fatores, existem retornos decrescentes de escala (DRS - *decreasing returns to scale*). Se, por outro lado, a produção aumenta em uma proporção maior que a variação nos fatores, existem retornos crescentes de escala (IRS- *increasing returns to scale*), ou seja:

$\alpha + \beta = 1$; retornos constantes de escala;
$\alpha + \beta < 1$; retornos decrescentes de escala;
$\alpha + \beta > 1$; retornos crescentes de escala.

Como pode ser percebido as características da função Cobb-Douglas original são bastante restritivas e não podem ser consideradas em um mundo real. Murthy (2002) resume as críticas recorrentes sobre a função de produção Cobb-Douglas:

- Não permite a utilização de um grande número de insumos.
- A função baseia-se em suposições restritivas de concorrência perfeita nos mercados de fatores e de produtos.
- Assume retornos constantes de escala (CRS).
- Presença de correlação serial e heterocedasticidade.
- Trabalho e capital são correlacionados gerando estimativas enviesadas.
- É inflexível quanto à forma.
- Não é possível medir os níveis de eficiência técnica e crescimento de forma muito eficaz.

Para diminuir algumas restrições da função Cobb-Douglas original, normalmente utiliza-se a função de produção Cobb-Douglas para *n* insumos, também conhecida como função de produção Cobb-Douglas generalizada, escrita como (Vilcu, 2011):

$$f(x) = \beta_0 \prod_{n=1}^{N} x_n^{\beta_n} \tag{3}$$

Normalmente assumida em sua forma logarítmica:

$$f(x) = \beta_0' + \sum_{n=1}^{N} \beta_n x_n \tag{4}$$

Onde $\beta_0' = \log(\beta_0)$. A função de produção Cobb-Douglas maximiza o nível de produto para todas as diferentes combinações de insumos.

A busca por formas funcionais mais flexíveis levou ao desenvolvimento de várias formas funcionais para representar a produção, como as funções CES (*Constant Elasticity of Substitution*), Quadrática, Linear, Translog entre outras (Mishra, 2010). No entanto, nas aplicações da literatura sobre fronteira estocástica e estimação da ineficiência econométrica as funções de Cobb-Douglas e Translog são as mais frequentes.

A função Translog (*Transcendental Logarithmic*), desenvolvida por Griliches e Ringstad (1971) e Christensen, Jorgenson e Lau (1973) permite mais de dois insumos, bem como elasticidades de substituição variáveis. Para *n* insumos, a função de produção *Translog* é escrita como:

$$\ln(y) = a_0 \sum_{i=1}^{n} a_i \ln(x_i) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij} \ln(x_i)\, ln\left(x_j\right); \quad a_{ij} = a_{ji} \tag{5}$$

Na equação acima, definida por Christensen et al., (1973), a_i são as primeiras derivadas parciais de ln(y), com relação à variável i e a_{ij} são suas segundas derivadas parciais avaliadas no ponto da expansão a. Com a_0, a_i e a_{ij} consideradas constantes.

Uma das principais vantagens da Translog é a sua forma funcional flexível que, ao contrário da função de produção Cobb-Douglas, não assume premissas como: substituição perfeita entre os fatores de produção ou concorrência perfeita no mercado de fatores de produção. (Pavelescu, 2011). Dentre os principais problemas com a função Translog se pode citar o fato de não ser invariante para as unidades de medida de insumos e produto (Intriligator, 1978). Porém, em virtude da inclusão de ln(x_i), ln(x_j), seus produtos e seus valores quadrados, a estimativa dos parâmetros desta função muitas vezes sofre com o problema da multicolinearidade.

2.2 Produtividade e Eficiência

Um dos mais importantes postulados econômicos diz que os produtores são otimizadores. Nas funções de produção, custo e lucro, por exemplo, assume-se que os produtores otimizam seus resultados quando maximizam a produção dada a tecnologia e o nível de insumos, minimizam o custo dada a tecnologia e os preços dos insumos, ou maximizam o lucro dada a tecnologia e os preços dos insumos e produtos, respectivamente. Conforme sugerido nos trabalhos de Cobb e Douglas (1928), Arrow et al. (1961), Berndt e Christensen (1973).

No entanto, na prática, nem todos os produtores resolvem seus problemas de otimização com sucesso. Isso significa que nem todos são capazes de utilizar os fatores de produção de forma a obter o máximo possível de produto, da mesma forma que nem todos são capazes de produzir de forma ótima com o mínimo de custo ou máximo lucro (Constantin, Martin & Rivera, 2009). O primeiro trabalho que forneceu alguma evidência empírica a esse respeito foi realizado por Hicks (1935), no qual o autor afirma que as empresas em posição de monopólio não se preocupam muito em atingir o lucro máximo, estão mais preocupadas em permanecer por muito tempo nesta posição. De acordo com Hicks (1935) a ausência de pressão concorrencial pode permitir aos produtores a liberdade de não otimizar completamente os objetivos convencionais.

A partir de então diversos estudos empíricos foram realizados para demonstrar que nem todos os produtores conseguem (ou desejam) maximizar as funções de produção, custo ou lucro. De acordo com Aichian e Kessel (1962), o pressuposto de maximização da riqueza é inadequado para as empresas monopolistas, por tal motivo os autores sugerem uma hipótese de maximização da utilidade. Simon (1955) analisou o desempenho dos produtores na presença de racionalidade limitada. Uma série de estudos realizada por Leibenstein (1966, 1975, 1976, 1987) concluiu que a produção está fadada a ser ineficiente devido a diversos fatores como motivação, informação, e problemas de agência.

As evidências empíricas mostram que a suposição de todos os produtores como otimizadores de sucesso não é apropriada, ou seja, na prática nem todos os produtores otimizam suas funções de produção. Desse modo, tornou-se necessário reformular a análise da produção

baseada na abordagem tradicional da função de produção para uma abordagem baseada em fronteira, desenvolvida para lidar com a medição de desempenho dos produtores que não obtêm o máximo rendimento, o custo mínimo ou o lucro máximo (Kumbhakar & Lovell, 2000).

Na abordagem de fronteira, medidas de produtividade e eficiência são utilizadas para indicar o desempenho de uma unidade de produção. Por serem termos relacionados, muitas vezes levam autores a tratá-los como sinônimos, Sengupta (1995) e Cooper, Seiford e Tone (2007), por exemplo, definem a produtividade e a eficiência como a razão entre os produtos e os insumos utilizados. No entanto, conforme orienta Fried, Lovell e Schmidt (2008) produtividade e eficiência são conceitos semelhantes, que colaboram entre si, mas não iguais. Os autores fazem essa diferenciação ao definirem produtividade como a razão dos resultados de um processo de produção pelos insumos utilizados, enquanto eficiência refere-se à comparação entre o resultado observado e o resultado ótimo ou ideal. As medidas de eficiência são mais precisas do que as de produtividade à medida que envolvem uma comparação com a fronteira mais eficiente com base na razão entre produtos e insumos.

A medição da eficiência na produção teve início com o trabalho de Koopmans (1951) e Debreu (1951), e em seguida a aplicação empírica de Farrell (1957). Koopmans (1951) forneceu uma definição de eficiência para o que chamamos de eficiência técnica, que ficou conhecida como eficiência Pareto-Koopmans (Pareto, 1909; Koopmans, 1951), ao afirmar que um processo de produção é tecnicamente eficiente se um incremento na quantidade de qualquer produto requer um incremento na quantidade de pelo menos um insumo ou a redução de pelo menos a quantidade de outro produto. De forma análoga, um processo de produção é tecnicamente eficiente se a redução na quantidade de qualquer insumo requer o incremento na quantidade de outro insumo, para manter o mesmo nível de produção, ou a redução na quantidade de algum produto.

De modo geral, em economia, a medida de eficiência técnica é definida como a capacidade de uma unidade tomadora de decisão (*decision-making unit* ou DMU), em transformar um determinado conjunto de entradas (insumos) em um volume máximo de resultados ou saídas (produtos). Além disso, a eficiência técnica pode ser analisada e medida sob duas

perspectivas: orientada para o insumo ou orientada para o produto. A primeira refere-se capacidade de produzir o mesmo nível de produção utilizando um nível menor de insumos, a segunda orientação, por outro lado, baseia-se na capacidade de aumentar o nível de produção dado um determinado nível de insumos (Farrell, 1957).

A Figura 2 demonstra o conceito de eficiência técnica por meio de um processo de produção que utiliza um único insumo (*x*) para produzir um único produto (*y*). A linha f(*x*) na figura representa a fronteira de produção que pode ser usada para definir a relação entre insumo e produto. A fronteira de produção representa o máximo de produção que pode ser alcançada a partir de cada nível de insumo. As firmas desta indústria operam sobre essa fronteira se elas forem tecnicamente eficientes, ou abaixo da fronteira se elas não forem tecnicamente eficientes. O ponto P representa um ponto ineficiente enquanto os pontos B e D representam pontos eficientes. A firma que opera no ponto P é ineficiente porque tecnicamente ela não pode aumentar a produção para o nível associado ao ponto D sem utilizar mais insumos.

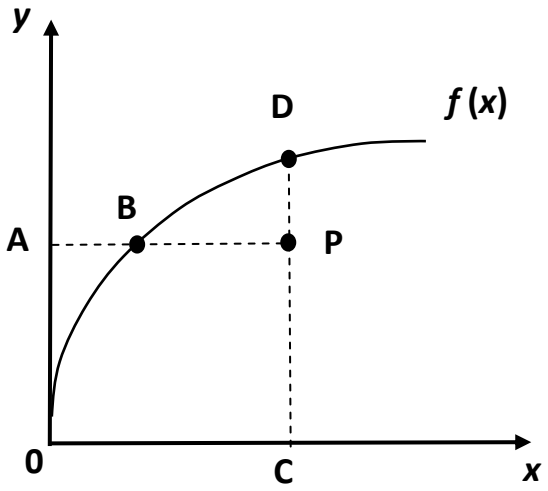


Figura 2: Fronteira de Eficiência

Fonte: Battese (1992).

A eficiência técnica (ET) é apenas um dos dois componentes da eficiência econômica (EE) e é definida como a utilização dos recursos para maximizar a produção. O outro componente da EE é a eficiência alocativa (EA), que se refere à capacidade da unidade tomadora de decisão de produzir um determinado nível de produto, utilizando a relação que minimiza insumos e custos. Conforme define Farrell (1957), a eficiência econômica é uma medida de desempenho

global das unidades tomadoras de decisão e, portanto, é uma função da eficiência técnica e da eficiência alocativa, ou seja, EE = ET × EA.

A Figura 3 mostra as possíveis combinações de dois insumos (x_1 e x_2) para produzir um produto (*y*). Linha AA' é a isocusto que representa todas as combinações de insumos que geram o custo mínimo para a firma dado os preços desses insumos no mercado. A curva SS' é a isoquanta que representa a combinação mínima praticável de insumos para gerar uma dada quantidade de produto. Assim, uma empresa localizada no ponto P é ineficiente tanto técnica quanto alocativamente, enquanto uma empresa no ponto Q possui eficiência técnica porque ela está sobre a sua isoquanta. Desse modo, a distância PQ é uma medida da redução dos insumos que a firma deve realizar para alcançar a eficiência técnica. No entanto, em Q a firma ainda possui ineficiência alocativa porque dado os preços dos insumos ela pode usar diferentes combinações para produzir o mesmo nível de produto, mas incorrer em custos menores. A distância QR é uma medida de ineficiência alocativa. Com isso, apenas em Q' se possui eficiência econômica, onde a isoquanta é tangente à isocusto.

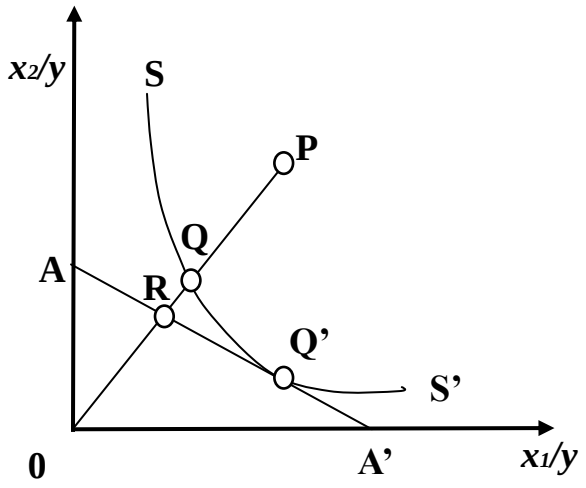


Figura 3: Eficiência Técnica, alocativa e econômica.

Fonte: Coelli et al. (2005, p. 57).

Portanto, um produtor tecnicamente eficiente não apresenta necessariamente eficiência econômica, pois pode utilizar um conjunto de insumos que não seja o de menor custo. Para ser economicamente eficiente, o produtor deve ser tecnicamente eficiente e também utilizar os insumos de menor custo, isto é, ter eficiência alocativa. Uma das razões mais importantes para

o uso frequente da eficiência técnica como medida de desempenho para os mais diversos tipos de unidades de produção, é que ela não exige dados de preço/custo, requerendo apenas os dados de entrada (insumo) e saída (produto/serviço), enquanto tanto a eficiência econômica quanto a eficiência alocativa requerem dados de preço/custo dos insumos.

Existem diversos métodos para análise da produtividade e eficiência, cada um deles com diferentes premissas sobre o processo de produção, formas de análise e dados necessários. Normalmente, a literatura apresenta três critérios principais para classificar as metodologias mais utilizadas na literatura: com fronteira ou sem fronteira, estocástica ou determinística e paramétrica ou não paramétrica (e semiparamétrico) (Kumbhakar & Wang, 2010). É importante destacar que embora todos esses métodos possam ser utilizados para medir a produtividade, apenas os métodos de fronteira consideram a ineficiência técnica no processo de produção, por esse motivo serão detalhados na seção seguinte.

2.3 Métodos de Fronteira

Conforme apresentado anteriormente, a teoria econômica assume que os produtores são operadores eficientes, que maximizam a produção e os lucros e minimizam os custos, no entanto nem todos eles querem ou conseguem maximizar esses objetivos. Assim, a fronteira eficiente descreve o melhor resultado que os produtores desejam e conseguem produzir, dado o nível de tecnologia, com a eficiência descrita pela distância entre a fronteira e o resultado que os produtores obtiveram. Existe uma vasta literatura acadêmica focada no desenvolvimento de modelos de fronteira teóricos e empíricos, nos quais os produtores continuam com seus objetivos de otimização, no entanto o sucesso dos mesmos não é garantido, isto é, nem sempre os produtores são eficientes (Kumbhakar & Wang, 2010).

De acordo com Cummins e Weiss (2011) a fronteira de produção é a fronteira eficiente mais básica, a qual é estimada com base na suposição de que as firmas minimizam os insumos usados condicionados ao nível de produto. Fronteiras de produção podem ser estimadas mesmo que os dados sobre os preços dos insumos e dos produtos não estejam disponíveis, ao contrário das fronteiras de custo e de lucro. Se os preços dos insumos estiverem disponíveis é

possível estimar a fronteira de custos, baseada na suposição que a firma está minimizando custos condicionados ao nível de produto e preço dos insumos. Se os preços dos produtos estão disponíveis pode-se estimar as fronteiras de receitas ou lucros. Devido à disponibilidade dos dados, neste trabalho será utilizada a fronteira de produção.

Os modelos de fronteira podem ser aplicados tanto em dados agregados (macroeconômicos) quanto em dados no nível da empresa (microeconômicos). Eles diferem dos modelos sem fronteira pela suposição de que as unidades de produção não usam totalmente a tecnologia existente. Desse modo, define-se um limite ou uma fronteira, na qual todas as unidades de produção nela localizadas são eficientes, fora dela estão todas as unidades que não maximizam sua função de produção e, portanto, não são eficientes. (Kumbhakar & Lovell, 2000).

De acordo com Daraio e Simar (2007) os modelos de fronteira podem ser classificados de acordo com os seguintes critérios:

(i) A especificação da forma funcional para a função da fronteira
(ii) A presença de ruído nos dados da amostra
(iii) O tipo de dados analisados.

Com base no critério da forma funcional da fronteira, existem duas classificações possíveis:

- **Métodos paramétricos.** Os modelos paramétricos, estatísticos ou econométricos impõem uma especificação sobre a função de produção, que, naturalmente, pode ser excessivamente restritiva. Esta abordagem, no entanto, tem a vantagem de permitir a inferência estatística. Assim, torna-se possível testar a especificação, bem como diferentes hipóteses sobre a eficiência e todos os demais parâmetros estimados da fronteira de produção. (Aigner & Chu, 1968; Timmer, 1971). Os métodos paramétricos precisam de uma forma funcional especificada, a qual deve ser a mesma para todos os produtores da amostra. Uma das dificuldades nesses métodos é que impor uma única forma funcional para um conjunto com heterogeneidade tecnológica pode trazer resultados enganosos para as estimativas dos parâmetros e produtividade.

- **Métodos não paramétricos.** A principal vantagem da abordagem não paramétrica, ou de programação linear é que nenhuma forma funcional explícita precisa ser aplicada aos dados. Os resultados são obtidos por meio da combinação, com motivação teórica, de insumos e produtos de forma ótima, sem estimar qualquer função de produção. No entanto, um problema com esta aproximação é sua alta sensibilidade a *outliers*, podendo gerar informações distorcidas. Além disso, não há espaço para a inferência estatística e, portanto, não é possível construir os erros padrão e intervalos de confiança (Bauer, 1990).

Os métodos de fronteira de acordo com o segundo critério (presença de ruído) subdividem-se em:

- **Modelos determinísticos.** Os modelos determinísticos envolvem todas as observações identificando a distância entre a produção observada e a produção máxima, definida pela fronteira e pela tecnologia disponível, como ineficiência técnica, ou seja, todo o déficit de produção observado é atribuído à ineficiência técnica (Murillo-Zamorano, 2004).

- **Modelos estocásticos.** Os modelos estocásticos permitem distinguir entre os efeitos do ruído estatístico e os efeitos da ineficiência técnica, fornecendo a base para a inferência estatística (Murillo-Zamorano & Vega-Cervera, 2001).

Quanto ao tipo de dados utilizados, os modelos de fronteira podem ser:

- **Modelos com *cross-section***. Nos quais os dados da amostra são formados por observações sobre as unidades de produção em um corte no tempo.

$$X=\{(Xi,Yi)|i=1, ..., n\}$$

- **Modelos com dados em painel.** As observações sobre as unidades de produção são disponíveis ao longo de T períodos de tempo:

$$X = \{(X_{it}, Y_{it}) | i = 1, ..., n; t = 1, ..., T\}$$

> Os modelos com dados em painel permitem a mensuração das mudanças na produtividade e a estimação do progresso ou regresso tecnológico das unidades. (Daraio & Simar, 2007).

Conforme apresentado no Quadro 2, diferentes abordagens são formadas a partir da combinação dos principais critérios de classificação dos modelos de fronteira, são elas: modelos determinísticos paramétricos, modelos estocásticos paramétricos, modelos determinísticos não paramétricos e os modelos estocásticos não paramétricos. Del Gatto, Di Liberto e Petraglia (2010) e Daraio e Simar (2007) fornecem uma revisão detalhada da literatura a respeito desses modelos.

Quadro 2: Métodos de fronteira para medir eficiência e produtividade

Determinístico		**Estocástico**	
Paramétrico	Não paramétrico	Paramétrico	Não paramétrico
COLS e MOLS Winsten (1957); Gabrielsen (1975); Afriat, (1972); Richmond (1974)	DEA e FDH Farrell (1957); Deprins, Simar, & Tulkens (1984); Charnes, Cooper & Rhodes (1978).	Jondrow, Lovell, Materov, & Schmidt (1982); Battese &Coelli (1988). Aigner, Lovell & Schmidt (1977); Meeusen & van den Broeck (1977)	Hall & Simar (2002); Kumbhakar, Park, Simar & Tsionas (2007) Kneip & Simar (1996); Henderson & Simar (2005).

Dos métodos apresentados no Quadro 2 é possível ainda obter uma combinação entre os métodos paramétricos e não paramétricos, ou seja, modelos semiparamétricos de fronteira de produção. Conforme orientam Henningsen e Kumbhakar (2009) em muitas aplicações reais os dados apresentam ruídos e as unidades de produção não são homogêneas, fazendo com que nem os modelos DEA e nem os modelos de SFA forneçam estimativas adequadas. Nesses casos, modelos semiparamétricos de SFA são mais apropriados, pois, permitem a presença de ruído e não requerem a especificação de uma forma funcional para função de produção. Na primeira etapa uma função de produção não paramétrica é estimada e na segunda etapa os resíduos do primeiro passo são utilizados para estimar ineficiências.

Formulações semiparamétricas também são úteis para encontrar os fatores determinantes da eficiência, baseados no pressuposto de que as unidades tomadoras de decisão não são homogêneas e, portanto, nem todas operam no mesmo nível de eficiência (Caves, 1989). Nesse sentido podem-se citar os modelos de DEA em dois estágios que utilizam as estimativas de eficiência obtidas pelo DEA como variável dependente para explicar fatores exógenos que podem afetar o desempenho das empresas. A grande maioria dos estudos tem utilizado uma regressão censurada (tobit) na segunda etapa, mas também são comuns trabalhos que estimam o modelo por mínimos quadrados ordinários (Simar & Wilson, 2007).

A seguir são apresentadas duas das principais metodologias utilizadas em trabalhos sobre produtividade e eficiência: a Análise Envoltória de Dados (DEA - *Data Envelopment analysis*) que pertence à abordagem determinística não paramétrica e a Análise da Fronteira Estocástica (SFA- stochastic frontier analysis), que pertence à abordagem estocástica paramétrica. Ambas formam uma fronteira de produção composta pelo conjunto das firmas mais eficientes, permitindo assim uma comparação entre os melhores desempenhos, em vez de comparar apenas o desempenho médio (como ocorre em modelos baseados em regressão). (Donthu, Hershberger & Osmonbekov, 2005). Ambas as abordagens serão utilizadas pela presente pesquisa como base para analisar a eficiência técnica dos supermercados brasileiros.

2.3.1 Análise Envoltória de dados – DEA

A Análise Envoltória de dados é uma técnica de programação linear para identificar a combinação ótima de *inputs* e *outputs* com base no desempenho real de unidades comparáveis. É criada uma fronteira empírica unidade por unidade, representando, em termos econômicos, a melhor produção tecnológica praticada. A eficiência de uma unidade de produção que não esteja localizada na fronteira é estimada pela comparação de seu desempenho com os das unidades eficientes que possuam características de produção mais semelhantes (Banker, Charnes & Cooper, 1984).

Na abordagem DEA, um problema de programação linear é resolvido por cada unidade, a fim de maximizar a eficiência, que é definida como a soma ponderada dos produtos pela soma ponderada de insumos. Os pesos são escolhidos para mostrar uma unidade específica de

acordo com a restrição de que nenhuma outra unidade, dado os mesmos pesos, é mais do que 100% eficiente. O primeiro modelo DEA, proposto por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), considerou a suposição de retornos constantes de escala (CRS), sendo posteriormente ampliado para medir a eficiência técnica assumindo retornos variáveis de escala (VRS) (Banker, Charnes & Cooper, 1984). Tanto o modelo CRS quanto o VRS foram formulados como modelos orientados (*input* ou *output*), dadas as medidas radiais de eficiência.

O modelo orientado ao *output*, que será utilizado neste trabalho, concentra na maximização do nível de produção e calcula o grau em que cada unidade de produção pode aumentar sua produção sem alterar as quantidades de fatores de produção ou *inputs*. Os modelos DEA orientados ao *input*, por sua vez, concentram-se na minimização de insumos (*inputs*) e calcula o grau em que cada unidade de produção pode reduzir (minimizar) as quantidades de recursos a fim de produzir uma dada quantidade de produtos (Murillo-Zamorano, 2004).

Matematicamente, o modelo CRS orientado ao insumo é formulado com o seguinte problema de programação não linear fraccionada que, quando resolvido, determina a eficiência relativa θ_{pp}^{*} da DMU p:

$$\theta_{pp}^{*} = max \frac{\sum_{j=1}^{s} u_{jp}.y_{jp}}{\sum_{i=1}^{m} v_{ip}.x_{ip}}, p \in \{1, 2, \dots n\}' \tag{6}$$

Sujeita as seguintes restrições:

$$\theta_{rp} = \frac{\sum_{j=1}^{s} u_{jp}.y_{jr}}{\sum_{i=1}^{m} v_{ip}.x_{ir}} \leq 1, \forall r = 1, 2, \dots, n$$

$$u_{jp} \geq \varepsilon > 0, v_{ip} \geq \varepsilon \forall i, j, p$$

Na notação acima, assume-se que existem ***n*** DMUs e que cada uma ***p*** (*p=1, 2, ..., n*) consome várias unidades de insumos *m* (x_{1p}, x_{2p}, ..., x_{mp}) para produzir várias quantidades de produtos ***s*** (y_{1p}, y_{2p}, ..., y_{sp}). Os multiplicadores u_{jp} e v_{ip} são os pesos dados pela DMU ***p*** para j^{th} produtos e para i^{th} insumos para si mesma e para todas as outras DMUs ***r*** (r=1, 2, ..., p, ..., n). O ε representa um número positivo definido como sendo menor do que qualquer número real positivo.

O modelo VRS orientado ao insumo é formulado com o seguinte problema de programação:

$$\theta_{pp}^{*} = max \frac{\sum_{j=1}^{s} u_{jp}.y_{jp} - u_{0p}}{\sum_{i=1}^{m} v_{ip}.x_{ip}}, p \in \{1, 2, \dots n\} \quad (7)$$

Sujeito às seguintes condições:

$$\theta_{rp} = \frac{\sum_{j=1}^{s} u_{jp}.y_{jr}}{\sum_{i=1}^{m} v_{ip}.x_{ir}} \leq 1, \forall r = 1, 2, \dots, n$$

$$u_{jp} \geq \varepsilon > 0, v_{ip} \geq \varepsilon > 0, \forall i, j, p$$

$$u_{0p} \in R$$

Para formular os modelos com orientação pelo *output*, deve-se minimizar a relação entre o *input* e o *output*, expressa em (6) e (7). Desse modo a eficiência DEA com orientação pelo *output* para os modelos CRS e VRS é obtida pelo inverso do valor da função objetivo, ou seja, $1/\theta^{*}$.

A principal vantagem da abordagem não paramétrica de DEA é que nenhuma forma funcional explícita precisa ser aplicada aos dados. Os resultados são obtidos por meio da combinação, com motivação teórica, de insumos e produtos de forma ótima, sem estimar qualquer função de produção. No entanto, um problema com esta aproximação é sua alta sensibilidade a outliers, podendo gerar informações distorcidas. Além disso, não há espaço para a inferência estatística e, portanto, não é possível construir os erros padrão e intervalos de confiança (Bauer, 1990).

Formulações alternativas com base no teste Charnes-Cooper para otimização Pareto-Koopmans, levaram aos métodos não orientados: multiplicativo (Charnes et al., 1982) e aditivo (Charnes et al., 1985). Mais formulações resultaram em um método para avaliar a sensibilidade (calculando a maior região de estabilidade) de uma unidade tomadora de decisão (DMU) com classificação de eficiência (quando eficiente ou ineficiente) no modelo de aditivo (Charnes et al., 1992).

2.3.2 Análise da Fronteira Estocástica

A Análise da Fronteira Estocástica (*Stochastic Frontier Analysis* – SFA) foi proposta, de forma independente, por Aigner, Lovell, e Schmidt (1977), Battese e Corra (1977), e Meeusen e Broeck (1977) como uma abordagem paramétrica capaz de reduzir alguns dos inconvenientes gerados com a abordagem determinística. Motivados pela ideia de que os desvios da fronteira não podem ser totalmente controlados pela firma, os autores estimaram os desvios de desempenho das unidades a partir de suas fronteiras de produção. Esta abordagem é capaz de estimar a ineficiência global da empresa pela decomposição do termo de erro em dois componentes – um reflete o ruído aleatório, ou erro estatístico, assumido como normalmente distribuído, e o outro é um componente não negativo que representa a ineficiência da firma. Esta decomposição ajuda a reduzir o viés que ocorre em procedimentos que dependem de um único termo de erro.

Desse modo, a ineficiência global da empresa é estimada pela decomposição do termo de erro em duas partes – a primeira, v_i reflete o ruído estatístico convencional, assumido como independente, identicamente e simetricamente distribuído com $v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$; e a segunda parte, u_j é um termo não negativo que captura os efeitos da ineficiência técnica, $u \geq 0$; *vi* e *ui* são independentemente distribuídos um do outro e das variáveis explicativas, ou seja, não existe correlação entre eles. A principal vantagem dos modelos SFA é que a contribuição de efeitos aleatórios para a variação na eficiência técnica pode ser isolada (Greene 2008; Jondrow et al. 1982). Os modelos originais de SFA, de forma geral, podem ser expressos como:

$$y_i = h(x_i; \beta) exp\{v_i - u_i\} \tag{8}$$

onde y_i é o logaritmo natural da produção para a empresa *i*; x_i é um vector de variáveis exógenas; *h*, uma função mensurável e conhecida; e β, um vector de *k* parâmetros desconhecidos, que define a parte determinística da fronteira; o termo de erro é representado por $\varepsilon = v_i - u_i$. Assim os produtores operam sobre suas fronteiras de produção estocástica [h(x; β)exp{v}] de acordo com $u = 0$ (não existe ineficiência técnica) o produtor está sobre a fronteira, ou $u > 0$ (existe ineficiência técnica) o produtor opera abaixo da fronteira. Nesse

modelo assume-se que a ineficiência possui uma distribuição unilateral não negativa, cujas alternativas mais comuns propostas pela literatura são: half-normal (Aigner et al. 1977), exponencial (Meeusen & van den Broeck, 1977), normal truncada (Stevenson, 1980), e gama (Greene, 1990).

No Apêndice 1 é demonstrado em detalhes o modelo utilizando a distribuição half-normal com base em Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e em seguida uma breve apresentação dos modelos com a distribuição exponencial e gama para o termo de ineficiência. As suposições a respeito das distribuições dos dois componentes do termo de erro são importantes para a escolha do método de estimação dos parâmetros do modelo de regressão e também para o procedimento de estimação da eficiência técnica das unidades, baseado na distribuição condicional de u_i em ε_i. Muitos trabalhos empíricos, no entanto, já encontraram evidências de que a escolha da distribuição não influencia o resultado da estimação (Greene, 1990; Kumbhakar & Lovell, 2000). Para medir a eficiência técnica em modelos SFA podem ser utilizados diferentes métodos, aqui serão introduzidos apenas os métodos de máxima verossimilhança (*maximum likelihood* - ML).

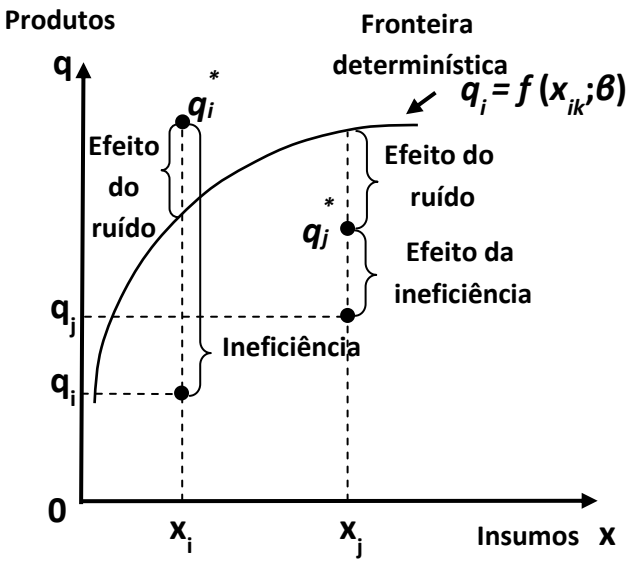


Figura 4: Fronteira estocástica de produção

Fonte: Adaptado de Coelli et al. (2005, p. 244).

A estrutura de uma fronteira estocástica pode ser observada na Figura 4, onde duas empresas estão representadas, *i* e *j*, e o componente determinístico do modelo de fronteira refletem retornos decrescentes de escala. A firma i está usando insumos cujos valores são dados por x_i, e obtém uma produção de nível q_i. No entanto, sua produção de fronteira q_i*está acima da função de produção determinística $f(x_{ik}, \beta)$, devido ao termo de erro aleatório ser positivo ($v_i > 0$). Por outro lado, a empresa *j* está usando insumos com valores dados por x_j, e obtém um nível de produção igual a q_j. Ao contrário da empresa *i*, a produção da firma *j* está abaixo da fronteira de produção determinística porque seu termo de erro aleatório é negativo ($v_j < 0$).

Da mesma forma, é possível perceber que o produto observado da empresa *i* encontra-se abaixo da parte determinística da fronteira porque a soma de ambos os componentes de erro, aleatório e de ineficiência, é negativa ($\varepsilon_i = v_i - u_i < 0$). De acordo com Coelli et al. (2005), os produtos de fronteira das empresas tendem a ser distribuídos acima e abaixo da fronteira de produção determinística, enquanto que os valores para a produção observada tendem a estar abaixo da fronteira determinística.

2.3.2.1 Aplicação da Fronteira Estocástica a dados em painel

Muitas vezes o conjunto de dados de interesse consiste em um grande número de variáveis observadas em uma sequência de sucessivos momentos no tempo, como, por exemplo, a observação da produção de um grande número de firmas em uma série de tempo anual. Neste caso, os dados consistem em uma *cross-section* de unidades (firmas) e para cada unidade uma série de tempo de observações está disponível. Se a informação consiste de uma combinação de *cross-section* e série temporal recebe o nome de *pooled*; se o conjunto segue a mesma unidade ao longo do tempo é chamado de dados em painel ou dados longitudinais. A principal diferença entre *pooled* de séries temporais e dados em painel está na hipótese de independência de cada unidade no tempo assumida pelos modelos em *pooled* (Heij et al., 2004).

De acordo com Wooldridge (2010) existem duas vantagens principais de utilizar dados em painel. A primeira delas é aumentar a precisão na estimação, resultado do aumento no número de observações devido à combinação de dados em vários períodos de tempo para cada

unidade. Em segundo lugar, a possibilidade de controlar a heterogeneidade não observada. A heterogeneidade não observada é um dos maiores problemas encontrados em análises de regressão *cross-sectional*, pois se existirem variáveis omitidas com efeito direto na variável dependente, as variáveis explicativas serão correlacionadas com os erros e os coeficientes estimados serão enviesados.

Os modelos apresentados na seção 2.3 foram desenvolvidos para dados em *cross-section*, ou seja, dados nos quais cada produtor individual é observado apenas uma vez. Schmidt e Sickles (1984) destacam a ocorrência de três problemas principais com modelos de fronteira de produção estocástica com dados em *cross-section*:

(i) A estimação de máxima verossimilhança do modelo de fronteira de produção estocástica e a separação da ineficiência técnica do ruído estatístico requerem fortes suposições sobre a distribuição de cada componente do erro.

(ii) A estimação por máxima verossimilhança requer a suposição de independência entre a ineficiência técnica e os regressores, embora seja fácil notar que a ineficiência técnica pode ser correlacionada com os vetores de insumos dos produtores.

(iii) Mesmo que a eficiência técnica dos produtores possa ser estimada usando o método JLMS (Jondrow et al.,1982), ela não pode ser estimada consistentemente, uma vez que a variância da média condicional ou da moda condicional de $(u_i|\varepsilon_i)$ para cada produtor individual não se aproxima de u quando o número de produtores (unidades *cross-section*) tende ao infinito.

Essas limitações podem ser evitadas com a utilização de dados em painel e a maior quantidade de informações que esses dados fornecem. De acordo com Kumbhakar e Lovell (2000), com o uso de painel as observações repetidas numa amostra de produtores substituem as hipóteses sobre distribuição e independência impostas pelos modelos *cross-section*. Além disso, uma vez que a adição de mais observações sobre cada produtor gera informações que não podem ser fornecidas pela adição de mais produtores a uma *cross-section*, a eficiência técnica de cada produtor na amostra pode ser estimada de forma consistente, ou seja, as

observações repetidas resolvem o problema de inconsistência encontrado com o método JLMS.

Os modelos de fronteira estocástica com dados em painel podem ser classificados em dois tipos: o modelo invariante no tempo, que assume a ineficiência técnica como constante ao longo do tempo, ou seja, não ocorre qualquer alteração técnica no tempo, definida como u_i; e, o modelo variável no tempo, que permite a mudança da ineficiência técnica no tempo, definida como u_{it}. Os modelos com dados em painel podem ser classificados ainda como modelo de efeitos fixos ou aleatórios. No modelo de efeitos fixos, a ineficiência técnica é independente do tempo para cada produtor. O modelo de efeitos fixos fornece estimativas consistentes para a eficiência técnica específica do produtor, no entanto, todos os efeitos que variam por meio dos produtores são capturados e incluídos em u_i. No modelo de efeitos aleatórios, assume-se que a ineficiência técnica é uma variável aleatória com média e variância constantes, e não possui correlação tanto com as variáveis explicativas quanto com o ruído estocástico (Greene, 2008).

Os primeiros a utilizarem dados em painel em análises de fronteira foram Pitt e Lee (1981) e Schmidt e Sickles (1984). Os autores basearam seu estimador na hipótese de que a ineficiência técnica do produtor é invariante no tempo, considerando tanto um modelo com efeitos fixos, quanto um modelo com efeitos aleatórios. Em seguida, Cornwell, Schmidt e Sickles (1990), Kumbhakar (1990) relaxaram o pressuposto de invariância no tempo, permitindo que a ineficiência varie ao longo do tempo. Lee e Schmidt (1993) também desenvolveram modelos para estimar a fronteira estocástica com dados em painel e a ineficiência técnica variando no tempo. A ideia básica desses modelos é que a hipótese de ineficiência do produtor constante não é realista quando se considera um período de tempo longo, devido às alterações técnicas que podem ocorrer nesse período.

Um tema recorrente em trabalhos de fronteira estocástica com dados em painel é a heterogeneidade das firmas. Greene (2008) destaca dois tipos de heterogeneidade em modelos de fronteira estocástica que podem afetar a estimação das ineficiências e da fronteira de produção: a heterogeneidade observada e a heterogeneidade não observada. A primeira reflete nas variáveis independentes, podendo incluir fatores específicos que afetam a função de

produção ou a distribuição da ineficiência. A heterogeneidade não observada, por sua vez, entra no modelo na forma de efeitos fixos, e geralmente reflete variáveis em falta na função.

Diversos estudos empíricos têm sido realizados com o objetivo de incluir a heterogeneidade na fronteira e estudar seus efeitos. Battese e Coelli (1995) introduziram um modelo de fronteira de produção estocástica para dados em painel no qual a ineficiência técnica é uma função dos fatores específicos dos produtores no tempo. Os efeitos da ineficiência são assumidos como independentemente distribuídos com variância constante e suas médias como uma função linear das variáveis observáveis. O modelo foi estimado por máxima verossimilhança, utilizando a distribuição normal truncada para o termo de ineficiência. Greene (2005) desenvolve uma abordagem que integra um termo adicional tanto no modelo de efeitos fixos quanto no modelo de efeitos aleatórios para distinguir a heterogeneidade não observada da ineficiência. Chen, Schmidt e Wang (2014) observaram que uma fonte alternativa de identificação deve ser utilizada para identificar as variáveis que são correlacionadas com a ineficiência mas não com a heterogeneidade, ou vice-versa.

2.3.2.1.1 Modelo invariante no tempo

Coelli et al. (2005) descrevem o modelo invariante no tempo como uma das mais simples estruturas que se pode impor sobre a ineficiência, onde:

$$u_i = u_{it} \qquad i = 1,..., N;\ t = 1,..., T$$

u_i pode ser tratado como um parâmetro fixo ou como variável aleatória, esses modelos são chamados de modelos de efeitos fixos e aleatórios, respectivamente.

O modelo de efeitos fixos para fronteira estocástica foi proposto inicialmente por Schmidt e Sickles (1984) e pode ser escrito como:

$$y_{\mathrm{it}} = \alpha + x'_{\mathrm{it}}\beta + v_{\mathrm{it}} - u_{\mathrm{i}} \tag{9}$$

com i produtores individuais e t períodos de tempo. Onde y_{it} é o produto para o produtor i no tempo t; x_{it} é um vetor de K insumos; β é um vetor de coeficientes K×1. O termo v_{it} é não

correlacionado com os regressores x_{it} e representa os choques não controláveis que afetam o nível de produto. u_i é a ineficiência técnica invariante no tempo, assumida como sendo *iid* com média μ e variância σ_u^2 e independente de v_{it}. No entanto, nenhuma suposição é assumida sobre a distribuição de u_i. Além disso, u_i pode ou não ser assumido como não correlacionado com as variáveis explicativas (x_{it}), isso irá depender se u_i é conhecido para o produtor i ou não.

Definindo $\alpha_i = \alpha - u_i$, pode-se escrever (9) como um modelo de dados em painel padrão que pode ser eficientemente e consistentemente estimado por mínimos quadrados ordinários:

$$y_{it} = \alpha_i + x'_{it}\beta + v_{it} \tag{10}$$

onde α_i são os interceptos específicos dos produtores. A estimação da ineficiência técnica é obtida por:

$$\hat{\alpha} = \max\{\hat{\alpha}_i\} \tag{11}$$

$$\hat{u}_i = \hat{\alpha} - \hat{\alpha}_i$$

As estimativas de β são consistentes quer com $N \rightarrow \infty$ ou com $T \rightarrow \infty$. Enquanto que a consistência das estimativas de u_{it} requer tanto $N \rightarrow \infty$ quanto $T \rightarrow \infty$. Esse modelo assume que ao menos um produtor está operando eficientemente. Assim, as eficiências dos outros produtores são calculadas em relação à fronteira definida pelo produtor eficiente, usando $TE_i = \exp(-\hat{u}_i)$ (Kumbhkar & Lovell, 2000).

O modelo de efeitos aleatórios de Schmidt e Sickles (1984) é similar ao seu modelo de efeitos fixos. Assume-se que u_i é aleatoriamente distribuído, com média e variância constantes e não possui correlação com as variáveis explicativas e com v_{it}. Uma suposição adicional é feita ao modelo anterior de que a constante e a ineficiência são expressas como o valor esperado da ineficiência. Essa normalização permite utilizar o método de Mínimos quadrados generalizados de dois estágios.

Definindo $\alpha^* = \alpha - E(u_i)$ e $u_i^* = u_i - E(u_i)$

$$y_{it} = \alpha^* + \beta x_{it} + v_{it} - u_i^* \tag{12}$$

No primeiro estágio, α e são estimados por GLS. No segundo passo, u é estimado a partir de quaisquer dos resíduos ou o melhor preditor linear não enviesado (BLUP - *Best Linear Unbiased Predictor*):

$$\hat{u}_i^* = \frac{1}{T}\sum(y_{it} - \hat{\alpha}^* - \hat{\beta}'\, x_{it}) \tag{13}$$

então $\hat{u}_i = max\{\hat{u}_i^*\} - \hat{u}_i^*$

ou o BLUP de u_i^*

$$\tilde{u}_i^* = -\left[\frac{\hat{\sigma}_u^2}{T\hat{\sigma}_u^2 + \hat{\sigma}_v^2}\right] . \sum_t (y_{it} - \hat{\alpha}^* - \hat{\beta}' x_{it}) \tag{14}$$

então $\tilde{u}_i^* = max\{\tilde{u}_i^*\} - \tilde{u}_i^*$ (15)

Os dois estimadores são consistentes quando N → ∞ e T → ∞.

O modelo de efeitos aleatórios também podem ser estimados utilizando a máxima verossimilhança, no entanto essa abordagem exige suposições sobre a distribuição do termo de erro que corresponde à ineficiência. Pitt e Lee (1981) assumiram uma distribuição half-normal para o efeito específico da firma, enquanto que Battese e Coelli (1995) utilizaram uma distribuição normal truncada.

2.3.2.1.2 Modelo com a Ineficiência Variando no Tempo

Esses modelos relaxam a hipótese de invariância no tempo para estimar a ineficiência (Kumbhakar, 1990; Cornwell, Schmidt & Sickles, 1990; Battese & Coelli, 1992). O modelo variável no tempo permite que o termo de erro que representa a ineficiência técnica varie ao

longo do tempo. A função de produção geral para o modelo variando no tempo pode ser escrita como segue:

$$y_{it} = \alpha_t + \beta' x_{it} + v_{it} - u_{it}$$

Definindo $\alpha_{it} = \alpha - u_{it}$

$$y_{it} = \alpha_{it} + \beta' x_{it} + v_{it} \tag{16}$$

Cornwell, Schmidt, e Sickles (1990), Kumbhakar (1990), e Lee e Schmidt (1993) consideram α_{it} como uma função parametrizada, cujos parâmetros variam ao longo do tempo, tanto no modelo de efeitos aleatórios quanto no de efeitos fixos. Quando se impõem pressupostos de distribuição e independência, o método de máxima verossimilhança é usado, conforme o trabalho de Battese e Coelli (1995).

Battese e Coelli (1995) desenvolveram uma extensão do modelo de fronteira estocástica para dados em painel com efeitos aleatórios, que estima a função de produção e os efeitos de variáveis estruturais sobre a ineficiência em um procedimento de um único estágio. O modelo incorpora as variáveis estruturais na média subjacente da distribuição truncada da ineficiência, tal que:

$$u_{it} = \delta' z_{it} + \tau_{it} \tag{17}$$

onde δ é um vetor de parâmetros a ser estimado, z_{it} é um vetor de variáveis explicativas observadas (variáveis estruturais), e τ_{it} é um erro aleatório definido pelo truncamento de uma distribuição normal com média zero e variância constante. A ineficiência é assumida como sendo truncada, normalmente distribuída com efeitos específicos da firma e específicos do tempo média $\mu_{it} = \delta' z_{it}$ variância σ_u^2. A eficiência estimada reflete o coeficiente da eficiência bruta que não se ajusta totalmente à influência exógena. O coeficiente de eficiência líquido pode ser obtido assumindo-se uma distribuição half-normal para a ineficiência e incluindo fatores exógenos em sua fronteira.

2.4 Revisão da Literatura

Por muito tempo a medição do desempenho no varejo baseou-se principalmente na produtividade medida como a razão do produto pelos insumos utilizados em sua produção, como por exemplo, as vendas por funcionários. A eficiência, por sua vez, era vista como sinônimo de produtividade no varejo (Thomas et al., 1998; Dubelaar et al., 2002). Com a ampliação da literatura de desempenho, logo os métodos de fronteira para mensuração da eficiência tornaram-se mais populares entre os pesquisadores de varejo. Os métodos mais adotados incluem os modelos de análise da fronteira estocástica e DEA como alternativas às abordagens econômicas tradicionais, tornando-se também uma nova abordagem para mensuração da produtividade varejista (Dubelaar et al., 2002). Dentre as principais vantagens dessas técnicas, podem-se citar a modelagem de uma fronteira em oposição à tendência central e a capacidade de utilizar múltiplos *inputs* e *outputs* simultaneamente.

Por meio da estimação da fronteira é possível obter uma medida de eficiência relativa que permite comparar o varejista aos seus concorrentes (Keh & Chu, 2003; Barros, 2006; Assaf et al., 2011). A análise da eficiência relativa refere-se ao exame de como as organizações que operam no mercado varejista utilizam seus diversos recursos para alcançar seus resultados em comparação às firmas de melhor desempenho, situadas na fronteira. Essa medida de desempenho tem atraído a atenção de pesquisadores, devido à sua natureza comparativa, e varejistas interessados nas implicações gerenciais e estratégicas (Sellers & Mas, 2007b).

Com o objetivo de fornecer uma visão geral sobre o que está sendo produzido nesse tema, o Quadro 3 sumariza os principais trabalhos que aplicaram métodos de fronteira para analisar a eficiência e produtividade no varejo nas últimas décadas. A apresentação do Quadro 3 foi inspirada em Assaf et al. (2011) e priorizou as principais características dos estudos em termos de métodos, unidades de análise, período de tempo e variáveis utilizadas. Os trabalhos foram organizados em ordem cronológica e separados de acordo com a origem (Internacionais e Nacionais). Na sequência, são apresentados mais detalhes sobre cada um dos trabalhos listados focando em seus objetivos e resultados.

Quadro 3 – Síntese dos principais estudos que abordam a eficiência no varejo

Aqui são apresentados os principais artigos encontrados na literatura sobre fronteiras de eficiência no varejo ao longo das duas últimas décadas. Os trabalhos foram organizados em ordem cronológica e separados em duas partes de acordo com a origem (Internacionais e Nacionais). Priorizou-se a apresentação das principais características dos estudos, nesta ordem, autores e ano de publicação, métodos utilizados, unidades de análise e as variáveis utilizadas (fatores de produção, produtos e exógenas). Em seguida, esses estudos são descritos de forma mais detalhada, seguindo a mesma ordem deste quadro.

Estudos Internacionais						
N	**Estudo**	**Método**	**Unidade de Análise**	**Fatores de Produção**	**Produtos**	**Variáveis Exógenas**
1	Donthu e Yoo (1998)	DEA	24 lojas de uma rede de fast-food	(1) Tamanho da loja; (2) Gerência de comando; (3) Localização da loja; (4) Gastos com promoção.	(1) Vendas; (2) Satisfação do consumidor.	-
2	Thomas et al. (1998)	DEA - CRS	520 lojas de um varejista líder nos EUA	(1) Número médio de empregados por área de vendas; (2) Razão do número de empregados em tempo integral por empregados em tempo parcial; (3) Total dos salários anuais dividido pelas horas da folha de pagamento; (4) Tempo médio do empregado horista em anos; (5) A duração dos gestores de loja no cargo em anos; (6) Idade da loja em anos; (7) Aluguel mais outras despesas dividido pela área de vendas em m²; (8) Despesas operacionais por loja no ano; (9) População por loja no mercado; (10) Renda média familiar em um raio de 2 milhas; (11) Número de famílias em um raio de 2 milhas; (12) Distância em milhas para a loja concorrente mais próxima; (13) Custo de estoque médio em dólares; (14) Média do tamanho das transações em dólares; (15) Porcentagem do volume de negócios anual, (16) Retração do dólar dividido pelo estoque em dólares.	(1) Vendas; (2) Lucro	-
3	Keh e Chu (2003)	DEA-BCC	13 lojas nos EUA 1988–1997	(1) Empregados; (2) Salários da gestão e benefícios; (3) Ocupação; (4) Serviços oferecidos; (5) Manutenção e despesas gerais das lojas.	(1) Acessibilidade; (2) Variedade; (3) Garantia de entrega do produto; (4) Disponibilidade de informações; (5) Ambiente.	-
4	Barros e Alves (2004)	DEA-Malmquist	47 lojas de uma rede de hipermercados Portuguesa: 1999–2000	(1) Número de empregados em tempo integral; (2) Custo do trabalho; (3) Número de check-out; (4) Outros custos.	(1) Vendas; (2) Resultados Operacionais.	-

Quadro 3 – Síntese dos principais estudos que abordam a eficiência no varejo (Continuação)

Estudos Internacionais						
N	**Estudo**	**Método**	**Unidade de Análise**	**Fatores de Produção**	**Produtos**	**Variáveis Exógenas**
5	Barros (2006)	DEA em dois estágios com modelo Tobit no segundo estágio.	22 varejistas de alimentos em Portugal 1998–2003	(1) Trabalho; (2) Capital.	(1) Vendas; (2) Resultados Operacionais; (3) Valor adicionado.	(1) *Market-share*; (2) número de lojas; (3) Tipo de propriedade; (4) Regulação; (5) Localização.
6	De Mateo et al. (2006)	DEA dinâmico	35 lojas de departamento de uma rede varejista no Chile	(1) Gastos com Vendedores; (2) Gastos com caixas; (3) Despesas com vendas e Administração; (4) Despesas de marketing; (5) Superfície do piso de loja.	(1) Vendas brutas	-
7	Sellers e Mas (2007a)	DEA-Malmquist	96 redes de supermercados em operação na Espanha entre 1995 e 2003	(1) Empregados; (2) Número de lojas.	(1) Receita de vendas; (2) Lucro.	-
8	Sellers e Mas (2007b)	SFA e DEA	491 varejistas espanhóis: 2004	(1) Ativos; (2) Capital empregado; (3) Investimentos; (4) Empregados; (5) Área de vendas.	(1) EBIT; (2) Lucro líquido.	-
9	Moreno (2008)	DEA	234 hipermercados espanhóis: 2003	(1) Empregados; (2) área m^2.	(1) Vendas.	-
10	Perrigot e Barros (2008)	DEA em dois estágios com modelo Tobit no segundo estágio.	11 varejistas generalistas na França: 2000-2004	(1) Empregados; (2) Capital; (3) Custos Totais.	(1) Turnover; Lucro.	(1) Tendência; (2) Tendência quadrada; (3) F&A; (4) Atividade internacional; (5) Cotação em Bolsa de Valores.
11	Sellers e Mas (2009)	SFA	42 redes de supermercados na Espanha: 2000-2002	(1) Número de empregados; (2) Área de vendas média das lojas.	(1) Volume de vendas	(1) Investimento médio em estoque por m^2; (2) Nível médio de salário por empregado; (3) Idade da rede.
12	Assaf et al. (2011)	SFA	77 redes de supermercados na Espanha: 2001-2007	(1)Preço do trabalho; (2) Preço do capital; (3) Preço do retorno sobre o capital; (4) Valor adicionado total.	(1) Custo Total	(1) Estratégia de integração vertical; (2) Idade da firma; (3) Estratégia nacional vs. local; (4) Estratégia de preços.

Quadro 3 – Síntese dos principais estudos que abordam a eficiência no varejo (Continuação)

Estudos Internacionais						
N	**Estudo**	**Método**	**Unidade de Análise**	**Fatores de Produção**	**Produtos**	**Variáveis Exógenas**
13	Gauri (2013)	SFA	50 redes de varejistas de alimentos dos EUA	(1) Área de vendas; (2) Checkouts; (3) Número de empregados; (4) Número de características da loja; (5) Estratégia de preços; (6) Estratégia de formato.	(1) Volume de Vendas	(1) Tamanho médio das famílias; (2) Idade média; (3) Renda média; (4) População por km²; (5) Distância dos concorrentes; (6) Número de concorrentes.
14	Moreno e Carrasco (2015)	DEA em dois estágios com estimador de ordem-m no primeiro e Regressão quantílica no segundo estágio.	738 supermercados na Espanha.	(1) Empregados; (2) Área m^2.	(1) Vendas.	(1) Idade, concentração; (2) Localização; (3) Nível de qualificação dos funcionários.
Estudos Nacionais						
N	**Estudo**	**Método**	**Unidade de Análise**	**Fatores de Produção**	**Produtos**	**Variáveis Exógenas**
15	Yu e Angelo (2001)	DEA	204 redes de supermercados: 1994-1998	(1) Checkouts; (2) Lojas; (3) funcionários.	(1) Vendas brutas	-
16	Ceretta e Scherer (2003)	DEA-Malmquist	50 redes de supermercados: 1999 e 2000	(1) Chekouts/lojas; (2) Empregados/lojas; (3) Área de vendas/lojas.	(1) Faturamento/lojas	-
17	Ferreira, Venâncio e Abrantes (2009)	DEA	300 redes de supermercados: 2005	(1) Checkouts; (2) Área de vendas; (3) Funcionários.	(1) Faturamento bruto	-
18	Souza, Macedo e Ferreira (2010)	DEA	100 redes de supermercados: 2005	(1) Checkouts; (2) Área de vendas; (3) lojas; (4) Funcionários.	(1) Faturamento bruto	-

2.4.1 Apresentação dos Estudos Internacionais

1) Donthu e Yoo (1998)

Donthu e Yoo (1998) sugeriram e aplicaram a Análise Envoltória de Dados (DEA) na mensuração da produtividade no varejo, que até então era realizada pela simples relação *output*/*input*. Os autores perceberam no DEA a possiblidade de solucionar alguns problemas dos métodos tradicionais de produtividade no varejo, principalmente com relação à produtividade no nível micro ou no nível de loja por permitir a utilização de múltiplos *inputs* e *outputs* ao mesmo tempo, além de fornecer um índice de produtividade relativa. Na Figura empírica foram utilizadas 24 lojas pertencentes a uma rede de *fast-food* da China, caracterizando a análise como benchmarking interno. A escolha do conjunto de *inputs* e *outputs* utilizados se deu com base na literatura e posterior consulta aos gestores da rede.

A análise empírica mostrou resultados diferentes entre a eficiência obtida pelo método de DEA e a eficiência obtida pela razão de *outputs* por *inputs*, inclusive na consideração das lojas eficientes. Outra forma comumente utilizada na época para análise da eficiência era a regressão, que também foi aplicada pelos autores. Na análise comparativa, Donthu e Yoo (1998) encontraram baixa correlação entre os *rankings* baseados em regressão e os obtidos por DEA. Os autores argumentam que a análise envoltória de dados permite uma avaliação mais completa por considerar simultaneamente mais de uma variável para o produto, enquanto que na análise de regressão foi preciso estimar a eficiência separadamente para cada *output*. Além disso, método de DEA utiliza os melhores desempenhos como base para a obtenção da eficiência, enquanto que a regressão usa o desempenho médio como base para cálculos. Outra vantagem do DEA é a otimização por loja e obtenção de pesos únicos para cada uma, enquanto que a regressão otimiza todas as lojas ao mesmo tempo e fornece coeficientes iguais para todas elas. Os autores entendem que essas evidências abrem espaço para o DEA como uma nova forma de mensurar a produtividade e eficiência no varejo.

Em suas conclusões, Donthu e Yoo (1998) destacam a importância da escolha das variáveis basear-se nos objetivos e políticas gerais da companhia. Além da importância de incluir na avaliação apenas lojas cujas caraterísticas permitam a comparação não sendo aconselhável, por exemplo, incluir lojas que possuem um cardápio muito diferente das demais, dado que a

análise proposta foi de benchmarking interno. Apesar de todas as vantagens, deficiências da abordagem DEA para eficiência e produtividade são reconhecidas no artigo, especialmente a sensibilidade a *outliers* e a impossibilidade de verificar o ajustamento estatístico.

2) Thomas et al. (1998)

Os autores desenvolveram um processo de avaliação da eficiência baseado em DEA para auxiliar em decisões gerenciais estratégicas. O trabalho de Thomas et al. (1998) difere dos demais na medida em que realiza a comparação entre 552 lojas de uma mesma rede varejista, com a utilização de um número de *inputs* e *outputs* relativamente grande (ver Quadro 3). Além disso, os autores aplicaram a técnica de Delphi com um time de gestores e executivos para descobrir quais variáveis mais impactavam nas operações e estratégias das lojas. Após as discussões em grupo, foram selecionadas 16 práticas gerenciais/recursos que poderiam afetar a eficiência da loja, às quais foram atribuídos pesos de acordo com o julgamento de importância dos gestores.

A cada etapa da análise os autores validavam os resultados com os gestores, o que possibilitou uma visão mais completa sobre os fatores que impactam a eficiência das lojas na prática. O trabalho mostrou como a análise da eficiência por meio da abordagem DEA pode ser usada para tratar uma série de questões estratégicas, das quais se citam o desempenho do gerente da loja, que representou um impacto de 10% na eficiência e a identificação dos fatores críticos de sucesso, decisões sobre as quais o gerente da loja tinha pouca influência, mas acabavam impactando a eficiência de forma significativa, como por exemplo, os custos de localização, idade de loja, e remuneração dos funcionários.

No artigo, Thomas et al. (1998) atribuem a dificuldade de aplicar DEA no varejo as três limitações que continuam sendo desafios para realização de estudos na área até os dias atuais: disponibilidade de dados válidos e confiáveis; necessidade de um elevado número de observações para obter resultados estáveis, o que pode não ser possível devido aos *inputs* e *outputs* fornecidos pelas varejistas menores; e por último, o acesso e suporte da gerência ao pesquisador a fim de proporcionar o desenvolvimento da pesquisa em um âmbito mais estratégico.

3) Keh e Chu (2003)

Assim como Donthu e Yoo (1998) e Thomas et al. (1998), o artigo de Keh e Chu (2003) dedicou-se à investigação da produtividade no varejo no nível da loja, com o objetivo de preencher a lacuna deixada pelos trabalhos anteriores que focavam no nível macro. Foram utilizados dados em painel para 13 lojas de uma cadeia de supermercados nos Estados Unidos. A definição do modelo e escolha dos *inputs* e *outputs* se deu com base na teoria da distribuição de serviços desenvolvida por Betancourt e Gautschi (1998), que considera como produto do varejo o conjunto de serviços oferecidos aos clientes, tais como: informações, variedade, entrega, localização e ambiente.

A análise é baseada em três etapas. Na primeira os insumos brutos (trabalho e capital) são transformados em um conjunto de produtos intermediários (serviços de distribuição), na segunda etapa os serviços de distribuição são relacionados com o produto final (receita de vendas). Por fim, no terceiro estágio, os autores examinam a relação direta entre os insumos brutos e o produto final. Em todas as etapas Keh e Chu (2003) encontraram evidências de retornos crescentes de escala, o que significa que um investimento nos insumos irá gerar um aumento mais que proporcional nos produtos. A produtividade nas vendas decorrente da utilização do capital e do trabalho (Etapa 3) se mostrou muito relacionada à geração eficiente de serviços (Etapa 1). Uma vez que os serviços são definidos, as lojas apresentam nível de eficiência semelhante com relação às vendas (Etapa 2). Com isso, os autores concluíram que a Etapa 1 deve ser o foco para o sucesso do varejo. Os resultados mostraram ainda quais lojas eram eficientes de acordo com cada *output* e a eficiência relativa das lojas.

O principal mérito do trabalho é o desenvolvimento de uma análise no nível da firma, dado que na época a grande maioria dos pesquisadores estava voltada para análises macro que são mais úteis para formuladores de políticas do que para os gestores. Keh e Chu (2003) citam as variáveis utilizadas como principal limitação da pesquisa, no entanto, pode-se citar uma limitação do estudo também relevante referente ao uso de dados em painel na aplicação do DEA que por definição não diferencia o tempo, assim, uma mesma loja é considerada como uma DMU diferente em cada ano, não sendo gerada uma fronteira eficiente para cada ano.

4) Barros e Alves (2004)

O trabalho de Barros e Alves (2004) buscou avaliar a produtividade e a eficiência relativa no nível da loja a fim de encontrar as melhores práticas capazes de impulsionar o desempenho de toda a rede varejista. A amostra foi composta por 47 lojas de uma das líderes no segmento de supermercados e hipermercados de Portugal nos anos de 1999 e 2000. Para seleção dos *inputs* e *outputs*, descritos no Quadro 3, os autores utilizaram três critérios: disponibilidade dos dados, pesquisa bibliográfica e opinião profissional dos gestores de loja.

A eficiência e a produtividade foram estimadas por meio do índice de produtividade de Malmquist com orientação pelo produto, baseado em DEA. O índice de Malmquist representa a produtividade total dos fatores e quando decomposto fornece informações sobre a mudança na eficiência técnica e a mudança tecnológica. Os resultados mostraram que a maioria das lojas diminuiu a produtividade total no período, indicando a necessidade de ajuste no processo e na gestão das lojas. Com relação aos componentes do índice os autores classificaram as lojas em: (i) uma loja na qual o aumento da eficiência técnica coexistiu com variação positiva da mudança tecnológica; (ii) lojas nas quais o aumento da eficiência técnica coexistiu com queda tecnológica; (iii) lojas que apresentaram queda na eficiência técnica e na mudança tecnológica; e (iv) uma loja na qual a diminuição da eficiência técnica coexistiu com mudança positiva na tecnologia.

A principal contribuição do estudo de Barros e Alves (2004) para a literatura é a aplicação do índice de Malmquist ao setor de varejo para realização de benchmarking interno, que até o momento não havia sido realizada. Por outro lado, ao utilizar apenas o método não paramétrico, os autores ignoram o erro de mensuração e outros fatores que podem compor ineficiência da loja e não estão sobre o controle da gestão, além disso, o período de tempo utilizado foi bastante restrito impossibilitando a análise da produtividade ao longo do tempo.

5) Barros (2006)

Ao contrário do que foi desenvolvido pelos trabalhos anteriores (Donthu & Yoo, 1998; Thomas et al., 1998; Keh & Chu, 2003; Barros & Alves, 2004), o estudo de Barros (2006) realizou um procedimento de benchmarking externo para comparar companhias pertencentes a um mesmo mercado. A amostra foi composta por 22 redes de supermercados e

hipermercados atuantes em Portugal em um período de seis anos, constituindo um painel no qual cada uma das 132 observações foi considerada como uma DMU. A inovação do artigo está na investigação dos determinantes da eficiência que estão fora dos processos gerenciais internos, tema ainda pouco explorado na literatura de varejo.

Barros (2006) adotou o método semiparamétrico em dois estágios, no qual na primeira fase utilizou-se a análise de envoltória de dados (DEA) para mensurar a eficiência e, na segunda fase, um modelo Tobit para estimar os determinantes da eficiência (obtida no primeiro estágio). A eficiência média encontrada para as redes de hipermercados e supermercados no primeiro estágio foi consideravelmente alta em comparação a outros setores. O autor encontrou ainda que as grandes varejistas são, em média, mais eficientes do que as pequenas redes varejistas, assim como as redes nacionais são mais eficientes do que as redes regionais. Os fatores identificados como impulsionadores da eficiência no segundo estágio da análise foram o *market-share*, o número lojas e a localização. Por outro lado, a regulamentação apresentou um efeito negativo sobre a eficiência.

6) De Mateo et al. (2006)

De Mateo et al. (2006) desenvolveram um modelo de DEA dinâmico para examinar a eficiência de custos intertemporal no contexto *ex ante*. Os autores levantam o questionamento sobre como as empresas consideradas ineficientes devem realizar as alterações sugeridas pelo DEA para alcançar a eficiência ótima e os custos envolvidos nessas alterações. Na análise empírica, os autores utilizam dados de 35 lojas de departamento de uma rede varejista do Chile.

Os modelos dinâmicos propostos por De Mateo et al. (2006), inicialmente, introduzem na programação linear os custos de ajuste e o orçamento de investimentos como restrições. Para construção dos modelos, foram especificados ainda o período de ajuste, que seria o tempo para a empresa realizar as alterações sugeridas pelo DEA; a taxa de desconto, ou taxa de juros; e o período de avaliação, para verificação do VPL (Valor presente líquido). Em seguida, os autores especificaram um problema de otimização intertemporal no qual a empresa seleciona um ponto ótimo (referência) e um caminho ótimo de ajuste de modo a maximizar o valor do lucro durante o período de avaliação.

Os resultados dos modelos de DEA dinâmicos forneceram importantes informações adicionais em comparação aos modelos de DEA estáticos, na medida em que identificam um caminho de ajuste ideal para as quantidades de insumos e fornecem uma estimativa das potenciais economias de custos, que resultam do reconhecimento dos custos de ajuste gerados no processo de levar as quantidades de insumos para o ponto ótimo. Assim, os modelos dinâmicos sugeridos por Mateo et al. (2006) contribuem de forma significativa para a literatura, pois, além de indicar um ponto de referência para empresa ineficiente eles também indicam os passos a serem seguidos para alcançá-lo, podendo funcionar como um instrumento valioso para gerentes e tomadores de decisão no varejo.

7) Sellers e Mas (2006)

Sellers e Mas (2006) tomaram como motivador a importância do setor de varejo para a indústria de serviços, para investigar as mudanças na produtividade no varejo ao longo do tempo. Para alcançar o objetivo, os autores aplicaram a técnica do índice de Malmquist a uma amostra de 96 redes de supermercados que operavam na Espanha entre 1995 e 2003. Por meio da decomposição do índice de Malmquist é possível obter informações sobre a variação na eficiência e a variação na tecnologia. A primeira reflete a capacidade de uma empresa em obter o nível máximo de produto a um nível fixo de insumos com dada tecnologia disponível. O segundo reflete o movimento na fronteira eficiente atribuído à inovação ou à mudança tecnológica ocorrida no período. Desse modo, a metodologia de pesquisa adotada por Sellers e Mas (2006) mede a variação da produtividade utilizando os índices de produtividade de Malmquist calculados por meio de técnicas não paramétricas semelhantes ao DEA.

Os resultados obtidos por Sellers e Mas (2006) mostraram um pequeno aumento na produtividade total, gerado principalmente pela mudança tecnológica. Esse resultado significa que as novas tecnologias são capazes de alterar as estruturas produtivas das redes de varejo, favorecendo suas produtividades. Assim como nos trabalhos anteriores, também foi encontrado que as empresas maiores eram as mais produtivas, indicando que o tamanho da empresa influencia positivamente a capacidade de melhorar a produtividade por meio da inovação e do progresso tecnológico. A principal contribuição do estudo de Sellers e Mas (2006) está na aplicação do índice de Malmquist para avaliar a produtividade do setor de

varejo, ainda pouco explorada na época, contando apenas com o trabalho de Barros e Alves (2004) para uma rede de supermercados portuguesa.

8) Sellers e Mas (2007)

O artigo de Sellers e Mas (2007) inova ao comparar diferentes abordagens de mensuração do desempenho no varejo, aplicando tanto medidas tradicionais de lucratividade e produtividade quanto técnicas paramétricas e não paramétricas para a eficiência. A análise foi realizada para uma amostra de 491 redes de supermercados que operavam na Espanha em 2004.

Para alcançar o objetivo da pesquisa, os autores construíram uma metodologia em três etapas. Na primeira foram estimadas medidas de lucratividade e produtividade, tradicionalmente utilizadas para medir o desempenho. Para a lucratividade foram usados o ROE (retorno sobre o patrimônio líquido), o ROA (retorno sobre o ativo) e o ROI (retorno sobre o investimento); para a produtividade foram adotadas medidas comumente empregadas no varejo, vendas por empregados e vendas por metro quadrado. Na segunda etapa metodológica foram aplicados modelos paramétricos e não paramétricos na estimação da eficiência, sendo o primeiro representado pela fronteira de produção estocástica e o segundo pela análise envoltória de dados. Por fim, a terceira fase foi dedicada à comparação dos resultados por meio do cálculo das correlações de Pearson e Spearman.

Sellers e Mas (2007) relatam substancial ineficiência dos supermercados espanhóis, identificada tanto pelo DEA quanto pelo SFA. A análise comparativa mostrou correlações elevadas, positivas e significantes entre os índices de produtividade, de lucratividade e estimativas de eficiência. Por outro lado, quando comparados os índices de lucratividade com os índices de produtividade e as estimativas de eficiência, os resultados não foram tão robustos, apresentando diferenças significativas dependendo do índice de produtividade empregado. Segundo os autores, esse resultado significa que uma empresa lucrativa pode não ser eficiente, ou que uma empresa com alto índice de produtividade pode não ser lucrativa. Os resultados obtidos por Sellers e Mas (2007) destacam a importância de utilizar diferentes abordagens na avaliação do desempenho no varejo, dado que não foi possível identificar qual metodologia poderia ser considerada como superior às demais.

9) Moreno (2008)

Moreno (2008) analisou a eficiência do comércio varejista na Espanha usando técnicas de análise envoltória de dados para uma amostra de 234 hipermercados. O autor estudou ainda a influência da Lei de Comércio Varejista criada em 1996, por meio da qual o Estado espanhol transferiu autoridade às regiões para conceder licenças para abertura de estabelecimentos comerciais, com o objetivo de fomentar a competitividade.

Segundo Moreno (2008) a escolha da metodologia se deu com base nas condições do mercado, considerado pelo autor com uma estrutura próxima ao oligopólio, sob as quais o método de DEA orientado ao *input* pareceu mais apropriado. Os hipermercados foram separados em três grupos diferentes de acordo com a intensidade de regulação (alta, média e baixa) da região em que se encontravam, e para cada um foi encontrada uma fronteira de produção. Os resultados mostraram que os hipermercados atuantes em áreas com menos restrições eram mais eficientes do que aqueles localizados em áreas com maior regulamentação. A principal contribuição do trabalho de Moreno (2008) está na utilização do DEA para avaliar a eficiência com relação ao ambiente ou regulação ao quais os hipermercados estão sujeitos, ampliando assim, o uso dessa abordagem comumente empregada para analisar fatores mais relacionados ao processo produtivo. Por outro lado, o artigo trata de uma questão muito específica limitando as possibilidades de generalização do trabalho.

10) Perrigot e Barros (2008)

Perrigot e Barros (2008) buscaram analisar a eficiência dos varejistas franceses a fim de identificar as empresas referência em melhores práticas e os fatores responsáveis pela diferença de eficiência entre as empresas. A metodologia escolhida consistiu em uma aplicação do método de DEA em dois estágios. No primeiro estágio, quatro modelos DEA foram usados para identificar os escores de eficiência: DEA-CRS, DEA-VRS, DEA de eficiência cruzada e o modelo DEA de superefficiência. No segundo estágio foi estimado um modelo de Tobit por *bootstrap* a fim identificar os determinantes da eficiência.

Além da validação cruzada dos resultados fornecida pelo uso de diferentes modelos de DEA, os autores contribuem para literatura empírica com a aplicação de uma abordagem baseada

em *bootstrap*. A estimação da regressão Tobit por bootstrap fornece um resultado mais robusto que as técnicas tradicionalmente utilizadas nas pesquisas de varejo, por ser capaz de separar a relação existente entre as variáveis utilizadas para obter a eficiência no primeiro estágio e as variáveis independentes da regressão no segundo estágio.

Os resultados obtidos por Perrigot e Barros (2008) indicam que os varejistas franceses são relativamente eficientes, com algumas empresas identificadas como eficientes, que devem ser utilizadas como benchmark pelos pares. A escala mostrou-se importante no desempenho, com DMUs exibindo retornos decrescentes de escala, enquanto outras exibiram retornos crescentes de escala. Com relação aos impulsionadores da eficiência, os autores concluem que empresas cotadas no mercado de ações, que realizaram operações de fusão e aquisição, e que expandem suas operações para mercados internacionais são mais eficientes. No entanto, nem todos os varejistas com uma estratégia de expansão internacional estão na fronteira das melhores práticas, ao passo que também foi observada a existência de empresas dentro da fronteira que não possuíam estratégia de internacionalização.

11) Sellers e Mas (2009)

O estudo de Sellers e Mas (2009) é bastante importante para a literatura sobre eficiência do varejo, pois foi o primeiro a utilizar a abordagem paramétrica de fronteira de produção para identificar os fatores determinantes da eficiência no varejo. De acordo com Sellers e Mas (2009) a análise da eficiência possui diversas implicações práticas, por exemplo, conhecer a eficiência das diferentes redes de supermercados pode ajudar na gestão dos produtores, uma vez que identificar as cadeias de supermercados eficientes é importante para as relações verticais no canal de distribuição. Além disso, a análise dos fatores determinantes da eficiência pode ser utilizada pelos varejistas como forma de realizar benchmarking externo.

O artigo desenvolve e testa um conjunto de hipóteses, analisando a influência do investimento em estoques, dos níveis de salários e da idade da empresa sobre a eficiência técnica. A metodologia baseou-se na estimação de uma fronteira de produção estocástica para uma amostra de 42 redes de supermercados no período de 2000 a 2002. Os parâmetros da função de produção estimados foram significativos e com sinal positivo, conforme o esperado para todas as variáveis, com exceção da área de vendas que não apresentou significância

estatística. Com relação aos determinantes da eficiência, os fatores investimento em estoque e nível salarial apresentaram impacto positivo na eficiência técnica confirmando as hipóteses da pesquisa, por outro lado, a idade da firma que representa a experiência da rede no negócio não apresentou relação significativa.

O foco do artigo de Sellers e Mas (2009) está no desenvolvimento de uma metodologia útil para os gestores, determinando algumas das fontes de ganhos de eficiência no varejo. A principal limitação do estudo refere-se à impossibilidade de realizar a generalização das conclusões para todo o setor como um todo, já que apenas redes de supermercados foram analisadas.

12) Assaf et al. (2011)

Percebendo a necessidade de analisar a eficiência em um ambiente altamente competitivo e dinâmico como o setor de varejo, e a escassez de estudos voltados à investigação dos fatores que impactam a eficiência, Assaf et al. (2011) realizaram um estudo no nível da firma para encontrar o impacto da integração vertical, idade, expansão geográfica e estratégia de preço na eficiência de custos do setor varejista. A amostra consistiu em 77 redes de supermercados que operaram continuamente no período de 2001 a 2007 na Espanha. A metodologia escolhida pelos autores baseou-se na análise da fronteira estocástica (SFA), com estimação pela abordagem Bayesiana e inclusão das variáveis exógenas para testar os determinantes. Esse quesito também representa um ponto de inovação do artigo, visto que os modelos de SFA são tradicionalmente estimados por Máxima Verossimilhança.

Os resultados obtidos por Assaf et al. (2011) indicaram maior eficiência de custos para supermercados com mais tempo no negócio, maior presença geográfica e oferta de preços mais baixos. A integração vertical, por outro lado, mostrou-se negativamente relacionada à eficiência. Dentre as variáveis exógenas, apenas a idade da firma já havia sido testada anteriormente para o varejo, no entanto, no trabalho de Sellers e Mas (2009) não havia sido encontrada significância estatística para essa variável na estimação da fronteira de produção por máxima verossimilhança. Desse modo, o trabalho de Assaf et al. (2011) amplia a compreensão teórica e empírica da eficiência no varejo, além de fornecer implicações práticas

para os gestores, que podem utilizar a análise da eficiência para ampliar suas medidas de desempenho e a partir dela formular estratégias.

13) Gauri (2013)

O trabalho de Gauri (2013) destaca-se por considerar as estratégias de preço e de formato dos varejistas como *inputs* importantes para fronteira de produção e análise da eficiência, além dos fatores dos insumos utilizados nos estudos anteriores (área de vendas, funcionários e *checkouts*). Assim como Sellers e Mas (2009) e Assaf et al. (2011), o autor também buscou encontrar os determinantes da eficiência por meio de um conjunto de variáveis exógenas relacionadas ao ambiente e à concorrência das lojas. Os dados foram coletados para 2500 lojas pertencentes a 50 redes de varejo alimentar diferentes nos Estados Unidos.

A metodologia utilizada consistiu na análise de quatro modelos de fronteira estocástica distintos. No primeiro modelo consideraram-se apenas os *inputs* de características das lojas e as variáveis exógenas. Em seguida, as variáveis de estratégia de preços e de formato foram incluídas como *inputs* da função de produção em dois modelos separados. Por fim, o modelo 4 incluiu todas os *inputs*, variáveis exógenas e estratégias de preço e formato. O menor valor de ineficiência foi obtido pelo modelo que inclui variáveis de preço e de formato, enfatizando a importância dessas variáveis de forma integrada.

A ineficiência média foi de aproximadamente 28,59%, significando que as varejistas poderiam reduzir a proporção de insumos como a área de vendas, o número de *checkout*, o número de empregados e os recursos da loja sem alterar o volume de vendas. Quanto às estratégias Gauri (2013) também encontrou resultados interessantes, com relação aos preços as lojas com estratégias EDLP (*Every Day Low Price*/Preço Baixo Todo Dia) e híbridas apresentaram melhor desempenho com relação às vendas semanais do que as lojas que adotavam preços HiLo (*High Low*/Alto-Baixo); com relação ao formato, as lojas classificadas como super centers (um tipo de hipermercado) se mostraram mais eficientes do que os supermercados e as lojas de sortimento limitado. Das variáveis exógenas, apenas a renda média das famílias, a população por km² e o número de concorrentes se mostraram significativas, ou seja, exercem impacto sobre a eficiência das lojas. Assim como a maioria dos trabalhos que foram apresentados aqui, o artigo de Gauri (2013) também tem como

limitação a generalização dos resultados dado que a amostra correspondeu a apenas 9% das vendas do setor.

14) Moreno e Carrasco (2015)

Moreno e Carrasco (2015) utilizam metodologias recentes de estimação da eficiência com o objetivo de obter informações novas a respeito da eficiência no varejo e seus fatores determinantes. Os autores aplicam uma modelo de DEA em dois estágios a uma amostra de 738 supermercados atuantes na Espanha. No primeiro estágio a eficiência foi calculada por meio de um estimador de ordem-m, que apesar de não paramétrico, esse estimador não utiliza todos os dados amostrais e não impõe restrição de convexidade, convergindo a taxas mais rápidas e fornecendo uma estimação mais robusta a outliers e ruídos. No segundo estágio a heterogeneidade entre as empresas foi considerada com a inclusão de suas características específicas em uma análise de regressão quantílica para encontrar os fatores determinantes da eficiência.

De acordo com os resultados encontrados por Moreno e Carrasco (2015), a idade e a concentração de mercado da empresa são positivamente relacionadas com a eficiência, indicando que quanto mais tempo no negócio e quanto maior participação de mercado uma empresa possuir, maior será sua eficiência. A relação da eficiência com a intensidade de capital e o nível de qualificação dos funcionários apresentou um comportamento curvilíneo. Além disso, os autores também encontraram diferenças significativas entre as empresas quando classificadas por região.

A principal contribuição do trabalho de Moreno e Carrasco (2015) foi o fornecimento de uma estimação mais precisa para a eficiência do varejo e seus fatores determinantes por meio de abordagem não paramétrica, com um estimador robusto no primeiro estágio e análise de regressão quantílica para a segunda etapa, métodos que até então não haviam sido testados. Desse modo, os autores abrem a possibilidade de um novo campo de análise empírica sobre eficiência a partir da comparação das metodologias propostas e das já existentes na literatura.

2.4.2 Apresentação dos Estudos Nacionais

15) Yu e Angelo (2001)

Yu e Angelo (2001) estudaram as diferenças de produtividade e eficiência entre os supermercados brasileiros grandes e pequenos. Partindo do pressuposto de que empresas maiores têm mais condições de criar uma relação mais favorável entre capital e trabalho, foram formuladas duas hipóteses; a primeira assume que a produtividade dos supermercados grandes é muito maior que a produtividade dos pequenos, e a segunda assume que essa diferença de produtividade possui um movimento ascendente. Foram consideradas grandes supermercadistas, aquelas cuja área média de vendas possuía mais de 3.000 m^2. Como pequenos supermercados foram considerados aqueles que tinham a área média de vendas de até 500m^2.

Um ponto que pode ser citado como relevante no trabalho de Yu e Angelo (2001), que o diferencia dos demais trabalhos nacionais, é a apresentação de uma análise detalhada sobre as transformações que o setor de supermercado estava passando na época e o estabelecimento de relações com aspectos da teoria econômica. Além disso, para ilustrar o conceito e a operacionalização do método de DEA, Yu e Angelo (2001) usaram um exemplo hipotético de um supermercado com apenas cinco lojas. Por meio do exemplo, foi possível determinar a fronteira eficiente e as lojas que poderiam ser usadas como referência para as demais. Posteriormente, os autores aplicaram o método de DEA com retornos constantes de escala para 204 companhias do setor supermercadista brasileiro e período de cinco anos.

Durante o período analisado nenhuma das companhias classificadas como pequenas fizeram parte da fronteira eficiente. Foi verificado ainda que os supermercados com maior área de vendas tendiam a aumentar a eficiência, enquanto que os menores sofriam uma redução na eficiência em um mesmo período de tempo. Os resultados encontrados no estudo sustentaram as hipóteses iniciais de que a produtividade dos grandes supermercados é muito maior que a dos pequenos, e também foi encontrado que a diferença entre cadeias de grande e pequeno porte estão aumentando ao longo dos anos. Para os autores, os supermercadistas pequenos deveriam posicionar-se em segmentos menores do mercado, como lojas de vizinhança, e obter

maior eficiência operacional por meio da oferta de melhores serviços e mais comodidade aos consumidores.

16) Ceretta e Scherer (2003)

O trabalho de Ceretta e Scherer (2003) buscou avaliar o desempenho do setor de supermercados brasileiro por meio da modelagem de análise envoltória de dados. O desempenho foi analisado de acordo com os níveis de eficiência técnica total, de eficiência técnica pura e de escala. Além disso, com o cálculo do índice de Malmquist foi possível analisar as mudanças no nível de eficiência ao longo do tempo.

As técnicas foram aplicadas para as cinquenta maiores redes supermercadistas que estavam atuando no país nos anos de 1999 e 2000. Na época essas empresas representavam mais de 56% das vendas do setor e apenas 3% do número de lojas, o que indicava a alta concentração do volume de vendas em uma pequena quantidade de lojas. Com isso, para reduzir a elevada correlação gerada pelas diferenças no tamanho dos supermercados estudados, Ceretta e Scherer (2003) utilizaram as variáveis tradicionalmente testadas pela literatura no varejo divididas pelo número de lojas de cada rede.

Os resultados da abordagem DEA mostraram que os supermercados estudados, de modo geral, possuem elevado nível de ineficiência cuja causa é atribuída pelos autores à capacidade gerencial. Por outro lado, os autores encontraram melhoria significativa nos níveis de eficiência técnica total e pura de um ano para o outro. Quanto à escala, os Ceretta e Scherer (2003) encontraram que quando as redes supermercadistas aumentam suas atividades por meio de um maior número de lojas, seus níveis de ineficiência de escala também aumentam. Esse resultado se contrapõe, até certo ponto, ao que foi encontrado por Yu e Angelo (2001) com relação ao tamanho, no qual as empresas com maior área de vendas tendiam a aumentar a eficiência de um período para outro.

17) Ferreira, Venâncio e Abrantes (2009)

Ferreira et al. (2009) em seu artigo promoveram uma análise da eficiência técnica e de escala no setor de supermercados brasileiro. Os autores utilizaram o método não paramétrico de DEA para encontrar a fronteira de eficiência relativa e a eficiências técnica e de escala para

cada rede da amostra. Para a eficiência técnica foram utilizados os dois mais famosos modelos de DEA, o CCR, que considera retornos constantes de escala e o BCC que considera retornos variáveis de escala, cujos coeficientes foram comparados em termos médios.

Os resultados mostraram que apenas uma pequena porcentagem da amostra era eficiente e fazia parte da fronteira, os autores atribuíram a superioridade dos supermercados eficientes à utilização de tecnologias mais avançadas que a de seus concorrentes e mão-de-obra mais qualificada, além da melhor utilização de seu espaço físico. Ao estratificar a amostra, Ferreira et al. (2009) puderam verificar que a faixa cujas empresas possuíam maior faturamento também foi a de maior eficiência técnica, o que as tornam mais competitivas na medida em que vão otimizando seus recursos. Esses resultados confirmaram o que já havia sido verificado por trabalhos anteriores para amostras menores.

A escolha de analisar a eficiência apenas em um ponto no tempo não permitiu aos autores identificar as possíveis variações na eficiência ao longo dos anos, tanto para uma mesma empresa quanto para o setor. Além disso, mesmo encontrando assimetrias na eficiência do setor os autores não investigaram de forma quantitativa quais fatores seriam os responsáveis pela diferença de eficiência entre as empresas estudadas.

18) Souza, Macedo e Ferreira (2010)

Souza et al. (2010) se propõem a estudar o desempenho relativo das empresas que fazem parte do setor de supermercados no Brasil. Para isso, utilizam a abordagem DEA (CCR e BCC) a fim de encontrar eficiências global, técnica pura e de escala, considerados no trabalho como indicadores de desempenho. Além disso, os autores também utilizaram uma abordagem por pesos para encontrar quais dos *inputs* mais necessitavam de melhoria para que o supermercado atingisse a eficiência; e a análise de correlação para verificar se as lojas e redes maiores eram mais eficientes. Apesar de o estudo utilizar o mesmo método e ter objetivos semelhantes aos trabalhos realizados anteriormente, pode-se citar como diferencial o foco da análise nos 100 menores supermercados do *ranking*.

Os resultados de Souza et al. (2010) mostraram que os supermercados com apenas uma loja apresentaram desempenho melhor do que aqueles com mais de uma loja, o mesmo não foi

verificado quando considerou-se a eficiência de escala. Ainda com relação ao tamanho, a relação entre eficiência e tamanho médio da loja apresentou resultado inconclusivo, dado que a correlação entre elas foi bastante baixa. A relação entre eficiência e tamanho da rede, por sua vez, os autores verificaram que os resultados dos 10 maiores supermercadistas da amostra foram melhores do que os dos 10 menores no que se refere à eficiência de escala. Por outro lado, no que diz respeito à eficiência técnica pura essa relação não se manteve.

Quanto à análise dos pesos, a área de vendas foi identificada como o fator de produção que apresentou maior necessidade de melhoria para a amostra analisada, indicando que uma redução na área de vendas dos supermercados aumentaria suas eficiências, além disso, foi a variável com maior quantidade de pesos zero na resposta da modelagem dos dois modelos DEA. De modo geral, os resultados de Souza et al. (2010) estão em consonância com os encontrados pelos trabalhos anteriores para o setor de supermercados brasileiro.

De acordo com a revisão da literatura apresentada nesta seção, percebe-se que a grande maioria dos estudos aplicou modelos de análise envoltória de dados – DEA, em alguns casos complementando com a análise da produtividade por meio do índice de Malmquist, enquanto que apenas quatro artigos aplicaram a análise de fronteira estocástica (SFA). Com relação aos estudos comparativos entre métodos de fronteira de produção, apenas um dedicou-se a comparar os resultados entre as abordagens paramétrica e não paramétrica.

Quanto às variáveis da função de produção (*outputs* e *inputs*), em geral, as análises são feitas para um ou dois produtos, sendo as vendas o *output* mais utilizado; nos insumos é encontrada uma maior variação, podendo-se citar como predominantes o número de empregados e a área de vendas. Com relação aos fatores determinantes da eficiência no varejo foram encontrados poucos trabalhos em nível internacional e nenhum na literatura nacional que considerasse os fatores exógenos na análise da eficiência. Outro ponto importante de ser observado é a pequena quantidade de publicações nacionais a respeito da análise da eficiência no varejo.

A partir dessas observações fica clara a contribuição desta tese para o desenvolvimento da literatura sobre eficiência no varejo, tanto pela aplicação e comparação de diferentes

abordagens para obter a eficiência técnica quanto pela ampliação do conhecimento sobre os fatores exógenos que impactam na eficiência da firma. A seguir são discutidos alguns dos fatores indicados pela literatura como importantes para mensuração da eficiência e com base neles são formuladas as hipóteses da pesquisa.

2.5 Determinantes da Eficiência no Varejo e Hipóteses da Pesquisa

Os níveis de eficiência técnica dependem de fatores como quantidade e qualidade do capital físico e humano empregado, *know-how* tecnológico, estrutura de mercado e nível de concorrência. Da mesma forma, também são influenciados por fatores externos, como mudanças nas políticas governamentais, regulamentação, políticas comerciais e industriais e características específicas das empresas tais como o tipo de propriedade, o tempo de experiência no negócio, o tamanho da empresa, entre outras (Pitt & Lee, 1981; Hossain & Karunaratne, 2004). Recentemente alguns trabalhos na área de desempenho no varejo têm se dedicado a estudar a importância dos fatores exógenos à produção para mensuração da eficiência e produtividade das empresas, conforme foi apresentado na seção anterior.

De acordo com Sellers e Mas (2009) os fatores determinantes da eficiência podem ser classificados em três grupos principais: (*i*) variáveis de marketing, tais como, localização da loja, níveis de preços, investimento em estoques, despesas com publicidade; (*ii*) características da empresa de varejo, como o formato de loja e a propriedade jurídica; e (*iii*) variáveis econômicas de produtividade tradicionais, tais como salários, razão de capital por trabalho, escala e tamanho da firma.

Nesta seção serão discutidos alguns dos potenciais determinantes da eficiência varejista que posteriormente serão testados para o setor supermercadista brasileiro na análise empírica.

a) Tamanho

Existem evidências de que as distribuições de produtividade e de tamanho possuem uma correlação positiva, ou seja, as empresas mais produtivas tendem a ser maiores do que as menos produtivas (Melitz, 2003). De acordo com Moatti et al. (2015), o tamanho pode

impactar a rentabilidade por meio de dois mecanismos teóricos principais: o poder de barganha e a eficiência operacional. Estes mecanismos refletem dois aspectos fundamentais da vantagem competitiva de uma empresa, a vantagem de preço resultante de condições favoráveis de negociação com clientes e fornecedores, e a vantagem de custo resultante de uma maior eficiência operacional. Além disso, conforme ressalta Kumar (2003) as empresas maiores têm uma melhor penetração no mercado podendo explorar economias de escala. Outros estudos têm investigado a relação entre o tamanho e a eficiência técnica especificamente, seus resultados mostram que a eficiência técnica também aumenta de acordo com o tamanho da empresa (Alvarez & Crespi, 2003; Caves & Barton, 1990).

Sellers (2014) ressalta que as grandes empresas varejistas possuem diversas vantagens em relação às pequenas, que podem levar a maior eficiência de suas atividades: (i) compram melhor e conseguem estabelecer contratos mais vantajosos com os fornecedores; (ii) possuem poder financeiro para realizar maiores investimentos, especialmente em tecnologia; (ii) melhor imagem da marca e (iv) modernização da gestão. Trabalhos recentes sobre desempenho no varejo encontraram associação positiva entre o tamanho da rede ou loja e o nível de eficiência (Barros, 2006; Sellers & Mas, 2007a;). Para o setor de supermercados brasileiro, Yu e Angelo (2001) e Souza, Macedo e Ferreira (2010) encontraram que as grandes redes são mais eficientes quando comparadas às redes de menor porte, essa diferença foi associada, principalmente, à eficiência de escala obtida pelos supermercadistas maiores. Por outro lado, Ceretta e Scherer (2003) constataram que quando as redes supermercadistas aumentam suas atividades seus níveis de eficiência caem. Tomando como base os resultados obtidos pelos estudos anteriores, esta tese busca fornecer maior conhecimento sobre a relação com a verificação da seguinte hipótese:

Hipótese 1: Existe uma relação positiva entre o tamanho da rede supermercadista e sua eficiência.

b) Experiência

O efeito da experiência sobre a eficiência da firma não é um tema comumente abordado pela literatura. A princípio, espera-se uma relação positiva entre a idade de uma empresa e suas vendas e lucro (Assaf et al., 2011). De acordo com Sellers e Mas (2009) a experiência pode

ser considerada sob três aspectos diferentes: (*i*) os funcionários com maior tempo são mais satisfeitos, fornecem melhor atendimento aos clientes e se mostram mais preocupados com o sucesso da empresa do que os funcionários com pouco tempo de casa; (*ii*) os gestores experientes conhecem melhor os clientes e o mercado no qual atuam, bem como os recursos necessários para melhorar o desempenho da empresa, do que gerentes menos experientes; e (*iii*) à medida que uma loja se estabelece dentro da comunidade empresarial constrói sua reputação tornando-se mais conhecida.

Com relação à eficiência da firma mais especificamente, Thomas et al. (1998) acreditam que maior experiência, medida pelo tempo de atuação no negócio, proporciona maior conhecimento à empresa, que por sua vez pode aumentar a capacidade de desenvolver suas atividades de forma mais eficiente do que empresas que estão a poucos anos no mercado. Os autores acreditam ainda que uma empresa com mais anos de atuação em determinado mercado consegue fidelizar os clientes com base na sua reputação, o que pode impactar no volume de vendas. Por outro lado, Lundvall e Battese (2000) argumentam que com o passar do tempo os ganhos em eficiência podem se tornar menores considerando que a aprendizagem da firma exibe retornos decrescentes.

Recentemente, alguns estudos aplicados ao varejo têm se dedicado a investigar o efeito da idade da firma sobre a sua eficiência. Assaf et al. (2011) e Moreno & Carrasco (2015) encontraram relação positiva entre a eficiência e a idade da varejista, indicando que quanto mais tempo no negócio maior a eficiência da empresa. Segundo os autores essa relação é explicada pelo processo de “aprender fazendo” da firma e o maior conhecimento adquirido, que juntos podem aumentar a capacidade de realizar a atividade produtiva de uma forma mais eficiente. Por outro lado, Sellers & Mas (2009) e Gauri (2013) não encontraram significância estatística para os efeitos da idade na eficiência dos supermercados. Os resultados pouco conclusivos dos estudos anteriores e a ausência de observação para o mercado brasileiro indicam a necessidade de uma maior investigação da relação entre idade e eficiência, para isso, sugere-se a seguinte hipótese:

Hipótese 2: A experiência de uma rede de supermercados tem efeito positivo na sua eficiência.

c) Fusões e Aquisições

Uma questão de bastante interesse no varejo, no entanto ainda pouco explorada, é o impacto que as operações de fusão e aquisição (F&A) exercem no desempenho das empresas. De acordo com Mueller (2004) as fusões podem ser distinguidas entre as que afetam o poder de mercado e diminuem a eficiência e aquelas que aumentam a eficiência. Diversos estudos defendem que o processo de F&A aumenta a eficiência operacional devido às economias de escala proporcionadas pela junção das empresas (Barney, 1991; Makadok, 1999; Scherer & Ross, 1990). Gugler et al. (2003) encontraram que as fusões entre grandes empresas aumentam o poder de mercado, enquanto as fusões entre pequenas empresas fornecem economias de escala e outros ganhos de eficiência. Por outro lado, Moatti et al. (2015) alertam que apesar dos processos de F&A aumentarem o poder de barganha da empresa, essa vantagem desaparece ao longo do tempo, enquanto que a diminuição da eficiência operacional causada pelos processos de F&A é uma desvantagem que dura períodos mais longos de tempo. Para o setor de varejo, Perrigot e Barros (2008) encontraram relação positiva entre F&A e a eficiência da firma, associando essa relação à consciência de que os varejistas envolvidos em operações de fusão e aquisição possuem sobre seu ambiente de mercado.

No Brasil, Aguiar e Aguiar (2006) acreditam no processo de fusões e aquisições como a maior estratégia adotada pelo setor de varejo brasileiro e o elemento mais importante para explicar as mudanças estruturais ocorridas no setor de supermercados. Uma pesquisa realizada pela KPMG Brasil (2016) mostra que entre 1994 e 2014 ocorreram 121 operações de F&A no setor de supermercados brasileiro. Cabe destacar o elevado número de transações no período de 1997 a 2001, quando ocorreram 64 transações (53% do total). Essa quantidade está relacionada ao início do processo de concentração no setor, impulsionado pela entrada das grandes redes internacionais que buscavam se consolidar no país. No período de 2002 e 2005 o processo de F&A continuou, no entanto de forma mais amena, com 18 transações no período. De 2007 a 2013 a quantidade permaneceu constante com uma média de aproximadamente 5 transações de F&A por ano. Com o início da mudança de cenário econômico em 2013, as empresas tornaram-se mais cautelosas quanto à expansão por meio de aquisição de novos negócios. Foram realizadas 3 transações em 2013 e apenas 1 em 2014.

Porém, apesar do elevado número de fusões e aquisições ocorridas no setor de supermercados, até o momento não foram encontrados estudos que investigassem os efeitos dessas operações sobre o desempenho das companhias varejistas. Com isso, este trabalho busca identificar o impacto das transações de F&A sobre a eficiência técnica dos supermercados no Brasil. Baseando-se na ideia de que as operações de F&A aumentam a escala da varejista e oferecem a possibilidade de atuar em regiões que anteriormente não alcançava, e com isso contribuem para o poder de mercado, sugere-se testar a seguinte hipótese:

Hipótese 3: Operações de fusão e aquisição tem efeito positivo na eficiência das redes de supermercados.

d) Poder de Mercado

O estudo da relação entre poder de mercado e desempenho não é um tema recente na literatura. Hicks (1935) já defendia que as empresas em mercado de monopólio conseguiriam sobreviver na economia mesmo que possuíssem custos mais altos, uma vez que poderiam cobrar preços acima do custo marginal. Atualmente diferentes explicações são dadas para a relação entre concentração e desempenho, as principais são: a hipótese de participação de mercado e a hipótese de eficiência. Na primeira, o desempenho (eficiência) é medido pela lucratividade de uma empresa e sua relação com a estrutura do mercado. De acordo com esta hipótese, o poder de mercado e a eficiência não são relacionados, caso exista relação entre eles será negativa. Na segunda abordagem, o desempenho da empresa é medido pela eficiência de produção e assume-se que o poder de mercado e a eficiência são positivamente relacionados (Sellers & Mas, 2009). Feeny e Rogers (1999), Choi e Weiss (2005), Oustapassidis et al. (2000) e Bhattacharya e Bloch (1997) testaram as duas hipóteses para diferentes países e setores, no entanto seus resultados foram bastante controversos.

A discussão sobre o poder de mercado no varejo, de acordo com Burt e Sparks (2003), se baseia na suposição de que o preço é o único motivador para o comportamento de compra do consumidor. No entanto, os autores destacam que embora o preço seja um fator importante da competitividade no setor varejista, vários outros fatores contribuem ou determinam a compra. Desse modo, o poder de mercado seria dado por um conjunto de fatores como: o preço, a

variedade de produtos, a qualidade do serviço, conveniência de acesso, ambiente da loja e serviços adicionais como padarias, farmácias e etc.

Com relação ao setor de varejo alimentar, foram encontrados alguns estudos interessados em testar a relação entre poder de mercado e eficiência, os resultados foram diversos. Sharkey e Stiegert (2006) encontraram suporte para a hipótese de poder de mercado no setor de varejo de alimentos. Assim como Barros (2006) que encontrou relação positiva entre o *market-share* e a eficiência dos supermercados e hipermercados. Para o setor brasileiro, Farina e Nunes (2002) não encontraram evidências de poder de mercado. Em sentido oposto, Aguiar e Silva (2002) e Cunha e Machado (2003), encontraram evidências de que varejistas exercem poder de mercado. Os trabalhos anteriores deixam clara a falta de consenso na literatura a respeito do tema necessitando assim de maior investigação, nesse sentido a seguinte hipótese é apresentada:

Hipótese 4: O poder de mercado tem impacto positivo sobre a eficiência das redes supermercadistas.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo preocupa-se com os procedimentos metodológicos e a descrição dos modelos necessários para atingir os objetivos anteriormente propostos. Inicialmente apresenta-se a caracterização da pesquisa, seguida da fonte de dados e descrição das variáveis até chegar à descrição dos modelos de fronteira que serão aplicados ao setor supermercadista.

3.1 Caracterização da Pesquisa

O presente estudo foi desenvolvido como exploratório-descritivo com abordagem quantitativa. De acordo com Singh (2007) a pesquisa exploratória é a pesquisa inicial, que constitui a base da investigação. Ela pode ajudar a determinar o projeto de pesquisa, a amostra, o método de coleta de dados e a metodologia a ser utilizada. Por outro lado, o autor alerta que a pesquisa exploratória não pode fornecer uma resposta conclusiva para o problema de pesquisa, mas pode fornecer *insights* significativos para uma determinada situação. Desse modo, os resultados não podem ser generalizados e devem ser interpretados com cautela. A parte exploratória desta pesquisa busca aprofundar o conhecimento sobre o tema, por meio da fundamentação teórica, apresentada no capítulo anterior, e sobre o objeto estudado, por meio de uma análise da eficiência das redes supermercadistas no Brasil.

Na parte descritiva pretende-se estabelecer as relações entre as variáveis dependentes e independentes a fim de responder às hipóteses que foram desenvolvidas. Babbie (2008) define a pesquisa descritiva como o tipo de pesquisa que observa e descreve o que foi observado, sejam situações ou eventos. Para Kumar (2002) os estudos descritivos são mais do que uma coleção de dados, eles envolvem mensuração, classificação, análise, comparação e interpretação. Normalmente realizados para responder questões de “o que”, “onde”, “quando” e “como”.

Quanto à abordagem, esta pesquisa classifica-se como quantitativa, que, por sua vez, se sustenta no paradigma positivista. A ontologia realista/objetivista e a epistemologia empirista

contidas no paradigma positivista exigem uma metodologia de pesquisa objetiva, na qual o foco está na medição de variáveis e testes de hipóteses que estão ligadas a explicações causais (Sarantakos, 2005). De acordo com Neuman (2006) a pesquisa positivista utiliza projetos experimentais para medir efeitos. A técnica de coleta de dados se concentra na coleta de dados concretos e numéricos para apresentar a evidência em forma quantitativa.

A proposta de comparar a eficiência do setor de supermercados brasileiro obtida por meio de diversos métodos é válida à medida que tornará possível um melhor endendimento do desempenho do setor e das empresas que o compõe. Além disso, com a utilização de dados no nível da firma será possível identificar os tipos de varejistas mais eficientes e as possíveis causas para a diferença de eficiência entre as redes. Os escores de eficiência de cada firma serão estimados por diferentes métodos das três abordagens disponíves, paramétrica, não paramétrica e semiparamétrica, e em seguida terão suas características comparadas a fim de encontrar o modelo mais adequado. A seguir são apresentadas as fontes dos dados e as variáveis utilizadas na análise.

3.2 Fonte de dados e descrição das variáveis

Os dados utilizados foram coletados de edições específicas da Revista Supermercado Moderno (2007-2016), dedicadas ao Ranking dos Supermercados, e publicadas em abril de cada ano sempre com relação ao ano anterior. Inicialmente foram selecionadas os 150 maiores supermercadistas no ano de 2015, classificados de acordo com o faturamento, e a partir de então se verificou se tais empresas possuíam informações desde 2006. Devido às alterações ocorridas no setor identificou-se que alguns supermercados não faziam parte do ranking nos anos iniciais da série, ou foram comprados, ou por algum outro motivo não fizeram parte de pelo menos um dos 10 Rankings selecionados, essas empresas precisaram ser excluídas da amostra dada a necessidade de um painel balanceado para alguns dos modelos. É importante destacar que duas das maiores redes de supermercados do país foram excluídas da amostra devido à ausência de dados, são elas Makro Atacadista e o supermercado Dia que ocupam, respectivamente, a 5ª e a 6ª posição no ranking 2016 publicado pela revista Supermercado Moderno. A amostra final foi composta por 85 redes de supermercados com informações

completas para os anos de 2006 até 2015, período de tempo considerado suficiente para identificar as mudanças ocorridas na eficiência do setor.

Apesar do tamanho da amostra parecer relativamente pequeno, as 85 empresas selecionadas representaram mais de 50% das vendas de todo o setor em todos os anos analisados. Além disso, pesquisas internacionais relacionadas à eficiência no varejo têm sido realizadas com amostras ainda menores, como por exemplo, Donthu and Yoo (1998) que analisaram 24 varejistas em três anos, Barros e Alves (2004) com 47 empresas em dois anos de analise, Keh e Chu (2003) que estudaram 13 lojas por dez anos, Sellers e Más (2007a) com uma amostra de 42 varejistas e período de três anos e Gauri (2013) que analisou 50 lojas de supermercados em um ano. Nota-se que na medida em que o período de tempo estudado aumenta, o número de unidades analisadas diminui, devido à dificuldade de obter informações para as mesmas empresas por um período de tempo longo. Desse modo, considera-se que a amostra composta por 85 redes supermercadistas organizadas em um painel balanceado de 10 anos, totalizando 850 observações, seja suficiente para fornecer informações relevantes sobre o setor e sua eficiência. Por outro lado, cabe ponderar que o uso de dados secundários trouxe algumas limitações principalmente na determinação das variáveis que compuseram as funções de produção e de ineficiência, que não necessariamente englobam todos os aspectos necessários para estimação da eficiência técnica dos supermercados.

Ainda com relação à amostra é importante ressaltar que as redes que a compõe podem ser compostas por lojas de um único formato, o que é cada vez mais incomum, ou atuar em diferentes formatos de varejo alimentar, com uma única marca ou várias. Os formatos de varejo alimentar são diversos podendo-se citar entre os mais comuns os supermercados, hipermercados, lojas de vizinhança e atacarejos. Este último tem apresentado crescimento médio acima do obtido pelos formatos tradicionais (supermercados e hipermercados). De acordo o Ranking ABAD/Nielsen 2016, pesquisa realizada anualmente pela Associação Brasileira de Atacadistas e Distribuidores (ABAD) o segmento de atacarejo alcançou um crescimento nominal de 12% entre 2014 e 2015, impulsionado pela abertura de quase 50 novas lojas no País. Esse crescimento é explicado pelas mudanças no comportamento do consumidor, que em períodos de recessão tornam-se mais sensíveis ao preço.

O formato de atacarejo pode ser definido como uma combinação entre o atacado e o supermercado, são lojas que se caracterizam por vender em maiores quantidades, onde o consumidor pode encontrar preços mais baixos e ainda opções como açougue, verduras, frutas, entre outros. As lojas de atacarejo possuem operação simplificada, nível de serviço baixo, tamanho médio e sortimento menor que os hipermercados, semelhante ao modelo de supermercado "*cash&carry*" (pagar e levar), criado na Europa na década de 60 (Bernaardino et al., 2011). Como exemplos de lojas de atacarejo no Brasil, pode-se citar o Atacadão que faz parte do Grupo Carrefour, o Assaí do Grupo Pão de Açúcar e o Maxxi da rede Walmart.

A definição dos componentes da função de produção é um dos principais problemas encontrados pelas análises da eficiência no varejo (Thomas et al., 1998; Keh & Chu, 2003; Gauri, 2013). Seguindo a orientação de Barros e Alves (2004), a escolha das variáveis da análise se deu com base na literatura e na disponibilidade das informações. As variáveis foram divididas em dois grupos conforme apresentado no Quadro 4: o primeiro refere-se às variáveis que compõem a função de produção da firma classificadas em produto (*outputs*) e fatores de produção (*inputs*); o segundo grupo diz respeito as variáveis que não podem ser consideradas como insumos propriamente, no entanto, são capazes de exercer algum efeito sobre a eficiência da firma e por isso, serão consideradas como variáveis independentes da função de ineficiência (eficiência) na abordagem paramétrica (semiparamétrica).

Quadro 4: Variáveis utilizadas para avaliação da eficiência

Objetivo	Tipo de variável	Variável	Descrição da variável	Código Utilizado
Função de Produção	Produto ou Dependente	Faturamento	Vendas brutas em reais	F
	Insumos ou Independentes	Lojas	Número de Lojas	L
		Check-outs	Número de *check-outs*	CK
		Área de Vendas	Área de vendas em m^2	AV
		Empregados	Número de empregados	EM
Função da Ineficiência (Eficiência)	Independentes	Experiência	Idade da rede supermercadista em anos	I
		Poder de mercado	Participação de Mercado	MS
		Fusão & Aquisição	Ocorrência de operações de fusão e aquisição	F&A

Para representar a produção, utilizou-se o faturamento bruto anual, ou vendas brutas, de cada rede supermercadista, variável amplamente usada pela literatura (Donthu & Yoo, 1998;

Thomas et al., 1998; Barros & Alves, 2004; Barros, 2006; De Mateo et al., 2006; Moreno & Carrasco, 2015).

Quanto aos insumos, foram selecionados quatro fatores de produção controláveis pela empresa:

(i) *Lojas:* número de lojas de cada rede de supermercados para representar o fator capital (Yu & Angelo, 2001; Sellers & Mas, 2007a; Ferreira, Venâncio & Abrantes, 2009).

(ii) *Checkouts:* número de *checkouts* ou caixas de todas as lojas de uma rede de supermercados, que representa o capital e a tecnologia investidos (Yu & Angelo, 2001; Barros & Alves, 2004; Souza, Macedo & Ferreira, 2010; Ferreira, Venâncio & Abrantes, 2009).

(iii) *Área de vendas:* área total das redes de supermercados medidas em m^2 representando o capital investido (Yu & Angelo, 2001; Barros & Alves, 2003; De Mateo et al.; 2006; Moreno, 2008; Sellers & Mas, 2009; Moreno & Carrasco, 2015).

(iv) *Empregados:* número total de funcionários da companhia, insumo que representa o fator trabalho para cada rede de supermercado observada (Thomas et al., 1998; Yu & Angelo, 2001; Keh & Chu, 2003; Sellers & Mas, 2007a; Souza, Macedo & Ferreira, 2009; Sellers & Mas, 2009; Gauri, 2013; Moreno & Carrasco, 2015).

Para identificar os fatores que determinam a eficiência técnica de cada empresa e testar as hipóteses da pesquisa foram consideradas algumas variáveis exógenas. Essas variáveis representam a heterogeneidade observada nos modelos, ou seja, características específicas das empresas que podem impactar na eficiência, incluídas na função de ineficiência dos modelos de SFA e na regressão do segundo estágio do médo de DEA em dois estágios, são elas: experiência, poder de mercado e fusão & aquisição.

A variável experiência foi mensurada pela idade da rede desde a sua entrada no mercado (Sellers & Mas, 2009; Assaf et al., 2011; Gauri, 2013; Moreno & Carrasco, 2015). As

informações que possibilitaram a construção dessa variável foram obtidas nos sites companhias que compõem a amostra, em geral na aba “Histórico” onde as empresas apresentam sua trajetória, desde a criação até os dias atuais. Para fins de análise, visto que muitas das empresas estudadas iniciaram suas atividades em ramos diferentes, sendo encontradas, por exemplo, supermercadistas que iniciaram como borracharia ou posto de gasolina, a idade da empresa começou a ser contabilizada apenas quando a mesma começou a comercializar alimentos.

O poder de mercado foi representado pela participação de mercado, obtida pela razão entre o faturamento de uma rede de supermercados e o volume de vendas para todo o setor, ou seja, o *market-share* da firma (Amin & Aguiar, 2006; Barros, 2006; Sellers & Mas, 2009; Stiegert & Kim, 2009). Os valores das vendas totais do setor em cada ano foram obtidos no site de Séries Históricas e Estatísticas do IBGE (2016c).

O terceiro fator determinante mede o impacto da realização de operações de fusões e aquisições sobre a eficiência das supermercadistas. A variável F&A foi construída como uma variável categórica, recebendo o valor 1 caso a empresa tenha realizado alguma operação de fusão ou aquisição em determinado ano do estudo e 0 caso contrário (Perrigot & Barros, 2008; Assaf et al., 2012). Nos casos em que uma mesma empresa realizou mais de uma operação de F&A também foi dado o valor 1. O procedimento foi realizado individualmente para os anos de 2006 a 2015 e as informações sobre as operações foram coletadas nas edições mensais da revista Supermercado Moderno.

3.3 Modelos de Fronteira de Produção

A investigação da eficiência técnica do setor de supermercados brasileiro foi realizada com base em métodos pertencentes às abordagens paramétrica, não paramétrica e semiparamétrica. Após o cálculo de cada modelo, os resultados obtidos são comparados a fim de encontrar um modelo mais consistente e fornecer mais informações a respeito da eficiência e seus determinantes.

3.3.1 Abordagem Paramétrica

A análise paramétrica das fronteiras de produção será realizada em duas etapas independentes. Na primeira, o objetivo é obter uma estimativa "bruta" da eficiência, ou seja, não serão considerados os seus fatores explicativos ou determinantes. Desse modo, os modelos de fronteira estocástica assumirão homocedasticidade e homogeneidade entre as unidades com base no modelo de Battese e Coelli (1992). Em seguida a eficiência será controlada por variáveis indicadas pela literatura como relevantes por meio do modelo desenvolvido por Battese e Coelli (1995), que considera o efeito da heterogeneidade observada por meio da inclusão de variáveis exógenas no termo de erro correspondente a ineficiência da fronteira estocástica.

3.3.1.1. Fronteira estocástica assumindo homogeneidade

Conforme apresentado anteriormente, as funções de produção dos supermercados irão utilizar quatro insumos (L, CK, AV e EM) que representam os fatores capital e trabalho. Para encontrar aquela que melhor representa os dados, serão utilizadas as funções de produção Cobb-Douglas, em sua forma logarítmica, e a função Translog, expressas nas fórmulas (18) e (19) respectivamente:

$$lnF_{it} = \alpha + \beta_1 lnL_{it} + \beta_2 lnCK_{it} + \beta_3 lnAV_{it} + \beta_4 lnEM_{it} + v_{it} - u_{it} \qquad (18)$$

$$lnF_{it} = \alpha + \beta_1 lnL_{it} + \beta_2 lnCK_{it} + \beta_3 lnAV_{it} + \beta_4 lnEM_{it} + \frac{1}{2}\beta_5 (lnL_{it})^2 + \frac{1}{2}\beta_6 (lnCK_{it})^2 + \frac{1}{2}\beta_7 (lnAV_{it})^2 + \frac{1}{2}\beta_8 (lnEM_{it})^2 + \beta_9 (lnL_{it})(lnCK_{it}) + \beta_{10} (lnL_{it})(lnAV_{it}) + \beta_{11} (lnL_{it})(lnEM_{it}) + \beta_{12} (lnAV_{it})(lnCK_{it}) + \beta_{13} (lnAV_{it})(lnEM_{it}) + \beta_{14} (lnCK_{it})(lnEM_{it}) + v_{it} - u_{it} \qquad (19)$$

A metodologia de fronteira estocástica com ineficiência variando no tempo irá calcular uma eficiência por ano e para cada observação. Onde, *i* = 1, 2,..., 85 representa cada rede supermercadista, e *t* = 1, 2, 3, ..., 10 corresponde ao período de 2006 - 2015. O termo de erro

aleatório é assumido como normalmente distribuído com média zero e variância constante, v_{it} ~$N(0, \sigma_v^2)$, e o termo de erro de ineficiência é assumido com uma distribuição unilateral com média μ e variância σ_u^2 constantes. Isso significa que a ineficiência ao longo do tempo e os indivíduos são homogêneos e homocedásticos. Em outras palavras, homogeneidade é a característica de média constante da variável e homoscedasticidade é a característica de variância constante da variável.

A inferência dos parâmetros sob os modelos de fronteira estocástica será baseada em uma estimação de máxima verossimilhança de acordo com a parametrização sugerida por Battese e Coelli (1992), onde σ^2 é a variância do termo de erro composto, dada pela soma das variâncias do erro estatístico e do termo de ineficiência ($\sigma_v^2 + \sigma_u^2 \equiv \sigma^2$); e $\gamma = \sigma_u^2/(\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$ que deve pertencer ao intervalo entre 0 e 1. Se γ = 0, todos os desvios são causados pelo ruído estatístico, se γ = 1 significa que todos os desvios se devem à ineficiência técnica. Assim, a ineficiência técnica para cada empresa individual i será dada por $TE = \exp(-u_i) \in [0,1]$. Seguindo o modelo variante no tempo de Battese e Coelli (1992), $u_{it} = \{\exp[-\eta(t-T)]\}u_i$. Para fins de comparação, também foram estimadas funções de produção invariantes no tempo.

Nesta etapa da análise são estimados quatro modelos de fornteira estocástica com especificações distintas, a saber:

Modelo 1: Função de produção Cobb-Douglas com ineficiência constante.
Modelo 2: Função de produção Cobb-Douglas com ineficiência variante no tempo.
Modelo 3: Função de produção Translog com ineficiência constante.
Modelo 4: Função de produção Translog com ineficiência variante no tempo.

A especificação da função de produção é indispensável para obter uma medida de eficiência adequada por meio da fronteira. Assim, após a estimação das funções de produção, são realizados três testes LR ou teste de Razão de Verossimilhança (LR – *Likelihood Ratio*) com distribuição qui-quadrado. Conforme especificam Lai e Huang (2010) o teste LR testa a hipótese nula de que o vetor de parâmetros de um modelo estatístico satisfaz alguma restrição contra a hipótese alternativa que desconsidera essa restrição. Para realizar o teste, os modelos restrito e não restrito são ajustados por máxima verossimilhança. Esse teste tem sido utilizado

de forma recorrente na literatura para escolher a forma funcional mais apropriada para a fronteira nas abordagens paramétricas.

O primeiro teste LR aplicado nesta pesquisa testa a hipótese nula (H_0) de que não há efeitos de ineficiência técnica *versus* a hipótese alternativa de existência de ineficiência técnica no termo de erro. A lógica desse teste consiste em comparar cada modelo de fronteira estocástica (SFA) estimado com modelos do tipo OLS (*ordinary least squares* ou mínimos quadrados ordinários), que não consideram a ineficiência, ou seja, $u_{it} = 0$. Quando o valor da estatística é maior que o valor crítico ao nível de significância desejado, rejeita-se H_0 e o modelo com ineficiência é justificado. O segundo teste diz respeito à adequação da forma funcional para a função de produção, testa-se a H_0 de que a função de produção com forma funcional Cobb-Douglas é preferível, em outras palavras, a hipótese H_0 supõe que os termos quadrados e cruzados da função de produção são nulos contra a hipótese H_1 de que a forma Translog é mais adequada. O último teste LR é relacionado aos efeitos do tempo na ineficiência, com hipótese nula de que a ineficiência é constante ao longo do tempo versus a hipótese alternativa de ineficiência variante no tempo.

3.3.1.2 Fronteira estocástica com heterogeneidade observada

Na seção anterior, os modelos de fronteira estocástica com dados em painel foram descritos e especificados com fortes restrições de homogeneidade, no entanto, na prática essas restrições limitam o desenvolvimento da técnica de fronteira estocástica ao considerarem que a ineficiência e a tecnologia ao longo do tempo e das unidades são constantes.

De acordo com Greene (2008) quatro tipos de heterogeneidade podem afetar a estimação da fronteira estocástica: (1) a heterogeneidade observada refletida em variáveis independentes que podem ser incluídas na função de produção ou na função dos erros, causando deslocamentos que afetam a função de produção ou a distribuição da ineficiência; (2) heterogeneidade não observada, refletida na forma de efeitos do modelo; (3) heterogeneidade do parâmetro, que capta a variação das empresas nos parâmetros estruturais do modelo e (4) heterogeneidade na função de produção e na ineficiência ao mesmo tempo.

O modelo descrito anteriormente será ajustado para a heterogeneidade observada, ou seja, aquela que pode ser medida. Considerando Z_{it} como um vetor de variáveis exógenas que contém informação de heterogeneidade observada, pode-se introduzir Z_{it} na função de produção, na média da ineficiência ou na variância dos termos de erro (Greene, 2008). Neste trabalho será utilizado o modelo para dados em painel proposto por Battese e Coelli (1995), que incorpora a heterogeneidade observada por meio da inclusão de características específicas das empresas na média da ineficiência, conforme especificado na equação (20):

$$u_{it} = \delta Z_{it} + w_{it} \tag{20}$$

Nesta equação o termo de erro aleatório w_{it} é definido pela truncagem de uma distribuição normal com média zero e variância constante, tal que o ponto de truncagem é $-Z_{it}\delta$, ou seja, $w_{it} \geq -Z_{it}\delta$. Assim u_{it} possui uma distribuição unilateral não negativa com média de $\delta' Z_{it}$ e variância constante, $u_{it} \sim N^{+}(Z_{it}\delta, \sigma_u^2)$. Conforme Battese e Coelli (1995) a eficiência técnica será dada por $TE_{it} = \exp(-u_{it}) = \exp(-Z_{it}\delta - w_{it})$.

Na análise empírica da eficiência dos supermercados, as especificações da função de produção serão as mesmas apresentadas na seção anterior pelas equações (18) e (19), para Cobb-Douglas e Translog respectivamente, no entanto, o termo de ineficiência técnica é definido conforme equação (20) onde as variáveis Z_{it} são substituídas pelas variáveis exógenas definidas na seção 3.2, desse modo pode-se escrever a equação da ineficiência como:

$$u_{it} = \delta_0 + \delta_1 I_{it} + \delta_2 MS_{it} + \delta_3 F\&A_{it} + w_{it} \tag{21}$$

Nestes termos, os δ são parâmetros desconhecidos a serem estimados; I, MS e F&A são as variáveis que representam características específicas dos supermercados da amostra utilizadas para captar a heterogeneidade observada que pode impactar na eficiência; *i* = 1, 2,..., 85 representa cada rede supermercadista; e *t* = 1, 2, 3,..., 10 correspondente ao período de análise (2006 – 2015).

Nesta etapa são estimados dois modelos de fronteira estocástica baseados em Battese e Coelli (1995), a saber:

Modelo 5: Função de produção Cobb-Douglas com ineficiência variante no tempo e variáveis exógenas.
Modelo 6: Função de produção Translog com ineficiência variante no tempo e variáveis exógenas.

Assim como nos modelos descritos na seção anterior, também serão realizados testes LR para adequação da forma funcional da fronteira de produção com heterogeneidade.

3.3.2 Abordagem não paramétrica e semiparamétrica

A análise não paramétrica será realizada por meio de duas metodologias distintas: na primeira os dados são organizados em painel para identificar as variações na eficiência ao longo dos anos, com aplicação da técnica de DEA-Malmquist; e na segunda são utilizados modelos tradicionais de DEA para cada ano separadamente. Em seguida, como parte da abordagem semiparamétrica, a eficiência obtida na segunda etapa é utilizada como variável dependente em um modelo de regressão para encontrar os fatores determinantes da eficiência.

Antes de calcular as eficiências, procurou-se identificar os *outliers* na amostra que poderiam afetar o desempenho dos modelos não paramétricos. Conforme discute Wilson (1995) a natureza determinística das fronteiras no método de análise envoltória de dados faz com que dados discrepantes nas observações sobre as DMUs que dão origem à fronteira distorçam as medidas de eficiência calculadas para as demais DMUs da amostra. Esse problema é similar ao que acontece com os *outliers* nos modelos de regressão linear. Vários autores têm buscado solucionar esse problema dos modelos determinísticos de fronteira por meio da detecção e exclusão das observações influentes ou *outliers* (Andrews & Pregibon, 1978; Simar, 2003; Banker & Chen, 2006).

Andrews e Pregibon (1978) propuseram uma metodologia para detecção de *outliers* que, ao contrário do que era aplicado na época, não requer resíduos de OLS e pode ser aplicada a

modelos de programação linear, porém com a restrição de apenas um *output* no modelo. Wilson (1993) amplia a estatística proposta por Andrews e Pregibon (1978) para múltiplos *outputs* e possibilita a análise tanto por níveis probabilísticos quanto por meio de gráficos. O autor destaca ainda a possiblidade de generalização do método para aplicação em modelos paramétricos. Dada a abrangência da presente pesquisa que inclui modelos paramétricos, não paramétricos e semiparamétrico, adotou-se o método de Wilson (1993, 2010).

O processo desenvolvido por Wilson (1993) consiste em um teste estatístico que verifica a ocorrência de mudanças relevantes na eficiência devido à exclusão de *i* observações da amostra, identificadas como influentes. Não é realizado nenhum teste estatístico que indicque a eliminação dos dados, o pesquisador decide com base no coeficiente $R^{(i)}$ que indica o quanto a eliminação de cada observação irá afetar no resultado, em geral, quanto maior o valor de $R^{(i)}$ maior o impacto. Os autores destacam ainda que as observações discrepantes, quando eficientes, podem alterar a fronteira de produção e mascarar o efeito de outros outliers. Por outro lado, uma observação discrepante fora da fronteira não afeta a eficiência das outras observações, apenas o coeficiente médio de eficiência. Além disso, se a observação é um *outlier* então o seu próprio escore de eficiência pode ser enganoso.

A escolha do ponto de parada para análise dos *outliers* é arbitrária, a critério do pesquisador, no entanto o tamanho de i_{max} deve ser grande o suficiente para permitir resultados mais apurados. Banker e Chang (2006) acreditam que a probabilidade de observações contaminadas nos dados normalmente se situa entre 0% e 10% do número de observações. Desse modo, com base no tamanho da amostra (n = 85) adotou-se $i = 8$ para especificação do modelo em cada ano.

3.3.2.1 Índice de Malmquist

O modelo original de Análise Envoltória de Dados, descrito na seção 2.3.1 e a maioria de suas extensões subsequentes são *cross-sectional*, o que representa uma limitação em termos de medidas de estimação e análise. Para solucionar essa limitação, alguns autores têm utilizado uma abordagem DEA adaptada para dados em painel por meio do Índice de Malmquist e a produtividade total dos fatores (PTF) (Färe et al. 1994; Li, 2009; Hossain et al., 2012).

O índice de Malmquist foi proposto originalmente por Malmquist (1953), que sugeriu comparar o *input* de uma empresa em dois pontos de tempo diferentes em termos de um fator máximo, por meio do qual o *input* em um período pode ser reduzido sem que altere o nível de *output* de outro período de tempo. Färe et al. (1994) demonstrou que o índice de Malmquist pode ser calculado utilizando uma abordagem não paramétrica semelhante a DEA, desde que os dados do painel estejam adequados, nesse tipo de abordagem, também conhecida por DEA-Malmquist, é necessário um painel estritamente balanceado.

De acordo com Hossain et al. (2012), o índice Malmquist em termos de dados de *input* e *output*, nos tempos *t* e *t+1* é denotado pelos conjuntos (x^t, y^t) e (x^{t+1}, y^{t+1}) como:

$$M^t = \left[\left(\frac{D^t(x^{t+1},y^{t+1}}{D^t(x^t,y^t)}\right)\left(\frac{D^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1}}{D^{t+1}(x^t,y^t)}\right)\right]^{1/2} \quad (22)$$

onde a função de distância $D^t(x^t, y^t)= 1/F^t(y^t, x^t \mid C, S)$ é recíproca a eficiência técnica de Farrel (1957) e a proporção do ponto de produção (x, y), o qual é comprimido para um ponto de *input* mínimo ideal.

$X_j = (x_{1j}, x_{2j}, x_{3j},..., x_{mj})$ e $Y_j = (y_{1j}, y_{2j}, y_{3j},..., y_{nj})$ representam os vetores de insumo e produto, respectivamente.

$F^t(y^t, x^t \mid C, S)$ é a eficiência técnica de Farrel e (C, S) é o conjunto de *inputs* na produção.

O índice Malmquist pode ser decomposto na variação de eficiência técnica (VET) e na variação tecnológica (VT) (Hossain et al., 2012), da seguinte maneira:

$$M^t = \frac{D^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{D^t(x^t,y^t)}\left\{\left[\frac{D^t(x^{t+1},y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}\right]\left[\frac{D^t(x^t,y^t)}{D^{t+1}(x^t,y^t}\right]\right\}^{1/2} \quad (23)$$

$$= VET(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) * VT(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) \quad (24)$$

Esta parte da análise não paramétrica será realizada conforme procedimento de Färe et al. (1994) e Hossain et al. (2012), considerando a orientação pelo *input* que busca minimizar os recursos, mantendo-se os valores do produto (*output*) constantes. As variáveis de análise serão

o produto dado pelo faturamento bruto de cada rede supermercadista (F) e quatro insumos (L, CK, AV e EM).

3.3.2.2 DEA em dois estágios

Após o cálculo da produtividade e eficiência com o DEA-Malmquist, procedeu-se com a aplicação de um modelo de DEA em dois estágios para os supermercados brasileiros. No primeiro estágio são calculados dois modelos tradicionais de análise envoltória de dados, o DEA-CRS e o DEA-VRS, cuja modelagem foi apresentada na seção 2.3.1.

Para conhecer e caracterizar o comportamento da tecnologia quanto aos retornos de escala na amostra, aplicou-se o teste RTS (*returns to scale*) de Simar e Wilson (2002) para modelos DEA orientados ao produto. A distância até a fronteira estimada pelos modelos CRS e VRS é usada em um processo de *bootstrapping* para testar o retorno de escala de cada firma individualmente. A hipótese nula testa a presença de retornos constantes de escala (CRS) contra a hipótese alternativa de retornos variáveis de escala (VRS) (Simar & Wilson, 2002; Daraio & Simar, 2007). Por meio desse teste será possível escolher o modelo DEA, dentre os calculados, que fornece as melhores estimativas de eficiência técnica. Em seguida, as estimativas de eficiência do modelo escolhido serão utilizadas na análise semiparamétrica.

As aplicações de DEA que buscam identificar os determinantes da eficiência normalmente utilizam uma segunda etapa com regressão paramétrica dos escores calculados pelo DEA pelas variáveis exógenas que podem exercer alguma influência sobre a eficiência, no presente estudo serão consideradas as variáveis exógenas descritas em 3.2. A forma funcional da regressão no segundo estágio depende da especificidade da variável dependente e também da relação hipotética entre as variáveis exógenas e eficiência. Dado que a eficiência calculada só pode assumir valores entre 0 e 1, é importante assegurar que a análise utilizada para o segundo estágio seja compatível com essa característica.

A análise de regressão que considera variáveis dependentes com um valor limitado é o modelo de regressão censurada, também conhecido como o modelo Tobit, proposto por Tobin (1958), que assume a variável dependente como censurada por um valor limitante,

normalmente 0. Devido a essa especificação a abordagem Tobit tem sido considerada por diversos estudos empíricos sobre eficiência e produtividade como superior ao modelo com OLS no segundo estágio (Banker & Natarajan, 2008; Wooldridge, 2010).)

Tomando como base o modelo descrito por McDonald (2009), a regressão Tobit com dados em painel, utilizada para identificar os determinantes da eficiência dos supermercados brasileiros no segundo estágio, pode ser escrita como:

$$y_{it}^{*} = z_{it}\delta + \varepsilon_{it} \tag{25}$$

Onde, ε_{it}/z_{it} é o termo de erro aleatório, normalmente, identicamente e independentemente distribuídos (*iid*) com média zero e variância σ^2; z_{it} é um vetor de *n* variáveis explicativas aqui utilizadas para representar as características específicas das empresas, são elas, I, MS e F&A ; δ é um vetor de parâmetros desconhecidos que indica a magnitude da relação entre as variáveis explicativas e a eficiência; *i* = 1, 2,..., 85 representa cada rede supermercadista; e *t* = 1, 2, 3,..., 10 correspondente ao período de análise (2006 – 2015).

O processo gerador de dados do segundo estágio do DEA postula que a eficiência observada y_i são os valores censurados de y_i^* , com censura entre 0 e 1, ou seja:

$$\begin{cases} y_i = 0, & se\ y_i^* \leq 0 \\ y_i = 1, & se\ y_i^* \geq 1 \\ y_i = y_i^*, & se\ 0 < y_i^* < 1 \end{cases}$$

O modelo de regressão censurado será estimado por máxima verossimilhança, ou seja, no momento da estimação uma função de verossimilhança é maximizada com relação aos coeficientes e aos logaritmos das variâncias. O método de Newton-Raphson foi utilizado como argumento adicional da otimização. Para detalhes ver Simar e Wilson (2007), Banker e Natarajan (2008) e Henningsen (2016).

3.3.3 Comparação dos Modelos de Fronteira de Produção

Por fim, será realizada uma comparação entre os resultados dos modelos de SFA e os modelos por DEA, com o objetivo de investigar a estabilidade dos resultados a mudanças nos métodos utilizados. Para isso, será utilizado o coeficiente de correlação de Spearman, conforme Giuffrida e Gravelle (2001), Spinks e Hollingsworth (2009) e Varabyova e Schreyögg (2013) para comparar os coeficientes de eficiência técnica fornecidos pelos modelos a partir de seus *rankings*. A correlação de Spearman é um caso especial da correlação de Pearson, nela os dados são convertidos em postos (*rankings*), isso facilita a comparação entre metodologias diferentes. Ambas as medidas assumem valores entre um e menos um. Quanto mais próximo de um ou menos um a correlação estiver, maior é a semelhança entre as duas classificações.

Além da análise de correlação, serão verificadas as estatísticas descritivas e as variações da eficiência quanto às características das empresas, conforme Assaf et al. (2011).

Para realizar cada etapa da análise foram usadas funções básicas ou existentes em pacotes do software R 3.1.0:

- **Abordagem paramétrica:** Os cálculos referentes à análise da fronteira estocástica foram realizados com o auxílio do pacote *frontier* desenvolvido por Coelli e Henningsen (2015). O pacote *frontier* reúne uma série de funções que possibilitaram a estimação das fronteiras estocásticas de produção por máxima verossimilhança, de acordo com o modelo de especificação do componente de erro com eficiências constantes, ou variando no tempo e o modelo com variáveis exógenas influenciando diretamente a ineficiência da firma Battese e Coelli (1995).

- **Abordagem não paramétrica:** Para detecção os outliers utilizou-se a função *ap* presente no pacote *FEAR*, que implementa a rotina para detecção de *outliers* desenvolvida por Wilson (1993) de forma bastante rápida, eliminando a desvantagem computacional (Wilson, 2013). A análise DEA foi realizada com auxílio do pacote *nonparaeff* que contém funções para medir a eficiência e a produtividade das

unidades pelo método de DEA e suas variações, permitindo realizar análise com dados em painel no modelo de DEA-Malmquist (Dong-hyun & Suh, 2015).

- **Abordagem semiparamétrica:** a estimação por máxima verossimilhança dos parâmetros da regressão censurada no segundo estágio do DEA foi realizada com o auxílio do pacote *censReg*. Desenvolvido por Henningsen (2016), o pacote permite a estimação de diversos modelos de regressão censurada tanto para dados em cross-section quanto em painel. Além disso, por meio da função *maxLik* é possível estimar o modelo por máxima verossimilhança com auxílio do algoritmo de *Newton-Raphson*, como foi utilizado nesse trabalho, ou diversos outros.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O presente capítulo subdivide-se em quatro seções com o objetivo de apresentar os resultados obtidos com os métodos descritos no capítulo anterior, além de fornecer uma análise comparativa sobre a eficiência dos supermercados brasileiros. Inicialmente é apresentada uma análise descritiva das variáveis e dados da pesquisa a fim de conhecer melhor o perfil das empresas estudadas. Em seguida, são apresentados os resultados da abordagem paramétrica com os modelos de fronteira de produção estocástica. Na terceira parte, os resultados da abordagem não paramétrica são analisados de acordo com sua particularidade, subdivididos em índice de produtividade de Malmquist e DEA em dois estágios. Por fim, é realizada uma análise comparativa entre os resultados das abordagens paramétrica e não paramétrica.

4.1 Análise descritiva dos dados

Conforme discutido no Capítulo 3, as variáveis foram divididas entre aquelas que compõem a função de produção (faturamento, área de vendas, lojas, *checkout*s e empregados) e aquelas referentes à heterogeneidade observada, ou seja, características específicas das empresas que podem impactar a eficiência e que constituíram a equação de ineficiência dos modelos (experiência, F&A e poder de mercado). Todas as variáveis foram observadas para 85 redes supermercadistas atuantes no Brasil durante o período de 2006 a 2015, o que levou a um total de 850 observações.

Inicialmente foram calculadas algumas estatísticas descritivas para as variáveis empregadas nos modelos, cujos valores são expostos na Tabela 1. Percebe-se a participação de diferentes portes de supermercados compondo a amostra da pesquisa, o que significa que embora se tenha como referência as maiores redes supermercadistas do País, a amostra inclui supermercados com diferentes faixas de faturamento e recursos utilizados. O desvio padrão encontrado em todas as variáveis é bastante elevado. Essa variação é causada principalmente pela diferença entre o tamanho das redes que estão no topo do *ranking* e as demais. Para o ano de 2015, por exemplo, encontraram-se supermercadistas com número de lojas variando de 1 a

927 lojas, com faturamento entre 42,7 bilhões e 105,7 milhões de reais, e número de empregados variando de 324 a 78 mil. Essa diferença significativa no tamanho das empresas estudadas é observada em todos os anos da pesquisa e para todas as variáveis utilizadas, conforme apresenta a Tabela 1.

Tabela 1: Estatísticas descritivas para as variáveis da função de produção (2006-2014)

	L	*AV*	*CK*	*EM*	*F*	*MS*	*I*
				2006			
Média	24,9	55884,4	409,2	3331,9	745176213,8	0,0055	36,6
Mediana	8,0	11040,0	93,0	832,0	122767604,0	0,0009	33,0
Desvio padrão	74,7	198133,5	1341,3	9957,6	2583921991,6	0,0191	16,1
Mínimo	1,0	2100,0	16,0	110,0	19636363,0	0,0001	0,0
Máximo	499,0	1182271,0	9049,0	63000,0	16099151400,0	0,1187	82,0
				2007			
Média	27,7	65210,5	449,8	3836,5	878557879,9	0,0061	37,6
Mediana	8,0	11000,0	91,0	930,0	145930843	0,0010	34,0
Desvio padrão	84,6	238055,8	1476,1	11783,3	3077651736	0,0213	16,1
Mínimo	1,0	2100,0	16,0	125,0	23151467,0	0,0002	1,0
Máximo	533,0	1310718,0	9184,0	67780,0	17786872500,0	0,1231	83,0
				2008			
Média	29,2	66527,3	464,8	4155,3	1040356951,9	0,0065	38,6
Mediana	9,0	11800,0	99,0	1002,0	171508181,6	0,0011	35,0
Desvio padrão	89,1	235875,0	1260,0	12805,0	3695090383,4	0,0232	16,1
Mínimo	1,0	2900,0	28,0	130,0	35923135,6	0,0002	2,0
Máximo	550,0	1359762,0	9431,0	74456,0	22470296409,3	0,1412	84,0
				2009			
Média	32,0	71092,8	481,7	4406,5	1184817817,6	0,0065	39,6
Mediana	9,0	12800,0	115,0	1124,0	202178977,0	0,0011	36,0
Desvio padrão	99,8	251712,4	1576,2	13326,9	4203914985	0,0232	16,1
Mínimo	1,0	3040,0	28,0	190,0	48740060,0	0,0003	3,0
Máximo	611,0	1429414,0	9525,0	79801,0	25622503320,2	0,1416	85,0
				2010			
Média	35,2	76350,7	528,3	5079,9	1349830910,5	0,0066	40,6
Mediana	10	13870,0	116,0	1282,0	236464779,0	0,0012	37,0
Desvio padrão	107,7	267579,1	1675,7	15330,5	4749823963	0,0233	16,1
Mínimo	1,0	3900,0	29,0	200,0	52685804,0	0,0003	4,0
Máximo	654,0	1509186,0	10153,0	86992,0	29000238060,0	0,1422	86,0

Continua

Tabela 1: Estatísticas descritivas para as variáveis da função de produção (2006-2014) (continuação)

	L	*AV*	*CK*	*EM*	*F*	*MS*	*I*
				2011			
Média	31,2	78952,9	529,6	4855,2	1491263572,4	0,0066	41,6
Mediana	11,0	14484,0	123,0	1289,0	273237644,0	0,0012	38,0
Desvio padrão	109,5	263535,7	1567,8	13428,7	5017134497,6	0,0224	16,1
Mínimo	1,0	3900,0	34,0	312,0	59385200,0	0,0003	5,0
Máximo	858,0	1496000,0	9812,0	81504,0	28932226200,0	0,1290	87,0
				2012			
Média	32,7	80643,5	539,6	5019,4	1645716105,3	0,0063	42,6
Mediana	11,0	14840,0	140,0	1317,0	316166256,2	0,0012	39,0
Desvio padrão	95,6	264687,6	1602,4	13468,4	5445702441,0	0,0207	16,1
Mínimo	1,0	3900,0	43,0	323,0	65644267,1	0,0002	6,0
Máximo	676,0	1533191,0	10245,0	82341,0	31479162000,0	0,1197	88,0
				2013			
Média	35,1	85867,1	558,4	5166,8	1859831672,3	0,0062	43,6
Mediana	11,0	14470,0	147,0	1414,0	368483092,0	0,0012	40,0
Desvio padrão	103,8	275593,4	1648,6	13351,4	6018702979,2	0,0201	16,1
Mínimo	1,0	6000,0	42,0	275,0	84767256,0	0,0003	7,0
Máximo	758,0	1576000,0	10899,0	75475,0	34625000000,0	0,1158	89,0
				2014			
Média	37,1	91769,2	578,1	5239,5	2013989955,8	0,0057	44,6
Mediana	12,0	16493,0	160,0	1598,0	418488525,0	0,0012	41,0
Desvio padrão	113,3	299004,2	1715,4	13655,6	6504304676,9	0,0184	16,1
Mínimo	1,0	6000,0	43,0	286,0	96314411,7	0,0003	8,0
Máximo	865,0	1642261,0	11626,0	76354,0	37927868864,0	0,1071	90,0
				2015			
Média	38,0	93678,2	597,1	5312,6	2150858208,8	0,0056	45,6
Mediana	11,0	17178,0	163,0	1534,0	476550000,0	0,0012	42,0
Desvio padrão	116,7	303354,0	1756,3	13913,5	6989962365,7	0,0183	16,1
Mínimo	1,0	3700,0	44,0	324,0	105740364,6	0,0003	9,0
Máximo	927,0	1720000,0	12268,0	78176,0	42701594004,0	0,1119	91,0

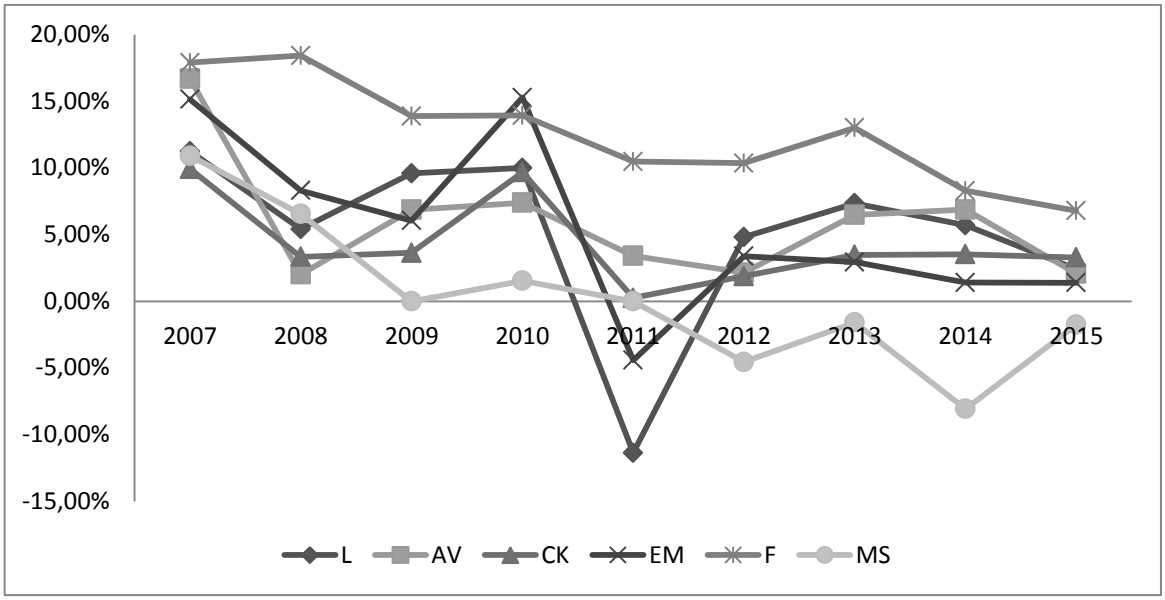
Nota. L = número de lojas; AV= área de vendas em m^2; CK = número de checkouts; EM = número de empregados; F = faturamento em reais; MS = market-share; I = idade em anos. Não foram apresentadas as estatísticas da variável F&A dado que ela só pode assumir os valores 0 ou 1.

Conforme pode ser observado no Gráfico 1, as maiores variações positivas nas variáveis ocorreram em 2007, quando o faturamento da amostra (F), por exemplo, cresceu 18%. Após esse período verificam-se variações menores com alguns picos ao longo dos anos. Em 2011 acontece a queda mais acentuada no número de lojas (L) e no número de empregados (EM), - 11,4% e - 4,4% respectivamente. Mesmo com essa queda, de modo geral, as variáveis

obtiveram mudanças positivas ao longo do tempo, com exceção do *market-share* (MS) que apresentou variações negativas consecutivas a partir de 2011.

O faturamento das empresas estudadas aumentou ao longo dos anos com crescimento médio de 12,5% no período de 2007 a 2015, maior que o crescimento médio das demais variáveis que ficou em torno de 5%. A partir desta observação pode-se inferir, de forma bastante simples, que a eficiência das supermercadistas que compõem a amostra aumentou ao longo dos anos, dado que conseguiram aumentar seu produto, representado pelo faturamento bruto, em uma proporção maior que o aumento observado nos fatores de produção (CK, L, EM e AV). Essa observação pode estar associada ainda ao conceito de retornos de escala, pois conforme definem Coelli et al. (2005) uma empresa ou setor obtém retornos crescentes de escala, quando alcança um aumento mais do que proporcional no nível de produto como resultado de um aumento nos fatores de produção.

Analisando as variáveis que compõem a função de ineficiência, percebe-se que as supermercadistas estudadas possuem em média 40 anos de atuação no mercado de varejo alimentício, sendo encontradas empresas com mais de 80 anos. Essa média de permanência no mercado é bastante elevada em comparação aos demais setores da economia. De acordo com o último Censo das Empresas Brasileiras publicado pelo Instituto Brasileiro de Planejamento Tributário - IBPT (2012), as empresas no Brasil possuem em média 8,7 anos, sendo que 13,78% se situam na faixa inicial de até 1 ano, 11,71% de 1 a 2 anos, e apenas 1,45% dos empreendimentos situam-se na faixa de 30 a 40 anos de existência. Para o setor classificado como comércio, a pesquisa Demografia das Empresas publicada pelo IBGE (2013) mostra que a idade média é de 10,9 anos.



Os valores para o faturamento referem-se à variação nominal, ou seja, sem considerar a inflação no período.

Gráfico 1: Evolução das variáveis estudadas (2006 – 2015)

No momento da coleta dos dados, identificou-se que muitas redes da amostra iniciaram como empreendimento familiar no formato de mercearias ou pequenos comércios de secos e molhados, e com o passar dos anos foram evoluindo para formatos cada vez mais modernos de varejo alimentar acompanhando o desenvolvimento do setor no País. Um exemplo de empresa que acompanhou essa evolução é a Companhia Zaffari Comércio e Indústria, ou Grupo Zaffari, que começou sua história com a abertura de um armazém de secos e molhados no ano de 1935 em Erechim – RS. Nos anos 50 já possuía algumas filiais em localidades vizinhas e em 1965 inaugura sua primeira loja de autosserviço. Nos anos 70, com a bandeira de Zaffari Ipiranga, o grupo inova no conceito de autosserviço da época com uma loja de grandes dimensões em Porto Alegre, que incluía seções especiais como importados, livros, entre outras. Ainda na década de 70 a rede inaugura suas primeiras lojas no formato de hipermercado (Grupo Zaffari, 2016). Atualmente o Grupo Zaffari possui 34 lojas e detém a posição de 7ª maior rede de supermercados do País segundo o Ranking SM (2016), sendo a 6ª maior da amostra utilizada neste trabalho.

A segunda variável da função de ineficiência diz respeito às fusões e aquisições (F&A) realizadas dentro do período de análise (2006-2015) e possui uma relação estreita com a evolução do setor nas últimas décadas. De acordo com Santos e Gimenez (2002), a intensificação do número de F&A no setor supermercadista brasileiro se deu a partir de1997,

guiada pela internacionalização do varejo, com o início dos investimentos de empresas multinacionais no Brasil, e também pela resposta de companhias que já atuavam no mercado nacional, e começaram a adquirir empresas menores para aumentar suas participações no mercado.

Amim e Aguiar (2006) enxergam a realização de F&A como a maior estratégia adotada no setor de varejo brasileiro e o elemento mais importante para explicar as mudanças estruturais ocorridas no setor de supermercados. Os autores ressaltam ainda que o aumento mais substancial na concentração do segmento que ocorreu no período de 1997 a 1999, quando as cinco maiores aumentaram sua participação de 27% para 39%, só foi possível graças ao intenso processo de fusões e aquisições que ocorria na época.

Com relação ao período estudado por este trabalho, a pesquisa Fusões e Aquisições da KPMG (2016) indica que foram realizadas 37 operações de F&A de 2006 até 2015 em todo o segmento de supermercados brasileiros. No entanto, para as empresas que compõem a amostra foram identificadas apenas 15 operações relevantes no período, cujas descrições estão apresentadas no Quadro 5. É importante destacar que na ocorrência de mais de uma operação de F&A por uma mesma companhia em determinado ano, contabilizou-se apenas uma, dado o caráter binário da variável (1 se ocorreu alguma operação de F&A no ano e 0 caso contrário).

Quadro 5: Principais Fusões e Aquisições realizadas pelas redes da amostra (2006 – 2015)

Ano	Grupo	Operação
2006	Walmart	Consolidação das operações da Sonae, comprada em dezembro de 2005.
2007	Carrefour	Compra a rede Atacadão e retoma a liderança do segmento.
	Pão de Açúcar	Forma uma *joint-venture* com a rede paulista de atacarejo Assai.
	Cencosud	Compra a rede GBarbosa.
	Cencosud	Compra a rede Mercantil Rodrigues.
2008	Savegnago	Compra a rede se supermercados Gimenes.
2009	Irmãos Muffato	Compra a rede atacadista Fatão
2009	Pão de Açúcar	Compra a rede de móveis e eletrodomésticos Ponto Frio.
	Pão de Açúcar	Adquire o controle das Casas Bahia.
	Carrefour	Aquisição de 10 lojas da rede de supermercados Gimenes
2010	Cencosud	Compra o grupo Super Família
	Cencosud	Compra a rede de lojas de alimentos Perini
2011	Cencosud	Compra a rede Bretas, quinta maior rede de supermercados do Brasil.
	Cencosud	Compra rede de supermercados Prezunic
2012	-	-
2013	-	-
2014	-	-
2015	Asun	Compra 10 lojas do Walmart

O Grupo Pão de Açúcar, o Carrefour e o Cencosud foram os responsáveis pelas principais operações de F&A identificadas na amostra, dando prosseguimento aos seus processos de consolidação no mercado brasileiro. A história do Grupo Pão de Açúcar (GPA) começa em 1948 com a abertura de uma doceira em São Paulo, seu primeiro supermercado só foi inaugurado em 1959 quando na época o sistema de autosserviço começava a ser adotado no País. Logo a marca se expandiu para outras cidades e países não só com os supermercados e hipermercados, mas também com a aquisição de varejistas dos mais diversos segmentos. Na década de 80 é criada a Companhia Brasileira de Distribuição a partir da fusão de todas as lojas da rede. As aquisições por parte da companhia se intensificaram ainda mais no período pós-plano real, focando principalmente em supermercados de bairro e regionais (Grupo Pão de Açúcar, 2016).

No ano de 2009 o GPA adquiriu duas das mais tradicionais redes varejistas de móveis e eletroeletrônicos do País, o Ponto Frio e as Casas Bahia, que juntas viriam a se tornar a companhia Via Varejo, em 2012. Na época, essa fusão foi considerada como crítica sob o ponto de vista competitivo por se tratarem de dois grupos com forte influência no mercado tanto no âmbito nacional quanto local, além de diversos fatores estruturais que agem como barreiras à entrada de concorrentes potenciais. A Via Varejo possui um considerável poder de compra e, assim, um consistente poder de negociação. Ela pode negociar preços vantajosos e como consequência oferecer os seus produtos a um preço que poderia inibir outros distribuidores do mercado. Outras vantagens identificadas referem-se ao amplo acesso a crédito e disponibilidade de recursos para investir em campanhas publicitárias (OECD, 2014).

Atualmente, o Grupo Pão de Açúcar ou Companhia Brasileira de Distribuição, é o maior varejista do País, segundo levantamento do Instituto Brasileiro de Executivos de Varejo e Mercado de Consumo - IBEVAR (2016), com faturamento de 76,9 bilhões de reais em 2015, quando somadas as vendas das redes de varejo alimentar do grupo (Extra, Pão de Açúcar e Assaí) com as vendas de sua controlada de móveis e eletrodomésticos Via Varejo (Casas Bahia e Ponto Frio). Quando considerado apenas o faturamento das redes de varejo de alimentos, objeto deste trabalho, o GPA vem alternando a primeira posição com o Carrefour nos últimos anos. No ano de 2015, por exemplo, de acordo com o *ranking* divulgado pela revista Supermercado Moderno (2016), o Carrefour esteve na liderança do setor

supermercadista com faturamento de 42,7 bilhões contra um faturamento de 40,2 bilhões do Grupo Pão de Açúcar.

O Carrefour é uma companhia de origem francesa, presente em diversos países do mundo, que chegou ao Brasil em 1975 orientada para oferta de itens com preços reduzidos em relação à concorrência com base em operações denominadas hipermercados, isto é, lojas amplas organizadas em diversas seções com ampla variedade de produtos. A expansão do Carrefour inicialmente com base nos hipermercados, logo ganhou novos formatos visando alcançar públicos diferentes, como o lançamento das lojas de proximidade com a bandeira Carrefour Bairro e a aquisição da rede Atacadão no formato de atacarejo.

O Grupo Ceconsud, por sua vez, é um dos principais varejistas latino-americano. De origem chilena, o grupo ingressou no mercado brasileiro em 2007 e a partir de então iniciou um rápido crescimento movido à compra de várias redes de varejo. Em um curto período de tempo o grupo Cencosud se posicionou como a quarta maior rede no Brasil, graças à aquisição das bandeiras GBarbosa, Mercantil Rodrigues, Perini, Bretas e Prezunic que contam atualmente com mais de 200 lojas distribuídas em oito estados (Alagoas, Bahia, Ceará, Goiás, Minas Gerais, Pernambuco, Rio de Janeiro e Sergipe).

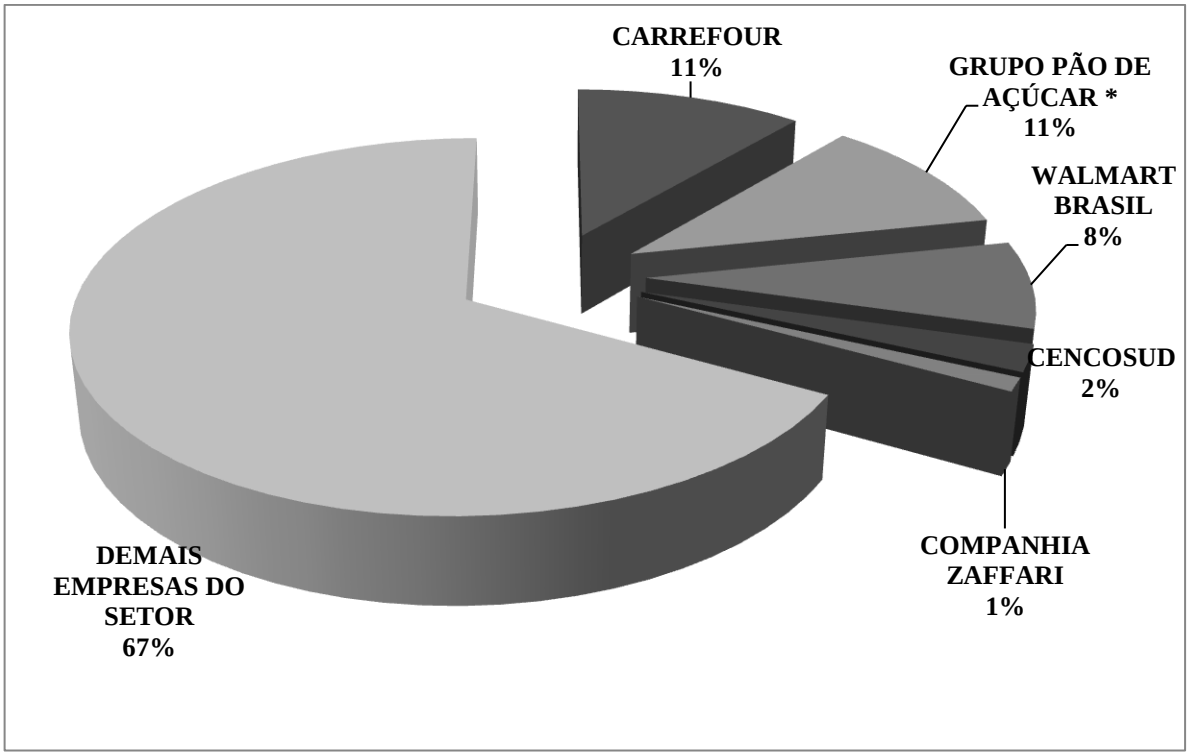
Apesar do Walmart não ter de fato realizado nenhuma operação de F&A no período estudado (2006-2015), é interessante destacar algumas operações realizadas um pouco antes do início da série em questão e que podem assim exercer efeitos sobre os resultados. O Walmart tem origem norte-americana e chegou ao Brasil em 1995 atuando principalmente com hipermercados e supermercados. O início de sua expansão se deu em 2004, com a aquisição do Bompreço, rede nordestina que somava 118 lojas entre supermercados, hipermercados e magazines. Logo em seguida, no ano de 2005, o Walmart anunciou a aquisição das operações do grupo português Sonae no Brasil que possuía 140 lojas. Na época esta operação dobrou a penetração da norte-americana no mercado brasileiro fornecendo o poder de escala necessário para competir com os gigantes do setor.

Conforme pode ser percebido, as operações de F&A identificadas para a amostra possuem características semelhantes quanto ao perfil das redes que foram compradas. De modo geral,

essas redes eram líderes regionais em seus estados, com faturamento elevado e reconhecidas pelos consumidores, como o supermercado Bompreço, no Nordeste, adquirido pelo Walmart e a rede Bretas, líder em Minas Gerais, adquirida pelo Cencosud. Além disso, as aquisições tornaram-se uma opção para atuar em formatos em ascensão como atacarejos e lojas de desconto, nesse sentido podem-se destacar o Assaí e o Atacadão, adquiridos pelo Pão de Açúcar e Carrefour, respectivamente.

Este estudo utilizou ainda o *market-share* como uma *proxy* para o poder de mercado a fim de identificar sua relação com a eficiência da firma (Barros, 2006; Sellers & Mas, 2009). A evolução dessa variável no período estudado é apresentada no Gráfico 1, no qual percebe-se um movimento de queda no *market-share* médio da amostra a partir do ano de 2007, indicando uma diminuição da concentração de mercado entre as empresas da amostra ao longo do tempo. Esse movimento pode ser explicado pela mudança no comportamento do consumidor que passou a buscar lojas de vizinhança devido à sua praticidade e à inflação relativamente controlada que permite realizar pequenas compras com maior frequência. De acordo com a Associação Brasileira de Supermercados (Abras), em 2014, redes consideradas de pequeno porte, que têm de um a quatro *check-outs*, conseguiram um crescimento de 1,2% de seu volume de venda, frente à queda de 3% das operações daquelas com cinco a nove *check-outs*, e de 1,7% das lojas que possuem mais de 20 caixas.

Apesar do crescimento dos pequenos e médios, as grandes redes continuam dominando boa parte do mercado, em grande parte, graças à capacidade de adaptação às mudanças do mercado e presença em diferentes formatos. Juntas, as cinco maiores redes da amostra representavam 33% do faturamento total do segmento supermercadista brasileiro em 2015. Sendo que as três maiores redes concentram a maior parte desse percentual, conforme pode ser visto no Gráfico 2, que apresenta o *market-share* das cinco maiores redes supermercadistas presentes na amostra para o ano de 2015.



*As operações da Viavarejo não foram consideradas.

Gráfico 2: Market-share das maiores redes de supermercados (2015)

As detentoras das três maiores fatias e líderes do segmento supermercadista apresentaram participações de mercado semelhantes ao longo período estudado, conforme pode ser observado no Gráfico 3. O Carrefour foi o que apresentou maior variação passando de 9,52% em 2006 para 14,12% em 2008, ultrapassando o Grupo Pão de Açúcar em 2007. Esse movimento pode ser explicado, em parte, pelo número de aquisições realizadas pela companhia nesse período, como parte de seu processo de expansão e consolidação no mercado brasileiro.

O Pão de Açúcar, por sua vez, apresentou pouca variação no *market-share* ao longo dos anos, mantendo-se entre 13% e 11% durante todo o período verificado. Percebe-se, porém, um leve movimento de queda iniciado em 2011. Esse movimento decrescente também é percebido no Walmart que vai de 10,46% em 2011 para 7,68% em 2015, porcentagem menor que a verificada no início da série (9,52%).

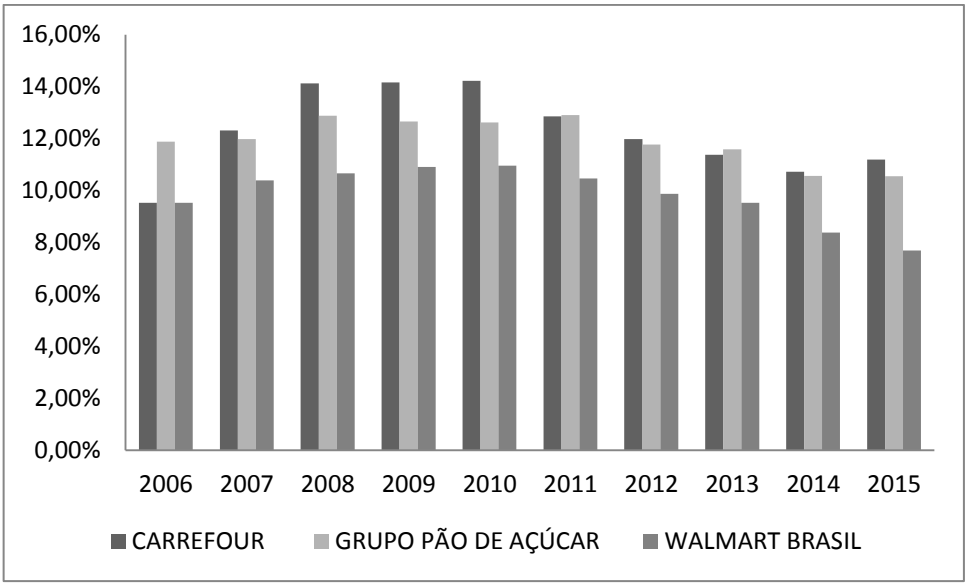


Gráfico 3: Market-share das três maiores redes de supermercados (2006-2014)

Com a diminuição da concentração entre as três maiores redes percebe-se o acirramento da "rivalidade" entre elas, principalmente entre o Grupo Pão de Açúcar e o Carrefour. Esse ponto é interessante, pois, conforme coloca Amim e Aguiar (2006) uma estrutura de mercado mais concentrada oferece mais oportunidade para que as firmas exerçam o poder de mercado, enquanto que um aumento da rivalidade entre empresas de um mesmo setor pode impedir a manifestação do poder de mercado.

Quando comparado a outros países ao redor do mundo, o setor supermercadista no Brasil não pode ser considerado como um mercado concentrado. Nos Estados Unidos, por exemplo, a participação das cinco maiores companhias do varejo alimentar em 2014 correspondia a 55,5%. O Walmart sozinho representa 24,5% do mercado norte-americano de varejo alimentar. Em países europeus o nível de concentração é ainda maior, as cinco maiores companhias possuem juntas em torno de 70% a 80% do mercado dependendo do país (OECD, 2014). Concentração semelhante é encontrada em diversos países da América Latina, como Chile, Peru e México que possuem índice de concentração acima de 90% para as quatro maiores redes supermercadistas em cada país (OECD, 2015).

Para obter mais informações acerca do nível de concorrência e da estrutura de mercado do setor de supermercados brasileiro, calculou-se ainda o índice Herfindahl-Hirschman (HH). Esse índice utiliza a soma dos quadrados do *market-share* das empresas do setor por ano e

pode assumir valores entre 0 e 1. Quanto mais próximo de 1 maior é a concentração do mercado. De acordo com Besanko et al. (2013) a visão econômica classifica o mercado como perfeitamente competitivo quando o índice HH está entre 0 e 0,20; como competição monopolística quando o índice está entre 0,20 e 0,40;no intervalo 0,40-0,70 como oligopólio e por fim, o mercado de monopólio quando o índice HH está entre 0,70 e 1. O Gráfico 4 apresenta a evolução do índice HH no período de 2006 a 2015 para as companhias da amostra em relação ao setor supermercadista como um todo.

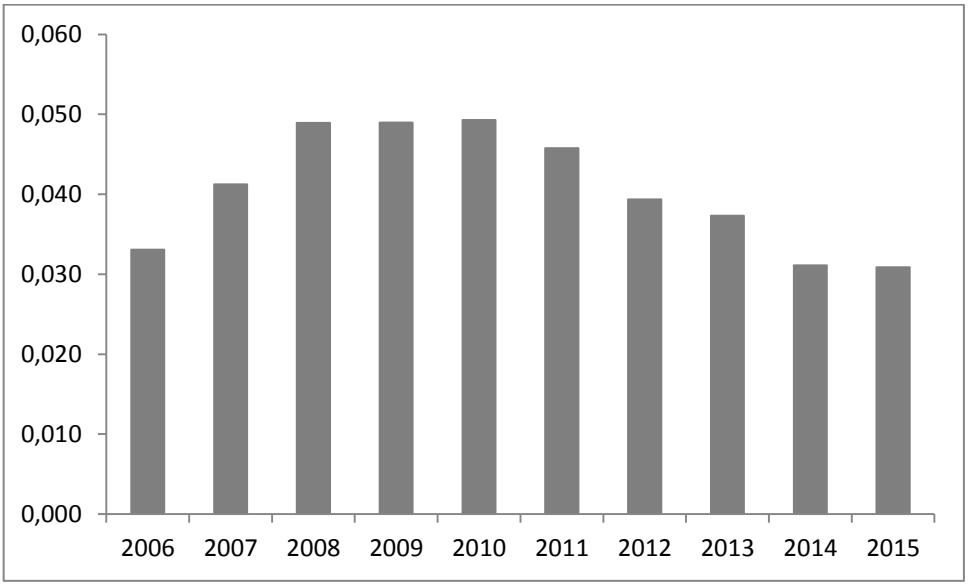


Gráfico 4: Evolução do índice de concentração HH (2006-2015)

Conforme pode ser observado, o setor supermercadista brasileiro caracteriza-se como um mercado de concorrência perfeita, com todos os valores do índice pertencentes ao intervalo 0-0,20, sendo que o maior valor encontrado para o HH foi de 4,93% no ano de 2010. Além disso, percebe-se que a concentração do setor, de acordo com o índice HH, apresenta uma trajetória quase que constante durante o período estudado com um leve crescimento de 2006 até 2010. Esse movimento pode ser explicado pelo aumento da participação das grandes redes que ampliavam seu alcance adquirindo novas lojas. Contudo, é importante destacar que o índice HH aqui calculado apresenta apenas uma estimativa aproximada da verdadeira concentração do setor supermercadista, visto que não foram utilizados na medida todos os supermercados existentes no país e sim as 85 redes que compõem a amostra e representam mais de 50% do setor em termos de faturamento bruto.

4.2 Resultados da Abordagem Paramétrica

Com a abordagem paramétrica, a estimação se deu em duas etapas distintas conforme descrito no Capítulo 3. Primeiro foram estimados os modelos de fronteira estocástica com dados em painel para as variáveis da fronteira de produção "bruta" (sem heterogeneidade), a fim de obter uma estimativa preliminar da eficiência do setor. Enquanto que a segunda etapa consistiu na estimação dos modelos de fronteira estocástica, incluindo as variáveis de heterogeneidade observada, com o objetivo de conseguir maior explicação sobre as ineficiências das empresas em cada período de tempo e os parâmetros finais do modelo.

Em ambas as etapas, utilizou-se as especificações Cobb-Douglas e Translog para as funções de produção e estimação por máxima verossimilhança para obtenção dos parâmetros, com distribuição *half normal* para o termo de ineficiência. Os resultados de cada um dos modelos foram comparados de acordo com três aspectos: formas funcionais, estimação dos parâmetros e estimação da ineficiência. Em todas as análises assumiu-se o nível de significância estatística de 5%.

4.2.1 Análise das funções de produção sem heterogeneidade

Ao estimar os modelos de fronteira estocástica foram identificadas duas inconsistências que poderiam afetar a validade e a confiabilidade dos resultados. A primeira delas está relacionada ao não atendimento da propriedade do método de máxima verossimilhança que requer que a matriz de covariâncias das estimativas seja invertível. Os resultados retornaram que a matriz de covariância dos coeficientes estimados não é positiva semidefinida ou invertível por quaisquer outros motivos. Vários são os fatores que podem afetar a matriz de covariâncias, Wothke (1993) destaca alguns dos mais comuns: (i) dependência linear ou colinearidade, (ii) pouca informação fornecida pelos dados; (iii) excesso de parâmetros no modelo; (iv) modelo mal especificado.

A segunda inconsistência diz respeito ao parâmetro γ, que mede o nível de ineficiência do modelo, ter apresentado um valor muito próximo de 1 o que causa problemas de convergência

do estimador de máxima verossimilhança e indica uma possível má especificação dos modelos. Em outras palavras, o elevado valor encontrado para o γ significa que todos os desvios da fronteira são criados pela ineficiência, ou seja, não existiria o segundo termo de erro que inclui o ruído estatístico e assim não justificaria a aplicação de modelos de SFA, sendo mais indicada uma análise não paramétrica. Os causadores desse problema podem ser vários, desde a definição das variáveis explicativas até as distribuições do verdadeiro termo de ineficiência e do verdadeiro erro estatístico.

Para investigar o que poderia estar causando tais inconsistências na estimação, buscou-se primeiramente verificar a existência de dependência linear entre as variáveis que compõem a função de produção por meio do cálculo da matriz de correlação. A Figura 5 mostra graficamente a correlação existente entre as variáveis. Pode-se notar que as variáveis da função de produção são fortemente correlacionadas, dado o elevado agrupamento de pontos observado para a maioria das variáveis, enquanto que a inclinação à direita dos pontos indica que a correlação é positiva. Esses resultados indicam, de forma intuitiva, a presença de multicolinearidade, isto é, combinações lineares entre as variáveis explicativas que aumentam os desvios padrões de cada coeficiente. Dito de outra forma, significa que há variáveis com o mesmo conteúdo informacional.

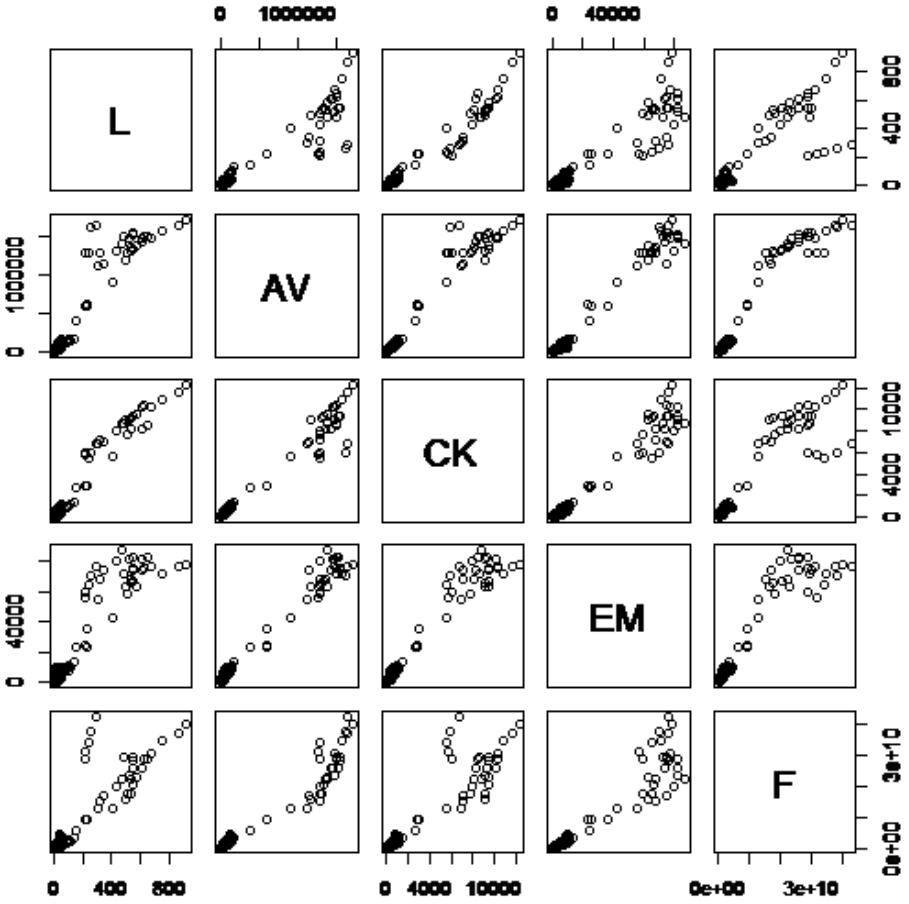


Figura 5: Correlação entre as variáveis da função de produção

Um dos métodos formais para identificação da intensidade da multicolinearidade é o cálculo do Fator de Inflação da Variância - VIF (*Variance Inflation Fator*), este indicador mostra como a multicolinearidade aumenta a instabilidade dos coeficientes estimados, ou seja, "infla" as variâncias dos coeficientes. O VIF pode ser calculado como:

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2}$$

Onde R_j^2 é o coeficiente de determinação da regressão de X_j sobre as outras variáveis explicativas. De acordo com Fávero et al. (2009) quando o VIF > 10, assume-se que existe alta colinearidade nas variáveis. Conforme exposto na Tabela 2, os valores de VIF

encontrados para as variáveis da função de produção foram extremamente elevados, confirmando a presença de alta multicolinearidade.

Tabela 2: Valores de VIF

Variáveis	VIF
F	26,16032
L	38,72039
AV	144,97127
CK	139,95693
EM	67,06625

De acordo com Ceretta e Scherer (2003), as relações entre essas variáveis são bastante compreensíveis sob o ponto de vista econômico, dado que é esperado que os supermercados com um grande número de *check-outs* também tenham muitos empregados, uma extensa área de vendas e maior número de lojas, sendo essas variáveis uma consequência direta do elevado número de clientes que leva a um maior volume de vendas brutas (faturamento). Entretanto, a alta multicolinearidade entre as variáveis pode afetar a confiabilidade dos modelos, prejudicando as análises. Conforme explicam Kumbhakar e Lovell (2000), a existência de multicolinearidade entre as variáveis independentes dos modelos de fronteira estocástica pode levar a estimativas imprecisas dos parâmetros do modelo e até mesmo dos dois componentes de erro.

Quando confirmada a presença de multicolinearidade, Greene (2003) sugere duas formas de abordar o problema: não fazer nada, ou incorporar informações adicionais na análise. Devido a não disponibilidade de informações adicionais sobre a amostra que possibilitassem a substituição das variáveis da função, optou-se por construir novas variáveis conforme realizado por Ceretta e Scherer (2003) por meio da divisão de cada uma delas pelo número de lojas (faturamento/lojas, área de vendas/lojas, *check-outs*/lojas, empregados/lojas).

Recalculou-se, então, o VIF com as variáveis modificadas e foi possível perceber uma melhora significativa em todos os indicadores: *F/L* (8,006), *AV/L* (4,528), *CK/L* (11,455) e *EM/L* (9,505). Apenas a variável razão *CK/L* continuou com um VIF acima de 10, no entanto, optou-se por sua manutenção nos modelos devido ao fato do número de *check-outs* ser uma variável frequentemente utilizada pela literatura que pode se mostrar como importante na função de produção dos supermercados (Ferreira, Venâncio & Abrantes, 2009; Gauri, 2013).

As equações 18 e 19, que haviam sido definidas anteriormente, passaram a ter apenas três insumos: checkouts/lojas, área de vendas/lojas e empregados/lojas – os códigos utilizados não foram alterados, a saber: CK, AV e EM, respectivamente. A fim de manter a comparabilidade dos resultados, as novas variáveis, ponderadas pelo número de lojas, foram utilizadas tanto nos modelos da abordagem paramétrica quanto nos métodos não paramétricos.

Outro ponto que merece destaque antes de iniciar a análise dos modelos é a questão dos *outliers*. Conforme discutido anteriormente, os modelos de fronteira estocástica com estimação por máxima verossimilhança não são sensíveis a *outliers*, sendo esta inclusive uma das vantagens sobre os métodos não paramétricos. Por outro lado, os modelos de fronteira de eficiência baseados em DEA são muito afetados com a presença de *outliers*, o que pode levar a erros de mensuração da eficiência. Desse modo, dada a necessidade de um único conjunto de observações que permitam a comparabilidade entre os resultados dos diferentes métodos, antes de iniciar as análises realizou-se a detecção dos *outliers* para cada ano de acordo com o método não paramétrico de Wilson (1993, 2010).

Discutido na seção 3.3, o método desenvolvido por Wilson (1993) consiste em um teste estatístico que checa a ocorrência de mudanças relevantes na eficiência devido à exclusão de *i* observações da amostra identificadas como discrepantes. Considerando que o valor de *i* irá determinar a quantidade de *outliers*, considerou-se $i = 8$ um tamanho aceitável para uma amostra com 85 observações, pois conforme relatam Banker e Chang (2006), de modo geral, a probabilidade de observações contaminadas nos dados é de 0% a 10%. A Tabela 3 apresenta a matriz de *outliers* para a amostra no ano de 2015.

Tabela 3: Matriz de *outliers* para o ano de 2015

i	**Observações**								$\mathbf{R^{(i)}_{min}}$
1	83								0,289649859
2	26	83							0,130331054
3	65	26	83						0,068665013
4	65	57	26	83					0,037465649
5	64	65	57	26	83				0,019351344
6	8	64	65	57	26	83			0,011655756
7	32	8	64	65	57	26	83		0,007599573
8	36	32	8	64	65	57	26	83	0,005308689

As linhas da Tabela 3 mostram quais observações a serem excluídas dão o mínimo valor de $R^{(i)}$. Assim, a primeira linha, i = 1, mostra que excluindo a observação 83 do conjunto de dados resultará em um valor de $R^{(1)}$ em 0,2896 e este valor é o mínimo valor de R quando apenas uma observação é excluída da amostra. A segunda linha, i = 2, mostra que excluindo as empresas 26 e 83 simultaneamente obtém-se um $R^{(2)}$ no valor de 0,1303. O mesmo entendimento é válido para as demais linhas da tabela. Analisando o Gráfico 5 observam-se dois pontos mais elevados que correspondem a i = 1, 5 com $R^{(1)}$ = 0,2896 e $R^{(5)}$ = 0,01935, respectivamente, esses pontos identificam seis observações como *outliers*: 83, 64, 65, 57 e 26 conforme Tabela 3.

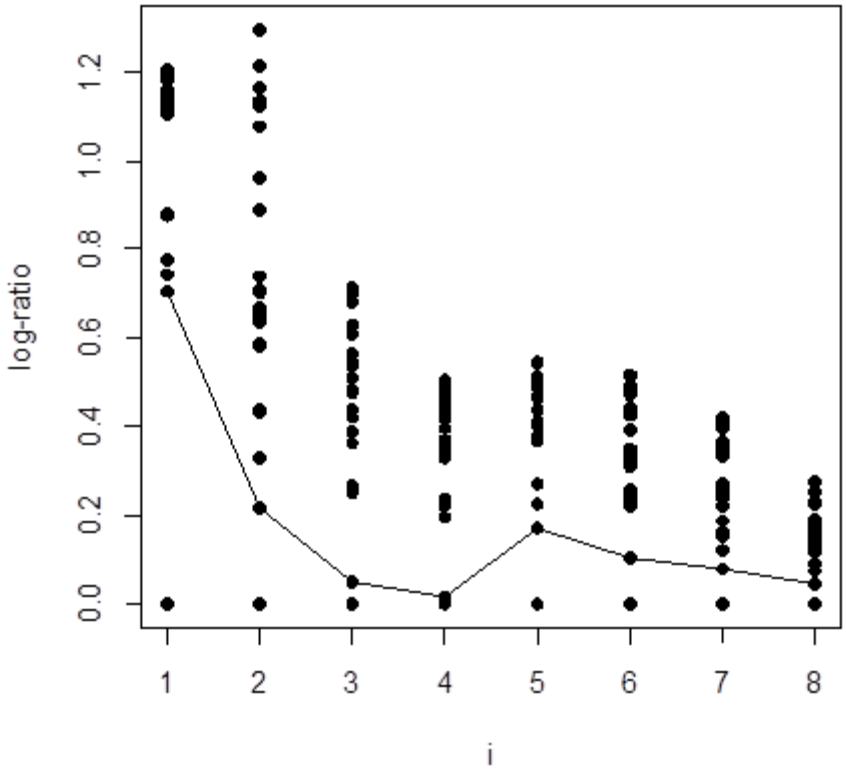


Gráfico 5: Log –ratio para o ano de 2015.

O mesmo procedimento e critério de detecção de *outliers* foram utilizados para cada ano da análise, as matrizes e os gráficos para cada um deles estão no Apêndice 2. O Quadro 6 resume as observações identificadas como discrepantes para cada ano. Os anos de 2006 e 2013 foram os que apresentaram um maior número de observações discrepantes, com sete *outliers* cada. Duas redes foram identificadas como discrepantes em todos os anos, são elas, Formosa Supermercados e Andorinha Supermercados.

Quadro 6: *Outliers* identificados na amostra no período 2006-2015

Ano	*Outliers*	Ano	*Outliers*
2006	22, 32, 26, 65, 64, 83 e 57.	**2011**	26, 32, 8, 57 e 83.
2007	65, 32, 26, 57 e 83.	**2012**	26, 32, 65, 57, 8 e 83.
2008	65, 32, 26, 57 e 83.	**2013**	32, 65, 8, 26, 57, 64 e 83.
2009	32, 65, 26, 64, 83 e 57.	**2014**	65, 26, 8, 64 e 83.
2010	65, 32, 64, 57, 26 e 83.	**2015**	83, 64, 65, 57 e 26.

Nota. As observações de cada ano seguem a mesma ordem, portanto, a observação 26 identificada como *outlier* no ano de 2008 corresponde à mesma empresa no ano de 2009. Desse modo, 8 = Carrefour; 22 = D'Avó Supermercados; 26 = Formosa Supermercados; 32 = Líder Comércio e Indústria; 57 = Supermercado Moreira; 64 = Com. De Secos e Molhados Dal Pozzo; 65 = Organização Verdemar; 83 = Andorinha Supermercados.

Como critério de exclusão, optou-se por eliminar as duas redes identificadas como *outliers* em todos os anos dada à necessidade de um painel balanceado para a análise por meio do índice de Malmquist, são elas: 26 (Formosa Supermercados) e 83 (Andorinha Supermercados). Após a detecção e exclusão dos *outliers*, realizou-se uma comparação entre os resultados do DEA-Malmquist com e sem *outliers*, na qual foi possível verificar que além do Formosa Supermercados e do Andorinha Supermercados, a observação 65 (Organização Verdemar) também alterava a fronteira eficiente com sua presença. Com isso, optou-se pela exclusão das três DMUs da amostra nos dez anos, obtendo um painel balanceado final com 820 observações.

Após as alterações nas variáveis e exclusão dos *outliers*, procedeu-se com as estimações das fronteiras por máxima verossimilhança. Os resultados estimados para os modelos com função de produção "bruta" (sem heterogeneidade) para as especificações Coob-Douglas e Translog, com e sem efeito do tempo (modelos 1, 2, 3 e 4) são apresentados na Tabela 4. A ineficiência da função de produção é calculada pelo termo de erro. O termo de erro composto de um modelo de fronteira estocástica é definido como $\gamma = \sigma_u^2/(\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$ uma medida do nível de ineficiência, que deve pertencer ao intervalo entre 0 e 1. Conforme pode ser observado na Tabela 4, γ é estatisticamente significante e diferente de zero para todos os modelos, comprovando a presença de ineficiência técnica. O seu valor elevado no Modelo 4 (0,6447) significa que mais da metade da variação na composição do termo de erro deve-se ao componente de ineficiência. Outro parâmetro que merece destaque é o coeficiente positivo de

t, nos modelos 2 e 4, sugerindo que a eficiência de produção das redes supermercadistas tende a aumentar ao longo do período de tempo estudado.

Tabela 4: Fronteiras de Produção Estocástica sem Heterogeneidade

Variável dependente: Faturamento (F)				
Variáveis	**Modelo 1**	**Modelo 2**	**Modelo 3**	**Modelo 4**
β_0	10,275874***	11,5243151***	20,4495513***	22,5831125***
	(0,325079)	(0,2132659)	(1,1199961)	(0,9376833)
β_{AV}	0,452496***	0,3655491***	-4,2202751***	-3,5837456***
	(0,059115)	(0,0441926)	(0,5654755)	(0,4991380)
β_{CK}	-0,121536	0,2257789***	6,0401730***	4,2071026***
	(0,086446)	(0,0634273)	(0,9573101)	(0,8036906)
β_{EM}	0,866025***	0,5901710***	0,4533920	0,2159143
	(0,048983)	(0,0367203)	(0,7954573)	(0,6946604)
β_{AV^2}	-	-	1,0083094***	0,7328531***
			(0,1818482)	(0,1609680)
β_{AVCK}	-	-	-1,2652945***	-0,9901658***
			(0,2281462)	(0,1802459)
β_{AVEM}	-	-	0,1123284	0,1956366
			(0,1534048)	(0,1365723)
β_{CK^2}	-	-	1,4068902**	0,8698556*
			(0,4854633)	(0,3718415)
β_{CKEM}	-	-	-0,1002114	0,2515676
			(0,2567489)	(0,2043831)
β_{EM^2}	-	-	-0,0366137	-0,3770220**
			(0,1995891)	(0,1635080)
σ^2	0,091108***	0,0327865***	0,0867535***	0,0552704***
	(0,011191)	(0,0032152)	(0,0081725)	(0,0039478)
γ	0,379620***	0,5314356***	0,3488324***	0,6447121***
	(0,067787)	(0,0153995)	(0,0560944)	(0,0358901)
mu	0,371948***	0,2639994***	0,3479220***	0,3775368***
	(0,070667)	(0,0407996)	(0,0796527)	(0,0368260)
t	-	0,1152349***	-	0,0887066***
		(0,0093718)		(0,0052365)
Eficiência média	0,692309	0,5841869	0,7069214	0,5174582
Log verossimilhança	-61,4531	287,7282	-55,6439	328,5192
Número de interações	16	12	17	20
Teste LR	191,69***	890,06***	166,04***	934,37***

Nota. Os valores apresentados na primeira linha de cada variável são os coeficientes estimados. Na segunda linha, entre parênteses, está o erro padrão.
***Significante a 0,01; **Significante a 0,05; *Significante a 0,10.

A estatística LR ou teste da razão de verossimilhança (LR – *Likelihood Ratio*) é uma distribuição qui-quadrado sob a hipótese nula de que não há efeitos de ineficiência técnica. Quando o valor da estatística é maior que o valor crítico ao nível de significância desejado, rejeita-se H0. A lógica do teste consiste em comparar cada modelo estimado com modelos do tipo OLS (*ordinary least squares* ou mínimos quadrados ordinários), que não consideram a ineficiência. Nessa parte da análise, o teste LR apresentou resultados estatisticamente

significantes em todos os modelos estimados, indicando a relevância da presença da ineficiência técnica nos mesmos, ou seja, a aplicação do modelo de fronteira estocástica com efeitos da ineficiência é adequada.

A eficiência encontrada para o setor supermercadista é relativamente baixa, indicando que o setor opera abaixo de sua capacidade produtiva. A eficiência média no período obtida pelos modelos considerando o efeito do tempo, tanto com especificação Cobb-Douglas (0,5842) quanto Translog (0,5175) foram ainda menores que a eficiência dos modelos que consideram a ineficiência constante ao longo do tempo 0,6923 e 0,7069 respectivamente.

Com relação aos parâmetros das funções de produção é possível verificar que nos modelos com especificação Cobb-Douglas, com efeito do tempo, os coeficientes de todos os fatores de produção (AV, CK e EM) se mostraram estatisticamente significantes, enquanto que no Modelo 1 apenas a variável CK não apresentou significância estatística. Considerando-se que os coeficientes das variáveis na função Cobb-Douglas representam as elasticidades dos insumos pode-se, por exemplo, interpretar que um aumento de 1% no insumo EM eleva em 0,59 % o produto (F) de acordo com o Modelo 2.

Ainda na Tabela 4, percebe-se que para os modelos especificados com funções Translog, com e sem efeitos do tempo, Modelos 4 e 3, respectivamente, dentre as variáveis de primeira ordem apenas a EM não se mostrou estatisticamente significativa ao nível de 5%. Com relação aos coeficientes cruzados e de segunda ordem das funções de produção Translog, em ambos os modelos, houve uma divisão entre significantes e não significativos. Também cabe destacar que os coeficientes da função Translog não permitem uma interpretação direta além de sua significância estatística, fazendo-se necessário calcular as elasticidades para cada um.

A elasticidade de produção foi calculada com relação a cada *input* e a partir da soma das elasticidades-produto obteve-se uma estimativa aproximada para as elasticidades de escala (RTS). É importante destacar que cada empresa da amostra possui um valor próprio de elasticidade dado que as quantidades de produtos e insumos utilizadas na produção são diferentes para cada uma. A Tabela 5 apresenta a elasticidade média calculada e os retornos de escala para os dois modelos com função Translog.

Tabela 5: Elasticidades e Retornos de Escala para os Modelos 3 e 4

Input	Modelo 3	Modelo 4
AV	0.4713	0.18898
CK	-0.12408	0.3631
EM	0.8467	0.5106
RTS	1.19392	1.06268

As elasticidades do Modelo 4 indicam que, em média, se uma empresa aumenta sua área de vendas em 1% ocorre um aumento no faturamento em torno de 0,18%; se a firma aumenta o número de *check-outs* em 1% então o produto irá aumentar 0,36%; e novamente, um aumento de 1% no número de empregados irá gerar um crescimento de aproximadamente 0,51% nas vendas. A mesma interpretação é válida para as elasticidades de produção do Modelo 3 com exceção do fator de produção CK que, apesar de apresentar um coeficiente muito baixo, obteve um sinal contrário ao esperando, significando que um aumento de 1% no número de caixas levaria a uma diminuição de 0,12% no faturamento dos supermercados. O valor acima de uma unidade para a elasticidade de escala (RTS) nos dois modelos indica a presença de retornos crescentes de escala.

A Tabela 6 apresenta o resultado de dois testes de especificação realizados para a fronteira de produção. O primeiro é um teste de razão de verossimilhança (LR), que diz respeito à forma funcional da função de produção dos supermercados estudados, cuja hipótese nula diz que a forma mais adequada é a função Cobb-Douglas, ou seja, que os termos cruzados da função são iguais a zero, contra uma hipótese alternativa de que os termos cruzados não são nulos e a função pode ser definida como uma Translog. O resultado do teste indica que H_0 não pode ser rejeitada ao nível de 5%. O segundo teste verifica se há variação da eficiência ao longo do tempo. A hipótese nula de ineficiência constante ao longo do tempo é rejeitada.

Tabela 6: Testes de Especificação para a Fronteira de Produção Estocástica sem Heterogeneidade

Modelos	Hipótese Nula (H_0)	Log-Verossimilhança	Estatística LR χ^2	Pr(> χ^2)	g.l.	Resultado
Teste 1	$\beta_{AV^2} = \beta_{CK^2} = \beta_{EM^2} = \beta_{AVCK} = \beta_{AVEM} = \beta_{CKEM} = 0$	-55,644	11,618	0,07104 ·	6	Não Rejeita H_0
Teste 2	$\theta_1 = \theta_2 = 0$	287,728	698,36	< 2,2e-16 ***	8	Rejeita-se H_0

Com base nos resultados dos testes expostos na Tabela 6 pode-se concluir que o Modelo 2 é preferível em relação aos demais, ou seja, o modelo com função de produção Cobb-Douglas e efeitos do tempo sobre a ineficiência melhor se adequa aos dados para explicar a eficiência da amostra. As estimativas de eficiência obtidas a partir do Modelo 2 foram utilizadas para ranquear os supermercados de acordo com a eficiência média no período de 2006 até 2015. A Tabela 7 apresenta as 10 redes supermercadistas mais eficientes e as 10 menos eficientes. A tabela completa com a eficiência de todas as redes da amostra está disponível no Apêndice 3.

Tabela 7: *Ranking* dos supermercados brasileiros de acordo com o Modelo 2

Rank	DMU	Eficiência	Rank	DMU	Eficiência
1	Supermercado Zona Sul	0,852099	**73**	Supermercado Myatã	0,473839
2	Carrefour	0,837065	**74**	Master ATS Supermercados	0,469607
3	Supermercado Archer	0,79378	**75**	Del Moro & Del Moro	0,467636
4	Supermercado Nordestão	0,764013	**76**	Mercantil Bastos	0,460147
5	Grupo Pão de Açúcar	0,761389	**77**	Comercial Zaffari	0,453492
6	D. de Alimentos Fartura	0,753593	**78**	Asun Comércio De Gêneros Alimens	0,43988
7	Savegnago	0,75232	**79**	Tischler & Cia Ltda	0,438845
8	Catricala & Cia Ltda	0,731783	**80**	Althoff Supermercado	0,429148
9	Maglioni Ribeiro & Cia Ltda	0,715492	**81**	Supermercado Manentti	0,405835
10	Supermercado Bernardão	0,700613	**82**	Coml De Secos E Molhados Dal Pozzo	0,375989

Conforme pode ser observado, de acordo com o modelo, até mesmo as líderes em vendas do setor (Carrefour e Pão de Açúcar) não foram eficientes durante o período, apesar de ainda ficaram entre as cinco mais eficientes da amostra. Contudo, a presença de redes pequenas entre as menos eficientes não permite estabelecer uma relação entre eficiência e tamanho da empresa. Com relação às dez últimas colocadas no *ranking* por eficiência, percebe-se um nível extremamente baixo de eficiência técnica bem abaixo de 50% de sua capacidade ótima. A fim de investigar a relação existente entre tamanho do supermercado e sua eficiência foram calculados os coeficientes de correlação de Spearman entre os *rankings* por eficiência e os *rankings* por faturamento para cada ano. Em conjunto foi realizado um teste cuja hipótese nula diz que o ρ é igual a zero, ou seja, não existe correlação entre os *rankings*. Os resultados são expostos na Tabela 8.

Tabela 8: Correlação por postos entre o *ranking* por faturamento e os escores de eficiência obtidos no Modelo 2

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ρ	0,43940	0,45557	0,46245	0,48629	0,47963	0,48507	0,51352	0,50083	0,49232	0,49380

*Todos os coeficientes de correlação são significantes a 5%

As correlações encontradas entre a eficiência e o tamanho dos supermercados foram positivas e significativas ao nível de 5% para todos os anos estudados. Isso significa que quanto maior o supermercado maior será sua eficiência.

Pode-se concluir a partir desta análise inicial com a função de produção "bruta", que todas as variáveis da função de produção são relevantes e por isso, serão utilizadas nas análises seguintes. Além disso, foi identificado que o uso da forma funcional Cobb-Douglas é mais apropriado para a função de produção do setor e que a ineficiência varia ao longo do tempo. Em geral, os modelos que variam no tempo são mais precisos por cobrirem todo o impacto da variação do tempo sobre a ineficiência técnica. No entanto, a eficiência média da amostra diminui quando modelos que consideram o efeito do tempo na ineficiência são utilizados, gerando uma média relativamente baixa no período. Os modelos utilizados nessa seção são restritos à homogeneidade, que de modo geral limitam o desenvolvimento de modelos de fronteira estocástica, por considerarem que as empresas são homogêneas quanto às suas tecnologias. A seguir essa restrição é retirada e novos modelos são estimados com a inclusão da heterogeneidade observada na média dos erros.

4.2.2 Análise das funções de produção com heterogeneidade observada

As variáveis que representam a heterogeneidade observada foram incluídas no termo de erro da função de produção, seguindo o modelo proposto por Battese e Coelli (1995), com o objetivo de identificar os fatores que influenciam a ineficiência técnica dos supermercados. Na construção da variável que representa as operações de fusões e aquisições conforme mencionado anteriormente atribuiu-se o valor 0, caso não tenha ocorrido nenhum processo de F&A no ano, e o valor 1, caso contrário. Como pode ser percebido trata-se de uma variável categórica, por isso antes de realizar as estimações transformou-se a variável F&A em fator,

evitando assim que as categorias 0 e 1 fossem tratadas como números e interferissem na estimação.

Os coeficientes encontrados para as variáveis exógenas serão utilizados para testar as hipóteses da pesquisa sobre os determinantes da eficiência. De acordo com Zhang (2012) quando variáveis exógenas *z* são introduzidas na função de produção é esperado que os coeficientes de capital e trabalho se comportem de forma semelhante aos modelos da seção anterior, com parâmetros significativos positivos de capital e trabalho e parâmetros negativos para os quadrados de capital e trabalho. No entanto, as diferenças de primeira ordem com relação a cada variável adicional são imprevisíveis.

Os modelos com heterogeneidade correspondem aos modelos 5 e 6 estimados por máxima verossimilhança conforme definido anteriormente. Os coeficientes dos fatores que compõem a função de produção e a função de ineficiência para cada um dos modelos são apresentados na Tabela 9. No modelo 5 a variável *check-outs* não se mostrou significativa estatisticamente, indicando que a função de produção seria composta apenas por área de vendas, representando o capital, e empregados, que representa o trabalho. Resultado semelhante também foi obtido por Sellers e Más (2009) e Gauri (2013), que identificaram a relação positiva entre o número de empregados e o faturamento dos supermercados na Espanha. Por outro lado, no modelo 6 a variável empregados não foi significativa enquanto que os *check-outs* apresentaram significância estatística.

Tabela 9: Fronteiras de Produção Estocástica com Heterogeneidade

Função de Produção: Variável dependente (F)				
Variáveis	**Modelo 5**		**Modelo 6**	
	Coeficiente	**Erro**	**Coeficiente**	**Erro**
β_0	1,1216e+01***	2,1100e-01	2,3220e+01***	2,5855e+00
β_{AV}	3,4894e-01***	4,1139e-02	-5,5981e+00***	9,6449e-01
β_{CK}	7,4078e-02	6,0573e-02	7,3895e+00***	1,6601e+00
β_{EM}	6,7995e-01***	3,7389e-02	7,5366e-01	8,9329e-01
β_{AV^2}	-	-	1,3970e+00***	2,0709e-01
β_{AVCK}	-	-	-1,6947e+00***	2,9845e-01
β_{AVEM}	-	-	2,7912e-02	1,6824e-01
β_{CK^2}	-	-	2,1606e+00***	5,8371e-01
β_{CKEM}	-	-	-1,1215e-01	2,7088e-01
β_{EM^2}	-	-	5,5649e-03	1,2819e-01
σ^2	9,7296e-02***	1,5141e-02	9,6064e-02***	1,6027e-02
γ	3,8777e-01**	1,2187e-01	4,3244e-01***	1,1833e-01

continua

Tabela 9: Fronteiras de Produção Estocástica com Heterogeneidade (continuação)

Modelo de Ineficiência: Variável dependente (u)				
Z_0	5,2218e-01***	6,9603e-02	5,6870e-01***	7,5681e-02
Z_{MS}	-3,6287e+02**	1,1141e+02	-3,8222e+02**	1,2194e+02
$Z_{F\&A}$	-7,5175e+01***	2,2791e+01	-4,0503e+00***	8,2439e-01
Z_{Exp}	-1,9886e-03	1,4298e-03	-3,0047e-03 ,	1,6246e-03
Eficiência média	0,8531062		0,852260	
Log verossimilhança	-96,55653		-70,40956	
Número de interações	38		45	
Teste LR	125,6***		134,55***	

***Significante a 0,01; **Significante a 0,05; *Significante a 0,10.

No modelo 6 observa-se ainda que os coeficientes relativos aos termos quadráticos da equação são positivos, o que vai em desacordo com a lei dos rendimentos decrescentes e a ideia de decaimento marginal do produto a cada aumento no insumo. Nos termos cruzados, a interação significante com a área de vendas e *checkouts* são efeitos principais desses insumos na análise da fronteira estocástica. A eficiência média para a função de produção com heterogeneidade foi estimada em 85%, valor bastante superior aos encontrados pelas fronteiras estocásticas sem heterogeneidade.

Assim como na seção anterior, realizou-se o cálculo das elasticidades de produção com relação a cada insumo a fim de obter a correta interpretação dos coeficientes da função Translog. Com a soma das elasticidades de produção médias da amostra obteve-se uma estimativa aproximada para as elasticidades de escala (RTS). Os resultados desses cálculos são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Elasticidades e Retornos de Escala para o Modelo 6

Input	**Modelo 6**
AV	0,4231
CK	-0,0181
EM	0,6907
RTS	1,0957

As elasticidades do modelo 6 indicam que, em média, se uma empresa aumenta sua área de vendas em 1% ocorre um aumento nas vendas em torno de 0,42%; se ocorre um aumento de 1% no número de empregados irá gerar um crescimento de 0,69% no faturamento, sendo o fator de produção que exerce maior impacto no produto. O insumo CK, por sua vez,

apresentou elasticidade de produção em desacordo com o esperado e o que pressupõe a teoria econômica com relação aos fatores de capital e trabalho e suas relações o produto. De acordo com os resultados do modelo 6, um aumento de 1% no número de *check-outs* levaria à uma redução de 0,018% no faturamento do supermercado. Quanto à elasticidade de escala, obteve-se um valor acima de uma unidade indicando a presença de retorno crescente de escala entre as firmas estudadas.

Analisando a função de ineficiência nota-se que dois coeficientes são estatisticamente significativos ao nível de 5% em ambos os modelos, fusões e aquisições (F&A) e o poder de mercado (MS), ambos com relação negativa com a ineficiência. Esse resultado sugere que a ocorrência de operações de F&A e o aumento no poder de mercado (MS) diminuem a ineficiência técnica das empresas estudadas, ou seja, contribuem para a eficiência. A variável experiência das redes supermercadistas não se mostrou significante na explicação da ineficiência. Resultado semelhante foi obtido por Gauri (2013) que não encontrou significância para a relação entre experiência e ineficiência nos supermercados na Espanha.

Assim como para os modelos sem heterogeneidade, realizou-se ainda o teste LR de adequação da forma funcional da função de produção, ou seja, para escolha do modelo mais adequado dentre os estimados. Assim como nos modelos sem função de ineficiência, a hipótese nula de que a função de produção dos supermercados possui especificação Cobb-Douglas foi rejeitada.

Tabela 11: Teste de Especificação para a Fronteira de Produção Estocástica com Heterogeneidade

Modelos	Hipótese Nula (H_0)	Log-Verossimilhança	Estatística LR χ^2	Pr(> χ^2)	g.l.	Resultado
Teste 1	$\beta_{AV^2} = \beta_{CK^2} = \beta_{EM^2} = \beta_{AVCK} = \beta_{AVEM} = \beta_{CKEM} = 0$	-70.410	52.294	1.627e-09 ***	6	Rejeita-se H_0

Com base neste resultado, o modelo de fronteira estocástica com função de produção Translog e heterogeneidade observada foi utilizado para ranquear os supermercados da amostra quanto à eficiência. A Tabela 12 apresenta as 10 redes supermercadistas mais

eficientes e as 10 menos eficientes. O *ranking* por eficiência completo com todas as redes da amostra está disponível no Apêndice 4.

Tabela 12: *Ranking* dos supermercados brasileiros por eficiência técnica de acordo com o Modelo 6

Rank	DMU	Eficiência	Rank	DMU	Eficiência
1	Grupo Pão de Açúcar	0,9991	**76**	Supermercado Myatã	0,7503
2	Carrefour	0,9991	**77**	Takada & Takada Ltda	0,7446
3	Walmart	0,9989	**78**	Copacol -Cooperativa Agro. Consolata	0,7434
4	Cencosud	0,9946	**79**	Cooperativa Tritícola Sarandi	0,7373
5	Companhia Zaffari	0,9904	**80**	Supermercado Manentti	0,7321
6	Irmãos Muffato & Cia Ltda	0,9879	**81**	Cerealista Oliveira	0,7239
7	Dma Distribuidora	0,9854	**82**	Cia Apolo De Supermercados	0,7200
8	A Angeloni & Cia Ltda	0,9849	**83**	Mercantil Bastos	0,7078
9	Condor Super Center	0,9845	**84**	Althoff Supermercado	0,6952
10	Sonda Supermercados	0,9817	**85**	Sindicato Dos Trab Rurais De Lajeado	0,6568

Conforme mostra a Tabela 12 as grandes redes do setor também são as mais eficientes em todo o período estudado. Dentre as 10 menos eficientes, 4 redes também estão entre as 10 menores em faturamento da amostra, indicando que o tamanho exerce impacto significativo sobre a eficiência. Com o objetivo de confirmar a relação existente entre eficiência e tamanho, as empresas da amostra foram ranqueadas de acordo com a eficiência obtida em cada ano e segundo o faturamento. Em seguida calculou-se o coeficiente de correlação de Spearman a fim de encontrar a correlação entre os postos dos dois *rankings*. Os coeficientes de correlação altamente elevados apresentados na Tabela 13 confirmam a forte relação positiva entre tamanho e eficiência para os supermercados da amostra em todos os anos.

Tabela 13: Correlação por postos entre o *ranking* por faturamento e os escores de eficiência*

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ρ	0,9098	0,9245	0,9246	0,9247	0,9381	0,9567	0,9479	0,9382	0,9377	0,9125

*Todos os coeficientes de correlação foram significativos a 5%.

Nesta seção, variáveis que representam a heterogeneidade observada foram introduzidas nos modelos de fronteira estocástica em painel, que são mais precisos na prática. Fusões e aquisições, poder de mercado e experiência da firma foram utilizadas como variáveis exógenas incluídas na função de ineficiência. A inclusão das variáveis afetou tanto a forma de fronteira quanto a eficiência técnica que apresentou médias mais elevadas que nos modelos sem heterogeneidade.

As funções de produção definidas com especificações Cobb-Douglas e Translog apresentaram resultados bastante semelhantes, no entanto, o teste LR indicou a função Translog como mais adequada aos dados. Quanto às variáveis da função de ineficiência, duas delas foram significantes e apresentaram relação conforme o esperado, fusões e aquisições e poder de mercado. A seguir os resultados dos modelos de fronteira não paramétricos são apresentados em detalhes a fim de fornecer mais informações sobre a eficiência dos supermercados brasileiros e também estabelecer uma comparação entre as abordagens.

4.3 Análise da Eficiência por meio das Abordagens Não Paramétrica e Semiparamétrica

A seguir são apresentados os resultados referentes aos métodos não paramétricos. Na primeira parte realizou-se uma análise não paramétrica da eficiência com dados em painel de acordo com o modelo de produtividade DEA - Malmquist utilizando apenas as variáveis da função de produção descritas o Capítulo 3. Em seguida, foram desenvolvidos modelos semi-paramétricos ou DEA de 2 estágios, cujo primeiro estágio consiste em desenvolver modelos DEA para cada ano da análise, utilizando as variáveis da função de produção a fim de obter a eficiência das DMUs. No segundo estágio, as eficiências são organizadas em um painel e tornam-se a variável dependente de um modelo que explica o efeito das características específicas das empresas sobre a eficiência.

4.3.1 Eficiência e Produtividade com DEA – Malmquist

A técnica não paramétrica de Análise Envoltória de dados, conforme explicado anteriormente, analisa a eficiência técnica por meio das combinações de *inputs* capazes de gerar determinado *output* em um ponto no tempo onde cada observação representa uma DMU diferente, não sendo possível considerar as alterações na fronteira ao longo do tempo. A fim de possibilitar a análise das eficiências ao longo do tempo com dados organizados em um painel temporal também pela abordagem não paramétrica, aplicou-se a técnica de DEA-Malmquist definida no Capítulo 3. A decomposição do Índice de Malmquist se dá em dois componentes: variação na eficiência técnica e variação na tecnologia, cujo produto fornece a produtividade total dos

fatores (PTF) ou Índice de Malmquist. Como variáveis foi utilizado apenas o conjunto de *output* (F) e *inputs* (AV/L, CK/L, EM/L) descritos anteriormente, dado que as variáveis que compuseram a função de ineficiência (F&A, MS, I) não podem ser consideradas como fatores de produção, ou seja, são fatores exógenos à função de produção.

Como um procedimento anterior ao cálculo do índice de Malmquist, as funções de distâncias foram obtidas para cada ano por meio do método de programação não paramétrica DEA de Fare et al. (1994), com modelo BCC orientado ao *output*. As funções de distância do índice de produtividade Malmquist fornecem informações importantes a respeito da produção e das mudanças ocorridas sempre de um período de tempo para o outro. Desse modo, a distância $D^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ mede as alterações no *output* que são necessárias para alcançar a tecnologia (fronteira) em *t*, fazendo (x^{t+1}, y^{t+1}), as demais distâncias seguem de modo análogo

Além de identificar a eficiência relativa de um ano para o outro com a mensuração das distâncias, é importante perceber que a eficiência gerada pela distância da DMU no período *t* em relação à fronteira do período *t* é equivalente à eficiência técnica gerada pela DEA no momento *t*. Desse modo, conforme demonstrado por Fare et al. (1994), $D^t\ (x^t, y^t) = 1$ se e somente se a observação situa-se sobre a fronteira de produção, sendo, portanto, eficiente no sentido de Farrel (1957). A Tabela 14 apresenta as distâncias obtidas por meio do DEA-Malmquist para o extrato da amostra que contém as 5 maiores e as 5 menores redes supermercadistas, ranqueadas segundo o faturamento. O conjunto de todas as distâncias para todas as redes da amostra estão no Apêndice 5.

Tabela 14: Distâncias Relativas às fronteiras de eficiência (2007-2015)

2007									
DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	**DMU**	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
1	0,8639	0,8916	0,8356	0,8807	**78**	0,4491	0,4660	0,4108	0,4377
2	1	0,9978	1	1	**79**	0,5724	0,6398	0,5081	0,5684
3	0,8387	0,8637	0,7998	0,7987	**80**	0,6979	0,7428	0,6255	0,6706
4	0,8001	0,8247	0,8247	0,9099	**81**	0,5588	0,5655	0,4916	0,5009
5	0,6450	0,6798	0,6178	0,6457	**82**	0,4489	0,5088	0,4261	0,4831
2008									
DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	**DMU**	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
1	0,9273	0,9991	0,7989	0,8639	**78**	0,4724	0,4927	0,4253	0,4491
2	1,0000	1,1578	0,9107	1,0000	**79**	0,6483	0,6578	0,5839	0,5724
3	0,7895	0,9189	0,7224	0,8387	**80**	0,6848	0,6796	0,7111	0,6979
4	0,8887	0,9382	0,7904	0,8002	**81**	0,5654	0,6276	0,5174	0,5588
5	0,7895	0,9189	0,7224	0,8387	**82**	0,5170	0,4996	0,4644	0,4489
2009									
DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	**DMU**	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
1	1,0000	1,0923	0,8752	0,9273	**78**	0,4719	0,5033	0,4411	0,4724
2	1,0000	1,0958	0,9471	1,0000	**79**	0,5971	0,6543	0,5980	0,6483
3	0,7864	0,8303	0,7481	0,7895	**80**	0,8175	0,8308	0,6696	0,6848
4	0,8751	0,9452	0,8398	0,8887	**81**	0,5574	0,5915	0,5268	0,5654
5	0,6893	0,7129	0,6729	0,7258	**82**	0,5437	0,5938	0,4733	0,5170
2010									
DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	**DMU**	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
1	0,9008	0,9333	1,0230	1,0000	**78**	0,5009	0,5188	0,4599	0,4719
2	1,0000	1,0656	0,9788	1,0000	**79**	0,5787	0,5923	0,5859	0,5971
3	0,7725	0,8231	0,7386	0,7864	**80**	0,5015	0,5290	0,8483	0,8175
4	0,8625	0,9102	0,8411	0,8751	**81**	0,4887	0,5199	0,5271	0,5574
5	0,6378	0,6896	0,6395	0,6893	**82**	0,6012	0,5877	0,5562	0,5437
2011									
DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	**DMU**	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
1	0,8367	1,0917	0,7243	0,9008	**78**	0,4477	0,6140	0,4029	0,5009
2	1,0000	1,3858	0,8024	1,0000	**79**	0,5088	0,6221	0,4768	0,5787
3	0,6585	0,8196	0,6286	0,7725	**80**	0,5505	0,6693	0,4220	0,5015
4	0,6113	0,7530	0,7166	0,8625	**81**	0,4191	0,5181	0,3955	0,4887
5	0,5478	0,6573	0,5413	0,6378	**82**	0,3927	0,5386	0,4383	0,6012
2012									
DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	**DMU**	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
1	0,7930	0,8936	0,7432	0,8367	**78**	0,4421	0,4976	0,3898	0,4477
2	1,0000	1,1529	0,8902	1,0000	**79**	0,4883	0,5540	0,4487	0,5088
3	0,6298	0,7102	0,5835	0,6585	**80**	0,6317	0,7196	0,4848	0,5505
4	0,5402	0,6113	0,5402	0,6113	**81**	0,3178	0,3596	0,3706	0,4191
5	0,5282	0,6038	0,4801	0,5478	**82**	0,3784	0,4356	0,3411	0,3927

Continua

Tabela 14: Distâncias Relativas às fronteiras de eficiência (2007-2015) (Continuação)

2013									
DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	**DMU**	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
1	0,9222	0,8819	0,7759	0,7930	**78**	0,5621	0,5612	0,4405	0,4421
2	1,0000	1,1230	1,0626	1,0000	**79**	0,4261	0,4560	0,4586	0,4883
3	0,7186	0,7168	0,6134	0,6298	**80**	0,5503	0,5694	0,6642	0,6317
4	0,5440	0,6026	0,5157	0,5402	**81**	0,4036	0,4209	0,3037	0,3178
5	0,5864	0,6130	0,4775	0,5282	**82**	0,4363	0,4106	0,4021	0,3784
2014									
DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	**DMU**	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
1	0,9317	0,9323	0,9122	0,9222	**78**	0,5363	0,5181	0,5738	0,5621
2	1,0000	1,0373	1,0361	1,0000	**79**	0,4964	0,4792	0,4414	0,4261
3	0,7675	0,7555	0,7330	0,7186	**80**	0,6313	0,6099	0,5696	0,5503
4	0,6755	0,6970	0,5547	0,5440	**81**	0,4561	0,4404	0,4178	0,4036
5	0,5081	0,4897	0,6072	0,5864	**82**	0,4537	0,4609	0,4241	0,4363
2015									
DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	**DMU**	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
1	0,9171	0,9705	0,8724	0,9317	**78**	0,5921	0,6496	0,4681	0,5363
2	1,0000	1,0665	1,0157	1,0000	**79**	0,4253	0,5048	0,4182	0,4964
3	0,7288	0,7847	0,7094	0,7675	**80**	0,7194	0,8496	0,5527	0,6313
4	0,6891	0,7139	0,6520	0,6755	**81**	0,4358	0,5083	0,3887	0,4561
5	0,4048	0,4895	0,4548	0,5081	**82**	0,5133	0,5318	0,4311	0,4537

Nota. Classificação das DMUs quanto ao faturamento: 1º = Grupo Pão de Açúcar (sem Via Varejo); 2º = Carrefour; 3º = Walmart; 4º = Cenconsud; 5º = DMA Distribuidora; 78º = Cia Apolo De Supermercados; 79º = Martins Delgado e Cia; 80º = Pato Branco Alimentos; 81º = Sindicato dos Trab. Rurais De Lajeado; 82º = Cooperativa Tritícola Sarandi.

Examinando a eficiência para cada ano, representadas pelas colunas $D^{t}(x^{t}, y^{t})$ na Tabela 14, percebe-se que dentre as gigantes em faturamento, apenas o Carrefour se mostrou eficiente em todos os anos analisados. Por sua vez, o Grupo Pão de Açúcar, líder do segmento em vários anos, apresentou eficiência de 100% apenas no ano de 2010, ficando fora da fronteira eficiente nos demais anos. O Walmart e o Cencosud, terceiro e quarto maior grupo supermercadista no Brasil em faturamento, respectivamente, não foram eficientes em nenhum dos 10 anos analisados, no entanto, as eficiências encontradas para eles podem ser consideradas acima da média do setor. As cinco menores em faturamento se mostraram ineficientes em todos os anos e na maioria das vezes com eficiências abaixo da média do setor. Para analisar a evolução da eficiência ao longo do tempo o Gráfico 6 apresenta os valores médios da eficiência relativa de acordo com a decomposição do DEA - Malmquist e sua função de distância $D^{t}(x^{t}, y^{t})$.

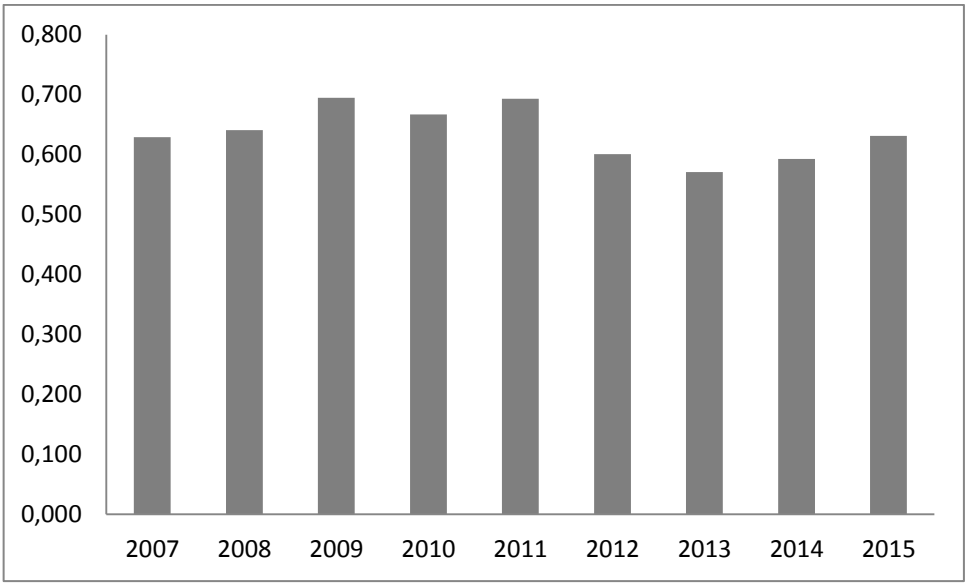


Gráfico 6: Eficiência relativa média pela decomposição do DEA - Malmquist (2007-2015)

No Gráfico 6 é possível perceber um movimento de queda na eficiência média iniciado em 2012, período no qual o setor já começava a sentir a desaceleração da economia. A retomada da eficiência é observada no ano de 2015, no entanto ainda em um nível menor que a eficiência em 2007. Essa recuperação pode ser interpretada como a tentativa dos supermercadistas em otimizar suas atividades no momento de crise.

A seguir o índice Malmquist é decomposto com relação às alterações na produtividade causadas por variações na eficiência técnica (VET) e na tecnologia (VT) para as redes supermercadistas estudadas no período de 2006 a 2015, sendo o ano de 2006 utilizado como base para análise. Conforme mencionado anteriormente, valores acima de 1 para o índice indicam aumento de produtividade com relação ao período anterior. A Tabela 15 traz as médias geométricas dos componentes do índice Malmquist para 20 DMUs da amostra, ranqueadas de acordo com a PTF. O resultado para todas as redes da amostra é apresentado no Apêndice 6.

A partir da Tabela 15, verifica-se que a mudança na produtividade total é acima de 1 para todas as redes supermercadistas, o que significa que as redes obtiveram algum ganho na produtividade no período considerado, com média de 1,0741. O componente que mais contribuiu para esse crescimento foi o de mudança na tecnologia, com média de 1,0795. A mudança na tecnologia aqui se refere não apenas à inovação ou ao uso de novos equipamentos

e sistemas, mas também às consequências da adoção de novos processos na atividade e de melhores práticas nas lojas. Desse modo, o resultado indica que as redes supermercadistas, todas com índice acima de 1, investiram em novas tecnologias ou realizaram algum tipo de atualização nas suas atividades. Por outro lado, o componente de variação na eficiência técnica que se refere aos ganhos obtidos pela melhor utilização dos recursos, ganho de experiência técnica, de gestão ou de organização nas lojas, com relação à fronteira, apresentou uma média de 0,9950 durante o período. Isso significa um leve decrescimento na eficiência técnica das redes, com boa parte das supermercadistas apresentando índice um pouco abaixo de 1, indicando que não houve ganhos em eficiência técnica no período.

Tabela 15: Decomposição do Índice Malmquist (2006-2015)

Rank	DMU	VET	VT	PTF
1	Supermercado Vianense	1,1459	1,0660	1,2215
2	Serrana Empreend e Particip	1,0823	1,0833	1,1724
3	Coml De Secos E Molhados Dal Pozzo	1,0585	1,0734	1,1361
4	A C D A Imp Exp	1,0493	1,0793	1,1325
5	Comercial Oswaldo Cruz	1,0414	1,0788	1,1235
6	Cooperativa Consumo Empregados Da Usiminas	1,0307	1,0858	1,1191
7	Righi Com De Gêneros Alimens	1,0341	1,0816	1,1185
8	Cia Apolo De Supermercados	1,0341	1,0783	1,1151
9	Supermercado Manentti	1,0234	1,0869	1,1123
10	Supermercado Irani	1,0232	1,0861	1,1113
73	Supermercado Bahamas	0,9601	1,0843	1,0410
74	Cencosud	0,9696	1,0730	1,0403
75	Supermercado Moreira	0,9489	1,0950	1,0390
76	Cooperativa Santa Clara	0,9714	1,0692	1,0386
77	A Daher & Cia Ltda	0,9644	1,0759	1,0376
78	Y Yamada Sa Comércio E Indústria	0,9590	1,0785	1,0343
79	Luiz Tonin Atacadista E Supermercadista	0,9540	1,0800	1,0303
80	DMA Distribuidora	0,9494	1,0818	1,0271
81	Líder Comércio Indústria	0,9438	1,0775	1,0169
82	Maglioni Ribeiro & Cia Ltda	0,9259	1,0942	1,0132
	Média	**0,9950**	**1,0795**	**1,0741**

Nota. Esta tabela fornece as médias geométricas dos componentes do índice Malmquist para 20 DMUs da amostra, ranqueadas de acordo com a PTF (10 mais produtivas e as 10 menos produtivas). O resultado para todos os supermercados da amostra está disponível no Apêndice 6. A primeira coluna refere-se à posição que a empresa ocupa no ranking de produtividade, em seguida as DMUs (*decision making units*) são nomeadas. Na terceira, quarta e quinta coluna são presentadas as médias da Variação na Eficiência Técnica (VET), a Variação na Tecnologia (VT) e a Produtividade Total dos Fatores (PTF), respectivamente.

Com base nos resultados, podem-se classificar as redes supermercadistas em duas categorias de desempenho: (i) VET e VT crescentes – nesta categoria destaca-se o Supermercado Vianense, que apresentou o melhor desempenho da amostra, com um aumento de 22% na sua

produtividade, gerado pela variação positiva nos indicadores de eficiência e de tecnologia. Neste grupo estão as redes que conseguiram melhor utilizar os insumos (empregados, *check-outs* e área de vendas) com relação ao *output* (faturamento), além de melhorar os processos e/ ou técnicas na atividade produtiva (tecnologia). É interessante notar que essas empresas não fazem parte das maiores redes da amostra, o que mostra o esforço das redes médias em aumentar a eficiência e produtividade para manterem-se competitivas no mercado; (ii) VET decrescente e VT crescente – neste grupo estão as supermercadistas que obtiveram ganhos de produtividade com o uso de novas tecnologias, enquanto que por outro lado, não usaram os recursos da melhor forma possível e não se aproximaram da fronteira eficiente. Esse grupo é formado por boa parte da amostra, porém, cabe destacar a presença das redes Cencosud e DMA Distribuidora, quarta e quinta maiores redes da amostra, entre as que obtiveram menor índice de PTF e variação negativa na eficiência técnica do período. Esse resultado indica que as redes precisam melhorar a utilização dos *inputs* e adotar novas tecnologias relacionadas com melhoria das competências organizacionais a fim de tornarem-se eficientes e aumentarem suas produtividades.

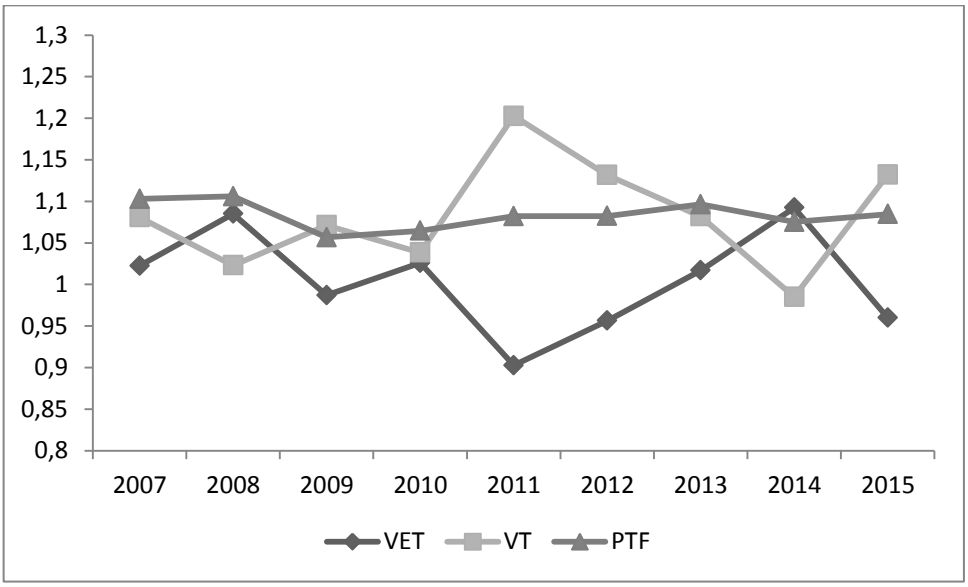


Gráfico 7: Variação do Índice de Malmquist PTF (2007-2015)

Verificando o comportamento dos componentes do índice Malmquist, em termos médios anuais, de acordo com a Gráfico 7, observa-se que a PTF manteve-se quase que constante durante o período analisado no intervalo [1;1,1]. É interessante notar ainda que os componentes de variação na eficiência técnica (VET) e de variação na tecnologia (VT)

movimentam-se em sentido contrário, o que significa que mesmo utilizando de novas tecnologias (métodos, técnicas, equipamentos) as supermercadistas não conseguem utilizar da relação entre insumos e produto da melhor forma. Nesse sentido, cabe destacar as duas quedas mais acentuadas (2011 e 2015) da VET. A razão para essa queda pode estar relacionada ao aumento da inflação e desaceleração do consumo das famílias que afetou as vendas dos supermercados no período. Em 2015, quando culminou a crise econômica e política no país, observa-se novamente a queda da VET.

4.3.2 Análise da Eficiência com DEA em dois Estágios

Conforme descrito no Capítulo 3, a análise DEA em dois estágios se dá com o desenvolvimento de um modelo não paramétrico na primeira etapa, no qual se obtém as eficiências das DMUs, e um modelo paramétrico na segunda etapa que tem por objetivo encontrar as variáveis exógenas que influenciam a eficiência da firma. Para encontrar a estimativa de eficiência que melhor representa o setor estudado, são testados no primeiro estágio dois modelos de DEA orientado ao output: o modelo CCR ou CRS que assume retornos constantes de escala e o modelo BCC ou VRS que assume retornos variáveis de escala. No segundo estágio, a eficiência gerada pelo modelo escolhido é então utilizada como variável dependente em uma análise de regressão Tobit com dados em painel, cujas variáveis independentes representam fatores exógenos.

Os modelos CRS e VRS foram executados 10 vezes, ou seja, uma vez para cada um dos anos do período de 2006 a 2015, e a partir deles foram gerados os coeficientes da eficiência de escala. A Tabela 16 resume as estatísticas descritivas e os coeficientes de eficiência obtidos por meio da abordagem DEA para cada um dos modelos estudados. Os resultados completos, contendo a eficiência individual por empresa para cada modelo são apresentados no Apêndice 7.

A eficiência obtida sob a restrição de retornos constantes apresentou desempenho médio de 0,647 no período. Essa média indica que há possibilidade de aumentar o faturamento dos supermercados em 35,3%, sem alterar a quantidade de insumos utilizados no processo produtivo. De acordo com a eficiência técnica obtida por meio do modelo DEA com restrição

de retornos variáveis, os supermercados alcançaram eficiência média de 0,70, com desvio-padrão de 0,17. Os resultados dos dois modelos (CRS e VRS) mostram que existe espaço para aumentar a produção por meio da melhor utilização dos recursos disponíveis, como forma de aumentar a eficiência técnica. Resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira, Venâncio e Abrantes (2009) que atribuíram a superioridade obtida pelos supermercados eficientes à utilização de tecnologias mais avançadas que a de seus concorrentes e mão-de-obra mais qualificada, além da melhor utilização de seu espaço físico.

A eficiência de escala (EE) mostra o quão próximo cada empresa está do seu tamanho ótimo de escala, ou seja, quanto maiores os valores de EE, mais próximo a empresa está da sua escala ótima. Os resultados apresentados na Tabela 16 mostram uma média bastante elevada (0,921) para a eficiência de escala das empresas estudadas em todos os anos da pesquisa, indicando que de modo geral as redes supermercadistas da amostra estão atuando próximo ao seu tamanho ideal, o que não necessariamente significa dizer que são eficientes tecnicamente. Isso significa que os supermercados que operam em sua escala ótima devem procurar outros mecanismos para aumentar a eficiência que não se baseiem em aumento de escala, caso contrário poderão obter retornos decrescentes. A eficiência de escala média para cada rede de supermercados da amostra é apresentada no Apêndice 7.

Conforme pode ser observado na Tabela 16, a eficiência apresentou um comportamento descendente iniciado em 2011 que indica uma relação entre a queda na eficiência do setor e a desaceleração da economia ocorrida na época. Além disso, em todos os anos os modelos CRS retornaram valores de eficiência menores do que os encontrados pelos modelos VRS, bem como menores quantidades de supermercadistas eficientes. Esse resultado se deu conforme o esperado, pois, os valores obtidos sob o pressuposto de retornos variáveis sempre deverão ser iguais ou maiores que a eficiência com retornos constantes de escala, dado que a medida de eficiência obtida no modelo com retornos constantes é composta pela medida de eficiência técnica no modelo, com retornos variáveis e pela medida de eficiência de escala.

Tabela 16: Resumo das eficiências calculadas pelos modelos de DEA (2006-2015)

Escore	Estatística	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Todos
CRS	**Média**	0,656	0,665	0,695	0,688	0,693	0,621	0,589	0,593	0,648	0,620	0,647
	Mediana	0,645	0,646	0,684	0,704	0,652	0,610	0,563	0,565	0,625	0,613	0,631
	Mínimo	0,239	0,262	0,407	0,375	0,420	0,384	0,318	0,355	0,407	0,357	0,353
	Desvio Padrão	0,187	0,181	0,166	0,167	0,161	0,165	0,151	0,154	0,154	0,156	0,164
	Qte. de DMUs eficientes	4	5	4	7	4	3	3	2	4	4	4
	% de DMUs eficientes	4,90%	6,10%	4,90%	8,50%	4,90%	3,70%	3,70%	2,40%	4,90%	4,90%	4,89%
VRS	**Média**	0,708	0,723	0,721	0,724	0,737	0,716	0,688	0,647	0,685	0,690	0,704
	Mediana	0,687	0,686	0,711	0,726	0,724	0,668	0,657	0,630	0,660	0,681	0,683
	Mínimo	0,254	0,276	0,418	0,384	0,434	0,460	0,383	0,393	0,419	0,398	0,382
	Desvio Padrão	0,193	0,189	0,167	0,174	0,163	0,163	0,156	0,165	0,165	0,172	0,171
	Qte. de DMUs eficientes	9	10	9	10	7	8	8	5	7	9	8,2
	% de DMUs eficientes	11%	12,20%	11%	12%	8,50%	9,80%	9,80%	6,10%	8,50%	11%	10%
EE	**Média**	0,930	0,926	0,963	0,951	0,940	0,870	0,860	0,919	0,950	0,903	0,921
	Mediana	0,957	0,959	0,978	0,975	0,953	0,890	0,883	0,946	0,972	0,922	0,943
	Mínimo	0,483	0,449	0,833	0,711	0,802	0,393	0,378	0,686	0,608	0,615	0,596
	Desvio Padrão	0,086	0,099	0,041	0,059	0,049	0,115	0,117	0,075	0,065	0,086	0,079
	Qte. de DMUs eficientes	4	5	4	7	4	3	3	2	4	4	4
	% de DMUs eficientes	4,90%	6,10%	4,90%	8,50%	4,90%	3,70%	3,70%	2,40%	4,90%	4,90%	4,89%

Nota. Esta tabela resume as estatísticas descritivas das eficiências geradas pelos modelos de análise envoltória de dados – DEA. Na primeira coluna são indicados os modelos, a saber, CRS = DEA com retornos constantes de escala; VRS = DEA com retornos variáveis de escala; EE = Eficiência de escala calculada como a razão entre o escore de eficiência do modelo CRS pelo escore do modelo VRS, conforme definido por Cooper, Seiford e Tone (2007). Em seguida são apresentadas as médias, mínimos, desvios-padrão, quantidade de DMUs eficientes e sua respectiva porcentagem, para cada um dos modelos em todos os anos estudados (2006-2015). Por fim, a última coluna apresenta uma média das estatísticas no período total.

A Tabela 16 apresenta ainda os valores da eficiência de escala em cada ano e o índice de escala médio no período. A eficiência de escala, obtida pela razão da eficiência do DEA-CRS pelo DEA-VRS, mostra o quanto a empresa está próxima do seu tamanho de escala mais produtivo, ou seja, quanto maiores os valores de EE, mais próxima a empresa está da sua escala ótima. Os resultados mostram uma média bastante elevada para a eficiência de escala das empresas estudadas em todos os anos da pesquisa, indicando que de modo geral as redes supermercadistas da amostra estão atuando próximo ao seu tamanho ideal.

Para escolher o modelo que fornece a melhor estimativa de eficiência da amostra e que será utilizado tanto para ranquear as DMUs quanto como variável dependente no segundo estágio da análise, realizou-se o teste de hipótese não paramétrico RTS proposto por Simar e Wilson (2002). O Teste RTS, ou teste dos retornos de escala, testa a hipótese nula de que a tecnologia assume retornos constantes de escala contra a alternativa de retornos variáveis de escala (Simar e Wilson, 2002; 2011). A estatística do teste (0.9278) e seu p-valor (0,02) indicam a rejeição da hipótese nula em favor da hipótese alternativa de que a tecnologia da amostra assume retornos variáveis de escala. O resultado do teste é bastante razoável dado que modelos com retornos variáveis de escala são mais aceitáveis por refletirem a eficiência técnica das diferentes DMUs que compõem a amostra.

Uma das vantagens da utilização do DEA para análises de eficiência é a possibilidade de realizar benchmarking entre as DMUs ineficientes e as DMUs que compõem a fronteira eficiente. Em outras palavras, a abordagem DEA sugere a utilização e adaptação das tecnologias de produção utilizadas pelos respectivos benchmarks das empresas ineficientes como estratégia para aumentar a eficiência dessas que não fazem parte da fronteira. Nesse sentido, a Tabela 17 apresenta a fronteira de produção de acordo com o DEA-VRS do setor de supermercados brasileiro, com base na amostra utilizada, e a quantidade de vezes que cada empresa da fronteira foi utilizada como benchmark ou “referência” pelas redes ineficientes. No Apêndice 8 estão os benchmarks para cada DMU ineficiente de acordo com o modelo DEA-VRS.

Tabela 17: Fronteira de Produção e Benchmarks de acordo com o modelo DEA-VRS (2006-2015)

2006		2007	
DMUs	**Benckmarks**	**DMUs**	**Benckmarks**
Carrefour	62	Carrefour	60
Coop - Cooperativa De Consumo	1	Companhia Zaffari	5
Cooperativa Santa Clara	6	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	6
Cooperativa Tritícola Sarandi	7	Cooperativa Tritícola Sarandi	1
Líder Comércio Indústria	3	Líder Comércio Indústria	3
Maglioni Ribeiro & Cia	1	Maglioni Ribeiro & Cia Ltda	3
Supermercado Moreira	1	Nazaré Comercial de Alimens e Mag	1
Supermercado Nordestão	1	Supermercado Moreira	1
Supermercado Zona Sul	1	Supermercado Nordestão	1
		Supermercado Zona Sul	1
2008		**2009**	
DMUs	**Benckmarks**	**DMUs**	**Benckmarks**
Carrefour	57	Carrefour	30
Catricala & Cia Ltda	14	Catricala & Cia Ltda	23
Cooperativa Tritícola Santa Rosa	4	Grupo Pão de Açúcar	10
Distribuidora De Alimentos Fartura	1	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	1
Líder Comércio Indústria Ltda	2	Líder Comércio Indústria	6
Nazaré Comercial de Alimens e Mag	1	Nazaré Comercial de Alimens e Mag	8
Supermercado Archer	1	Supermercado Archer	1
Supermercado Moreira	1	Supermercado Moreira	1
Supermercado Zona Sul	1	Supermercado Nordestão	1
		Supermercado Zona Sul	1
2010		**2011**	
DMUs	**Benckmarks**	**DMUs**	**Benckmarks**
Carrefour	58	Atakarejo	38
Catricala & Cia Ltda	15	Carrefour	36
Cooperativa Tritícola Santa Rosa	1	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	4
Nazaré Comercial de Alimens E Mag	3	Cooperativa Tritícola Sarandi	0
Supermercado Moreira	3	Serrana Empreend e Particip	1
Supermercado Nordestão	1	Supermercado Da Família	1
Supermercado Zona Sul	0	Supermercado Moreira	1
		Supermercado Zona Sul	1
2012		**2013**	
DMUs	**Benckmarks**	**DMUs**	**Benckmarks**
Atakarejo	63	Atakarejo	74
Carrefour	11	Carrefour	4
Cooperativa Tritícola Santa Rosa	3	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	2
Cooperativa Tritícola Sarandi	0	Supermercado Moreira	1
Serrana Empreend E Particip	2	Supermercado Zona Sul	1
Supermercado Da Família	1		
Supermercado Moreira	1		
Supermercado Zona Sul	1		
2014		**2015**	
DMUs	**Benckmarks**	**DMUs**	**Benckmarks**
Atakarejo	21	Atakarejo	5
Carrefour	38	Carrefour	32
Companhia Zaffari	2	Coml De Secos E Molhados Dal Pozzo	2
Cooperativa Tritícola Santa Rosa	6	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	25
Serrana Empreend E Particip	12	Supermercado Da Família	8
Supermercado Nordestão	2	Supermercado Irani	6
Supermercado Zona Sul	1	Supermercado Moreira	1
		Supermercado Nordestão	2
		Supermercado Zona Sul	1

Analisando as fronteiras a partir da Tabela 17 foram identificadas apenas duas DMUs eficientes em todos os anos da análise, são elas Carrefour e Supermercado Zona Sul, contudo, várias outras compuseram a fronteira por mais de um ano. Em 2006, aproximadamente 11% dos supermercados se localizaram na fronteira de eficiência e podem ser utilizadas como benchmarks para aquelas que estão abaixo da fronteira. O Carrefour foi considerado como DMU de referência para a grande maioria das redes fora da fronteira (63), enquanto que Maglioni Ribeiro, Supermercado Moreira, Supermercado Nordestão e Supermercado Zona Sul apesar de estarem na fronteira, foram considerados como benchmarks apenas para eles mesmos.

Nos anos de 2007 e 2008 ocorreram alterações na fronteira com a entrada de algumas redes e a saída de outras, entretanto o Carrefour continuou liderando como DMU de referência para a maioria das ineficientes. Em 2009, esse quadro muda um pouco com uma melhor distribuição entre Catriacala e o Grupo Pão de Açúcar, apesar de o Carrefour continuar liderando em número de *benchmarks*. Enquanto que no *ranking* por faturamento Pão de Açúcar e Carrefour alternam na liderança a cada ano, o ano de 2009 foi o único em que o Grupo Pão de Açúcar fez parte da fronteira de eficiência, indicando que existe algum espaço para melhoria em seu processo produtivo.

O surgimento do Atakarejo na fronteira eficiente no ano de 2011 e sua permanência até o último ano estudado pode estar relacionado ao avanço, ocorrido neste período, do formato de atacarejo no setor de supermercados, que anteriormente era dominado por formatos mais tradicionais como supermercados e hipermercados. Cabe destacar ainda, que por três anos consecutivos o Atakarejo liderou em número de *benckmarks*. A Cooperativa Tritícola Sarandi, por sua vez, apesar de estar situada na fronteira nos anos de 2011 e 2012, não foi considerada parâmetro de referência para as redes ineficientes. O ano de 2013 foi o que apresentou a menor quantidade de empresas eficientes, apenas 5 (6%) contra uma média de 9 DMUs eficientes no período de 2006 a 2015.

A fim de visualizar o comportamento das supermercadistas que não fizeram parte das fronteiras nos anos estudados, construiu-se um *ranking* com base nos escores de eficiência obtidos a partir do método DEA-VRS e orientação pelo produto. A Tabela 18 apresenta as dez

mais eficientes e as dez menos eficientes da amostra de acordo com as eficiências médias no período; o *ranking* completo é encontrado no Apêndice 9.

Tabela 18: *Ranking* dos supermercados por eficiência média obtida pelo DEA-VRS

Rank	DMU	Eficiência	Rank	DMU	Eficiência
1	Carrefour	1	**73**	Cotripal Agropecuária Cooperativa	0,5247
1	Supermercado Zona Sul	1	**74**	Sindicato dos Trab Rurais De Lajeado	0,5245
2	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	0,9824	**75**	Master ATS Supermercados	0,5227
3	Supermercado Moreira	0,9715	**76**	Libraga Brandão & Cia Ltda	0,5042
4	Supermercado Nordestão	0,9700	**77**	Comercial Zaffari	0,4915
5	Grupo Pão de Açúcar	0,9323	**78**	Mercantil Bastos	0,4852
6	Companhia Zaffari	0,9268	**79**	Asun Comércio de Gêneros Alimen	0,4760
7	Supermercado Archer	0,9195	**80**	Althoff Supermercado	0,4575
8	Líder Comércio Indústria	0,9037	**81**	Tischler & Cia Ltda	0,4551
9	Catricala & Cia Ltda	0,8969	**82**	Supermercado Manentti	0,4451

Conforme já havia sido identificado na análise das fronteiras, apenas as redes Carrefour e Supermercado Zonal Sul foram eficientes em todos os anos e por isso obtiveram média igual a 1, ficando ambas em primeiro lugar no *ranking* por eficiência. A partir da Tabela 18, observa-se que apenas três das dez maiores redes da amostra (Carrefour, Grupo Pão de Açúcar e Companhia Zaffari) estão entre as dez mais eficientes. Dentre as dez menos eficientes foram encontradas três das menores redes da amostra (Sindicato dos Trabalhadores Rurais De Lajeado, Tischler & Cia Ltda e Althoff Supermercado). Com base apenas nesses resultados, não é possível fazer alguma associação entre tamanho e eficiência das redes supermercadistas.

A presença de grupos supermercadistas de todos os portes nas fronteiras de produção eficientes indica a necessidade de maior investigação sobre a relação entre eficiência e tamanho da firma. Nesse sentido, procedeu-se com a análise dos coeficientes de correlação não paramétricos de Spearman (correlação por postos) obtidos entre o *ranking* por eficiência, gerado com base no resultado do DEA-VRS e o *ranking* por faturamento da amostra, cujos resultados são expostos na Tabela 19.

Tabela 19: Correlação por postos entre o *ranking* por faturamento e os escores de eficiência obtidos pelo modelo DEA-VRS

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ρ	0,4572	0,3478	0,5074	0,4649	0,4369	0,3799	0,3625	0,4911	0,5091	0,2586

*Todos os coeficientes foram significantes a 5%

Os resultados da correlação apontam a relação positiva entre tamanho e eficiência para os supermercados da amostra em todos os anos, apesar de em alguns anos essa correlação ser relativamente baixa. Resultados semelhantes utilizando a abordagem DEA para eficiência do setor supermercadista brasileiro também foram encontrados por Yu e Angelo (2001) e Ferreira, Venâncio e Abrantes (2009) que encontram maior eficiência entre os maiores supermercados.

Assim como na abordagem paramétrica, buscou-se encontrar os fatores que determinam a eficiência no setor de supermercados brasileiro com a utilização do método DEA de dois estágios. O objetivo desta análise é identificar os determinantes da eficiência por meio da utilização de variáveis exógenas, que não podem ser tratadas como *inputs* tradicionais e que não são diretamente controláveis pelos gestores, mas podem impactar na eficiência (Coelli et al., 2005). Nesse sentido, utilizaram-se as eficiências obtidas pelo DEA-VRS como variável dependente, para estimação do segundo estágio do modelo DEA semiparamétrico por meio de um modelo Tobit com dados em painel. O vetor de variáveis z_i é composto pelas mesmas variáveis independentes que foram utilizadas na função de ineficiência da análise da fronteira estocástica com heterogeneidade, quais sejam fusões e aquisições (F&A), poder de mercado (MS) e experiência (I). Os resultados da estimação são apresentados na Tabela 20.

Tabela 20: Resultados da Regressão Tobit (variável dependente = eficiência)

	Coeficiente	**Erro**	**t-valor**	**Pr (> t)**
$\mathbf{z_0}$	0,7391345	0,0160894	45,939	< 2e-16 ***
F&A	0,0579813	0,0499636	1,160	0,245858
MS	1,9988646	0,2826926	7,071	1,54e-12 ***
I	-0,0011838	0,0003589	-3,299	0,000971 ***
Sigma	-1,8057464	-1,8057464	-73,127	< 2e-16 ***
Log-likelihood	317,1825			

***Significante a 0,01; **Significante a 0,05; *Significante a 0,10.

O modelo Tobit foi estimado por máxima verossimilhança e auxílio do algoritmo de Newton-Raphson para a maximização, os resultados foram obtidos após 8 interações. O sigma significante indica a adequação do modelo. Quanto aos coeficientes, ao contrário do que foi encontrado nos modelos de SFA, as fusões e aquisições não apresentaram relação significativa com a eficiência no modelo de DEA em dois estágios. O *market-share*, por sua vez, é positivamente significante, o que indica que um aumento no poder de mercado levaria a um aumento na eficiência. A variável idade que representa a experiência da firma se mostrou significativa ao nível de 1% com relação negativa com a eficiência dos supermercados. Apesar do sinal contrário ao esperado, esse resultado é interessante, pois, nas análises de fronteira estocástica realizadas nessa pesquisa e em várias outras encontradas na literatura não foram identificados efeitos significativos para essa variável. No entanto seu valor é muito próximo de zero o que significa que a experiência de uma rede de supermercados exerce um impacto pequeno na eficiência das redes.

4.4 Análise Comparativa dos Métodos de Fronteira

As seções anteriores apresentaram algumas evidências empíricas sobre a eficiência técnica dos supermercados brasileiros, obtidas por meio de diferentes métodos. Nesta seção as estimativas de eficiência dos modelos escolhidos como preferíveis são comparadas a fim de obter maiores informações sobre os resultados encontrados. Da abordagem paramétrica foram selecionados dois modelos, o modelo de SFA com função de produção Cobb-Douglas, sem heterogeneidade e ineficiência variando no tempo (Modelo 2), e o modelo com heterogeneidade observada e função de produção Translog (Modelo 6). Na abordagem não paramétrica, selecionaram-se as estimativas de eficiência geradas pelo DEA-Malmquist e as geradas pelo DEA-VRS.

Inicialmente realizou-se uma análise dos coeficientes de correlação gerados entre as eficiências obtidas pelos quatro métodos, dois da abordagem paramétrica e dois da abordagem não paramétrica. A Tabela 21 apresenta as matrizes com os coeficientes de correlação de Pearson e os coeficientes de correlação por postos de Spearman. Foi encontrada uma correlação de Pearson elevada e positiva em cada par de modelos até mesmo nos pares com

abordagens diferentes como o DEA-Malmquist e o Modelo 2. Resultados semelhantes também foram encontrados na matriz de correlação de Spearman, cujos coeficientes elevados para todos os pares indicam que os *rankings* de eficiência não variam muito entre os quatro métodos comparados. Analisando apenas as correlações, percebe-se que a escolha do método de estimação exerce pouco efeito sobre as estimativas de eficiência dos supermercados.

Tabela 21: Análise da correlação das estimativas de eficiência*

	Correlação de Pearson				Correlação por postos de Spearman			
	SFA-CD	**SFA-TL**	**DEA-MALM**	**DEA-VRS**	**SFA-CD**	**SFA-TL**	**DEA-MALM**	**DEA-VRS**
SFA-CD	1				1			
SFA-TL	0,85202	1			0,88154	1		
DEA-MALM	0,89002	0,75375	1		0,88555	0,76467	1	
DEA-VRS	0,81802	0,71300	0,91387	1	0,82812	0,74607	0,91314	1

Nota. Os códigos indicam a especificação dos modelos de fronteira escolhidos dentre as abordagens utilizadas: SFA-CD = SFA com função de produção Cobb-Douglas e ineficiência constante; SFA-CD = SFA com função de produção Cobb-Douglas e ineficiência variando no tempo (Modelo 2); SFA-TL = SFA com função de produção Translog e heterogeneidade na função de ineficiência (Modelo 6); DEA-MALM = obtida na decomposição do índice de Malmquist por meio da função de distância D^t (x^t, y^t); DEA-VRS = DEA com retornos variáveis de escala. O modelo Tobit não foi considerado nessa análise, pois, sua eficiência foi gerada no primeiro estágio por meio do modelo DEA-VRS.
*Todos os coeficientes foram significantes a 5%.

A Tabela 22, por sua vez, apresenta as estatísticas descritivas para a eficiência técnica dos supermercados brasileiros calculadas pelos diferentes métodos. Pelas estatísticas é possível perceber diferenças consideráveis nos níveis de eficiência, principalmente entre modelos de abordagens diferentes. Essas diferenças são explicadas pelas metodologias utilizadas pelos métodos de fronteira de SFA e DEA. Os modelos de SFA assumem que a distância de uma DMU até a fronteira eficiente é dada pela soma de dois componentes: a ineficiência da firma e flutuações aleatórias, enquanto que o método de DEA atribui todo desvio da fronteira à ineficiência da DMU.

A dispersão, representada pela altura do retângulo dos boxplots no Gráfico 8, indica maior variabilidade dos índices de eficiência nos modelos não paramétricos DEA-Malmquist e DEA-VRS, confirmada pelos valores de desvios padrão mais elevados. Na comparação dos *boxplots* percebe-se ainda que as linhas medianas nos retângulos estão posicionadas no centro,

indicando a simetria das distribuições da eficiência, com exceção do modelo SFA-TL cuja linha está mais próxima do terceiro quartil. Conforme apresentado na Tabela 22, as eficiências obtidas pelo DEA-Malmquist (0,6497) foram menores que as obtidas pelo DEA-VRS (0,7039). Cabe lembrar que dentre os métodos da abordagem não paramétrica utilizados apenas o DEA-MALM, considera a variação da eficiência ao longo do tempo, dado que o DEA-VRS foi calculado separadamente uma vez para cada ano, o que pode ter influenciado na diferença entre as eficiências encontradas por cada método.

Tabela 22: Estatísticas descritivas das eficiências

	Média	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
SFA-CD	0,5842	0,0973	0,5741	0,3760	0,8521
SFA-TL	0,7604	0,0652	0,7581	0,6194	0,9621
DEA-MALM	0,6497	0,1457	0,6389	0,4202	1,0000
DEA-VRS	0,7039	0,1448	0,7017	0,4451	1,0000

Nota. SFA-CD = SFA com função de produção Cobb-Douglas e ineficiência constante; SFA-CD = SFA com função de produção Cobb-Douglas e ineficiência variando no tempo (Modelo 2); SFA-TL = SFA com função de produção Translog e heterogeneidade na função de ineficiência (Modelo 6); DEA-MALM = obtida na decomposição do índice de Malmquist por meio da função de distância D^t (x^t, y^t); DEA-VRS = DEA com retornos variáveis de escala.

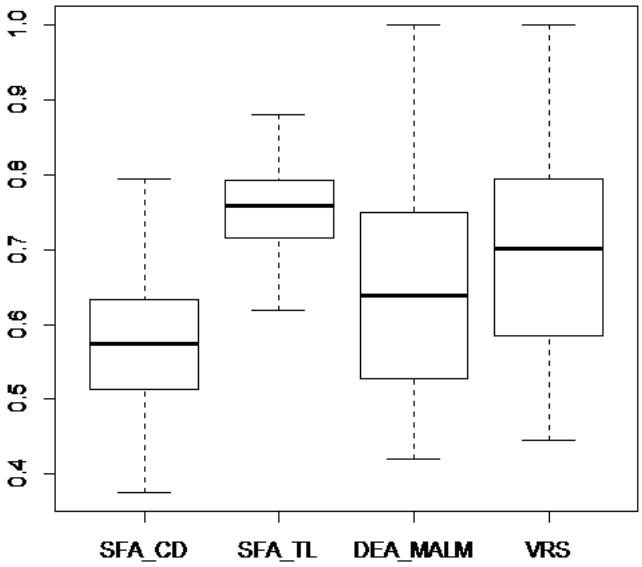


Gráfico 8: ***Boxplots*** **dos índices de eficiência segundo diferentes modelo**

Com relação aos resultados dos modelos de SFA, o modelo SFA-CD, que estima as eficiências por meio de uma fronteira estocástica com função Cobb-Douglas, foi o que

apresentou menores níveis de eficiência técnica, conforme pode ser percebido tanto pela média (0,5842) quanto pelo valor mínimo atingido (0,3760). Por outro lado, o SFA-TL foi o que obteve o nível de eficiência mais alto dentre todos os modelos comparados, com média de 0,76; o valor máximo também foi elevado (0,9621), virtualmente 1, considerando-se que em modelos SFA não é possível obter eficiência de 100% devido ao termo de erro. É importante ressaltar que dentre os quatro métodos comparados na Tabela 22, apenas o Modelo 6 considera a heterogeneidade dos supermercados por meio do uso das variáveis exógenas.

A Figura 6 mostra, por meio de histogramas, a distribuição de frequência da eficiência dos supermercados de acordo com cada modelo. Assim como no gráfico de *boxplot* é visível a menor dispersão da eficiência nos modelos de SFA, nos quais se percebe uma maior concentração em torno da média, sendo o SFA-TL o mais concentrado, provavelmente devido à consideração da heterogeneidade que considerando as diferenças entre as empresas homogeneizou suas eficiências, com a maior concentração de redes na classe de eficiência que varia entre os escores de 0,7 e 0,8. O modelo DEA-VRS, por sua vez, foi o que apresentou maior número de supermercados na classe entre 0,9 e 1, o que significa que esse modelo considera um maior número de empresas como eficientes.

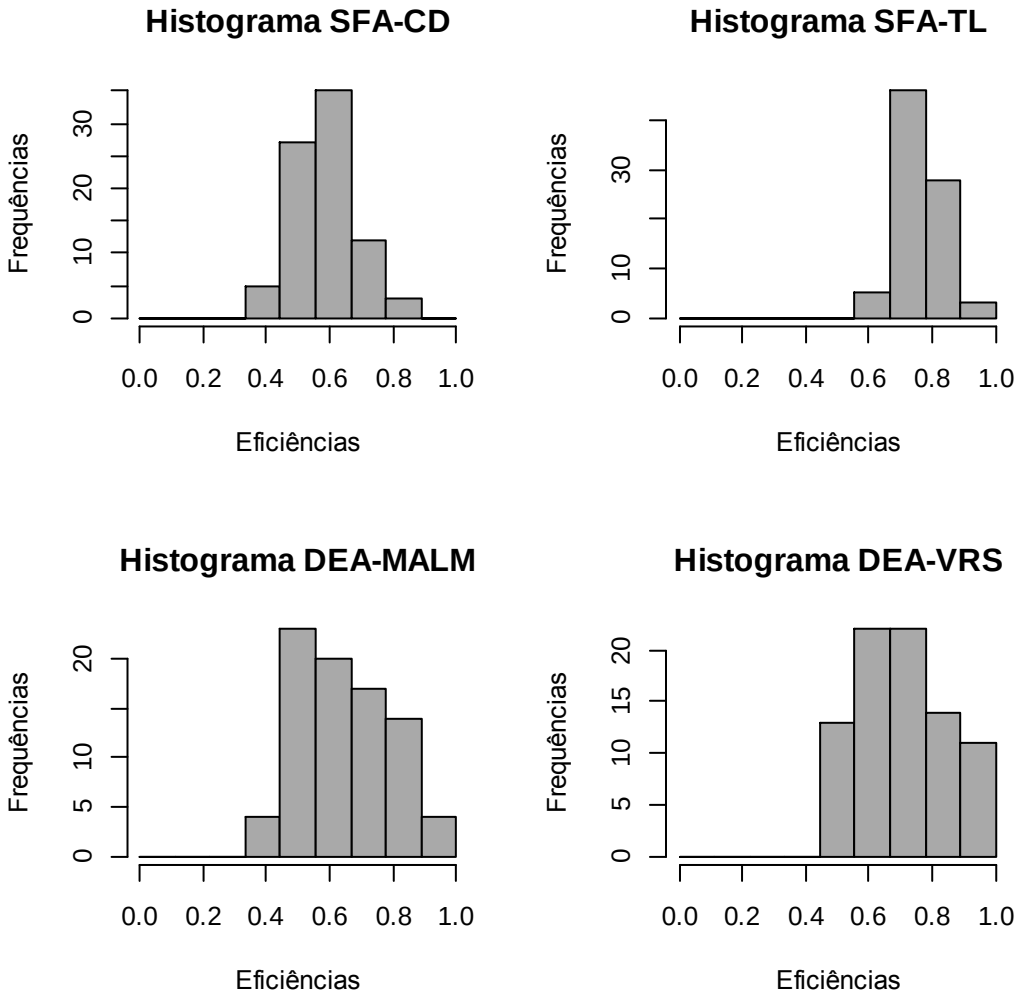


Figura 6: Histogramas de Frequência da eficiência segundo diferentes modelos

Os modelos que consideraram a heterogeneidade das redes supermercadistas por meio da inclusão das variáveis exógenas foram dois: o SFA-TL e o DEA em 2 estágios. A comparação entre eles, no entanto, torna-se difícil devido à grande diferença na metodologia utilizada, a forma funcional e também pelo fato do DEA em dois estágios considerar a eficiência como variável dependente, enquanto que o SFA considera a ineficiência na equação do termo de erro. Com isso, para confirmar o impacto dos fatores descritos como determinantes sobre a eficiência técnica dos supermercados brasileiros, as eficiências encontradas em cada método foram divididas quanto às características específicas das redes supermercadistas.

Nessa etapa, os supermercados também foram classificados quanto ao tamanho, que apesar de não ter sido incluída como variável exógena nos modelos, é uma característica avaliada ao longo do trabalho por constituir uma das hipóteses da pesquisa. Para classificar as redes com relação ao tamanho dividiram-se os supermercados da amostra em três percentis de acordo com o faturamento médio no período, ordenando as redes supermercadistas em grandes, médias e pequenas. Em seguida, os supermercados foram considerados quanto à realização de fusões e aquisições, do primeiro grupo fazem parte as redes de supermercados que realizaram ao menos uma operação de F&A nos 10 anos estudados, e no segundo as redes que não realizaram nenhuma F&A no período.

Com relação ao poder de mercado, a classificação foi feita com base nos valores dos *market-shares* dos supermercados, os que tiveram *market-share* médio no período acima de 1% foram considerados com maior poder de mercado, caso contrário, com menor poder de mercado. A última característica avaliada diz respeito à experiência. Conforme foi mencionado anteriormente, as companhias que compõem a amostra possuem uma média de idade relativamente alta quando comparada a média de outros setores. Tendo isso em vista, a categorização dos supermercados quanto à experiência foi feita com base na mediana da amostra no ano de 2015, desse modo foram considerados como experientes os supermercados com 42 anos ou mais de existência e como menos experientes aqueles com menos de 42 anos. A Tabela 23 fornece as eficiências médias obtidas por cada método para os diferentes grupos de supermercados.

Tabela 23: Média das eficiências baseadas nas características dos supermercados

Características	SFA-CD	SFA-TL	DEA-MALM	DEA-VRS
Tamanho				
Supermercados Grandes	0,6599	0,8227	0,7920	0,8187
Supermercados Médios	0,5860	0,7469	0,6543	0,7029
Supermercados Pequenos	0,5464	0,7369	0,5780	0,6485
Fusões e Aquisições				
Supermercados que realizaram F&A	0,6667	0,8544	0,7662	0,7920
Supermercados que não realizaram F&A	0,5753	0,7502	0,6371	0,6944
Poder de Mercado				
Supermercados com maior poder de mercado	0,6818	0,8727	0,8258	0,8517
Supermercados com menor poder de mercado	0,5736	0,7483	0,6307	0,6880
Experiência				
Supermercados mais experientes no negócio	0,5791	0,7636	0,6416	0,6991
Supermercados menos experientes no negócio	0,5903	0,7566	0,6597	0,7098

Com base nas médias apresentadas em cada modelo, fica claro que os supermercados grandes, com maior *market-share* e que realizaram operações de F&A no período analisado são mais eficientes. Supermercados com mais experiência, por outro lado, apresentaram menor eficiência técnica em três dos modelos. No entanto, a diferença de eficiência média entre os menos experientes e os mais experientes não foi em magnitude significativa para nenhum dos modelos. Isso pode ser explicado pelo fato da amostra ser bastante experiente com muitos anos de atuação, o que faria com que os supermercados fossem homogêneos quanto a essa característica, não sendo, portanto um fator que possa trazer vantagens para o varejista.

As comparações realizadas nesta seção levam à conclusão de que a escolha da abordagem (paramétrica e não paramétrica) ou mesmo do método não influencia de forma significante na composição do *ranking* por eficiência, dado os elevados coeficientes de correlação de Spearman encontrados entre os pares de modelos. Por outro lado, os escores de eficiência variam substancialmente de acordo com o método utilizado, sendo o modelo de fronteira estocástica com heterogeneidade o que apresentou maior média para a eficiência.

Com relação à eficiência para os grupos separados quanto às características determinantes da eficiência, os modelos também apresentaram resultados semelhantes, novamente com diferenças apenas na magnitude das médias. Nos achados da comparação por características, percebe-se maior proximidade com os resultados apresentados pelo método de SFA com heterogeneidade, dado que nesse modelo as variáveis F&A e MS foram significativas e influenciavam negativamente a ineficiência das firmas, ou seja, existe uma relação positiva entre essas variáveis e a eficiência. Com isso, pode-se inferir que o modelo de fronteira estocástica melhor se adequa aos dados dos supermercados em comparação à regressão Tobit no segundo estágio do DEA. Da análise comparativa de modo geral, percebe-se que a escolha do método de eficiência apropriado deverá depender do propósito da análise a ser realizada.

5 CONCLUSÕES

Este capítulo tem por objetivo apresentar as considerações finais a respeito dos resultados discutidos no capítulo anterior. Inicialmente apresenta-se uma síntese dos resultados da pesquisa de modo a destacar as suas principais contribuições, em seguida, as hipóteses que nortearam o estudo são verificadas quanto à sua aceitação, e por fim, reflete-se sobre as limitações da pesquisa e as possibilidades de trabalhos futuros relacionados ao tema.

5.1 Síntese dos Resultados e Contribuições da Pesquisa

O aumento da competitividade no setor supermercadista, as oscilações na economia e a mudança no comportamento do consumidor são fatores que impactam diretamente no resultado das empresas e fazem da produtividade e eficiência um tema importante para o setor de varejo. Nesse cenário, medidas tradicionais de eficiência e produtividade no varejo, como vendas por funcionário ou vendas por metro quadrado, não são capazes de fornecer uma comparação adequada entre as concorrentes. Essas mudanças têm proporcionado considerável avanço na literatura sobre desempenho no varejo, trazendo conceitos como fronteiras de produção e eficiência relativa.

A análise da eficiência relativa fornece informações essenciais para uma série de decisões no setor de varejo, podendo ser utilizada como base para desenvolver estratégias de crescimento e diversificação (Dubelaar et al., 2002; Assaf et al., 2011). Gestores de redes supermercadistas devem, portanto, perceber a importância de analisar sua própria eficiência e o que fazer para melhorá-la. Além disso, profissionais do varejo podem utilizar a análise da eficiência fornecida pelos métodos de fronteira para realizar *benchmarking*, por meio da comparação entre o seu nível de eficiência atual e o daquele varejista que obteve o melhor desempenho possível.

Este estudo teve como objetivo identificar os fatores determinantes da eficiência técnica no setor de supermercados brasileiro, com base na aplicação de diferentes métodos de fronteira, a

fim de comparar o desempenho entre companhias, explicando porque, no mesmo setor, algumas empresas se destacam em termos de eficiência. Por meio da comparação dos resultados obtidos, buscou-se ainda analisar as variações na eficiência de acordo com o método em diferentes aspectos. Desse modo, o trabalho estende a literatura existente à medida que oferece mais conhecimento sobre os determinantes da eficiência dos supermercados e utiliza modelos que ainda não haviam sido testados para o setor.

A metodologia utilizada baseou-se em métodos de fronteira paramétricos, não paramétricos e semiparamétrico. As variáveis utilizadas foram divididas em dois grupos: (i) variáveis que compõem a função de produção, tendo como produto o faturamento bruto da rede e como insumos os *checkouts*, área de vendas e empregados divididos pelo número de lojas; e (ii) variáveis que estão fora do controle gerencial, porém, podem exercer impacto sobre a eficiência da firma, sendo possível medir três delas, fusões e aquisições, poder de mercado e experiência. Para realizar a análise foram coletados dados de 85 grandes redes de supermercados atuantes no Brasil e que possuíam informações completas no período de 2006 a 2015.

Os procedimentos metodológicos foram utilizados para responder às seguintes questões de pesquisa:

I. Existe um método de fronteira de produção que seja mais adequado para medir a eficiência dos supermercados?
II. Como a eficiência e a produtividade do setor de supermercados brasileiro se comportam ao longo do tempo?
III. Quais fatores influenciam na eficiência e contribuem para as diferenças de eficiência entre supermercados de um mesmo setor?

Em resposta às questões levantadas, as principais conclusões da análise são resumidas a seguir.

Primeiramente para verificar a existência de um método mais adequado aos supermercados brasileiros, calculou-se a eficiência técnica de acordo com diferentes métodos de fronteira. Na

abordagem paramétrica foram estimados seis modelos de SFA com diferentes especificações, quatro consideraram homogeneidade e dois desses consideraram a heterogeneidade observada. Nos modelos com homogeneidade observou-se uma eficiência média menor naqueles que trataram a ineficiência como variante no tempo do que nos modelos cujas ineficiências eram consideradas como constante. Os testes LR indicaram como especificação preferível a função Cobb-Douglas com ineficiência variando no tempo, nesse modelo todos os fatores de produção utilizados se mostraram positivamente significantes, indicando que o aumento no números de funcionários, *checkouts* e expansão da área de vendas levaria a um aumento no nível de produto da loja.

Nos modelos de fronteira estocástica considerando a heterogeneidade observada, ou seja, que incluíram características específicas das empresas na função do termo de erro, o teste LR indicou a forma funcional Translog como mais adequada para função de produção. Dois dos insumos foram considerados como significantes para o produto (*F*), área de vendas por lojas (*AV*) e *checkouts* por lojas (*CK*). De acordo com a elasticidade de produção um aumento em *AV* levaria a um aumento de 0,42 em *F*, por outro lado, ao contrário do que era esperado um aumento em *CK* gera uma leve redução (0,018) no faturamento.

Na abordagem não paramétrica foram calculados o índice de Malmquist e o método de DEA com dois modelos distintos, CRS e VRS. A partir das funções de distância calculadas pelo método de Malmquist foi possível obter uma estimativa da eficiência relativa das DMUs no período *t* em relação à fronteira no momento *t*, semelhante à eficiência calculada pelo método DEA. A decomposição do índice de Malmquist também forneceu resultados interessantes ao mostrar que a maior parte do aumento da produtividade dos supermercados se deu devido à variação na tecnologia. Esse resultado entra em desencontro com o que foi verificado por Ceretta e Scherer (2003) que, apesar de não explorarem todas as informações fornecidas pelo índice de Malmquist, encontraram variação positiva na eficiência técnica para a maior parte dos supermercados; contudo, cabe destacar que os autores consideraram apenas a variação de um ano para outro.

Os resultados do método DEA mostraram que o modelo com retornos variáveis de escala fornece uma eficiência média mais elevada para os supermercados do que o DEA-CRS. A

partir da razão CRS/VRS calculou-se a eficiência de escala cujos escores médios foram bastante elevados em todos os anos da pesquisa, indicando que de modo geral as empresas da amostra atuam próximas a sua escala ótima. Isso significa que ao utilizar mecanismos para aumentar a eficiência baseados em aumento de escala, os supermercados que já atuam em escala ótima podem acabar obtendo retornos decrescentes.

Uma das principais vantagens em utilizar métodos de fronteira para o cálculo da eficiência é a possibilidade das firmas ineficientes utilizarem a análise para realizar benchmarking com aquelas que fazem parte da fronteira de produção eficiente. O método DEA, além de proporcionar essa comparação com a fronteira, indica ainda o "par" que a empresa ineficiente deve utilizar como *benchmark*. Essa informação é interessante, pois, uma empresa localizada na fronteira não necessariamente deverá ser utilizada como referência. Com base na eficiência relativa fornecida pelo modelo DEA-VRS, o Carrefour foi o grupo que mais apareceu como *benchmark* nos anos estudados. O Atakarejo também se destacou em termos de *benchmark* nos últimos anos da análise, o que pode estar relacionado ao avanço do formato de atacarejo nesse período.

Após o cálculo da eficiência por diferentes métodos e escolha dos modelos preferíveis dentro de cada categoria, realizou-se a comparação dos resultados a fim de verificar a existência de um método mais apropriado para medir a eficiência dos supermercados brasileiros. A análise comparativa mostrou que a escolha da abordagem (paramétrica ou não paramétrica) ou mesmo do método não influencia de forma significativa na composição do *ranking* por eficiência, dado os elevados coeficientes de correlação de Spearman entre os pares de modelos. Por outro lado, os escores de eficiência variam substancialmente de acordo com o método utilizado, sendo o SFA-TL e o SFA-CD os modelos que apresentaram maior e menor nível médio de eficiência, respectivamente. Essa grande diferença nos resultados de modelos, pertencentes a um mesmo método, mostra o quanto a especificação do modelo influencia nos resultados da abordagem paramétrica e o quanto considerar a heterogeneidade das firmas impacta no resultado da fronteira estocástica.

Com relação aos modelos utilizados para investigar o impacto dos determinantes da eficiência, foi possível perceber que os resultados apresentados pelo SFA-TL foram mais

adequados do que os fornecidos pelo segundo estágio do DEA. Visto que, na comparação dos resultados quanto às características específicas das companhias, os fatores indicados pelo modelo SFA-TL como determinantes se confirmaram em termos médios de eficiência obtidos por cada modelo.

Portanto, como resposta à primeira questão de pesquisa, pode-se concluir que a escolha do método de eficiência irá depender do propósito da análise, não havendo diferenças significativas entre a classificação das empresas fornecidas pelas diferentes abordagens. Por outro lado, o modelo de fronteira estocástica mostrou-se preferível para estimar os determinantes da ineficiência. Não foram encontrados outros estudos relacionados ao varejo, tanto na literatura nacional como na internacional, que realizassem a comparação entre modelos de SFA e Tobit quanto aos determinantes da eficiência, por isso destaca-se aqui a necessidade de maior investigação.

Para verificar o comportamento da eficiência e produtividade ao longo do tempo e assim responder à segunda questão de pesquisa, utilizou-se um horizonte de dez anos (2006-2015) em todos os métodos aplicados, que permitiu observar não só a evolução do setor como também das empresas individualmente (disponível no Apêndice). Em todos os métodos utilizados, foi possível perceber um movimento de queda da eficiência técnica nos últimos anos da pesquisa, cuja explicação pode estar relacionada à crise econômica pela qual o país passava na época. Pode-se perceber ainda que a eficiência técnica começou a cair antes mesmo da queda nas vendas do setor. Os resultados mostraram que em períodos de crise, o uso adequado dos fatores de produção torna-se ainda mais necessário e relevante para um resultado positivo e duradouro.

A evolução da produtividade dos supermercados, por sua vez, foi verificada pelo índice de Malmquist, que aumentou em 7,4% no período de 2006 a 2015. Conforme já foi mencionado, esse aumento na produtividade foi impulsionado pela variação positiva na tecnologia, contrário ao verificado na variação da eficiência técnica, que sofreu um pequeno decréscimo. A mudança tecnológica aqui se refere a investimentos que melhorem a produtividade de uma unidade de produção, que podem ser novos métodos, procedimentos e técnicas com o objetivo de melhorar os resultados, e não necessariamente o uso de novos equipamentos. Tendo isso

em vista, como implicações gerenciais percebe-se novamente a necessidade de realizar ajustes na produção que promovam a eficiência técnica.

Por fim, as conclusões relacionadas à terceira questão de pesquisa, que consistem na principal contribuição desta tese, são apresentadas de forma detalhada na seção seguinte onde as hipóteses da pesquisa, referentes aos determinantes da eficiência da firma e sua relação com a eficiência técnica, são discutidas e verificadas com base nos resultados do Capítulo 4.

5.2 Verificação das Hipóteses da Pesquisa

A terceira questão de pesquisa, referente aos fatores determinantes da eficiência, está estritamente relacionada ao objetivo geral desta tese que buscou identificar os fatores que causam o diferencial de eficiência entre as companhias do setor de supermercados brasileiro. Para alcançá-lo foram construídas e testadas quatro hipóteses referentes a alguns fatores identificados pela literatura como impulsionadores da eficiência varejista.

Hipótese 1: *Existe uma relação positiva entre o tamanho da rede supermercadista e sua eficiência.*

Devido à dificuldade de obtenção dos dados, não foi possível incluir na função de ineficiência uma variável apropriada para representar o tamanho da firma, por isso essa hipótese teve sua análise baseada nos resultados das correlações por postos entre os *rankings* por eficiência e por faturamento, e também pela observação da eficiência média das empresas. Os coeficientes de correlação por postos positivos mostraram que em geral, as empresas maiores também eram as com maior nível de eficiência. A correlação mais elevada foi observada entre o tamanho e os escores de eficiência gerados pelo método de SFA com heterogeneidade, com coeficientes acima de 0,9 para todos os anos. O modelo, cujos níveis de eficiência mostraram menos relação com o tamanho, foi o método não paramétrico de DEA-VRS, apesar de serem significantes e positivos em todos os anos da análise. Quando classificados em percentis de acordo com o tamanho (posição no *ranking* por faturamento) também se identificou um nível mais elevado de eficiência média nos supermercados classificados como grandes, a diferença

entre os supermercados médios e pequenos não foi tão alta. Desse modo, os resultados validam a Hipótese 1.

A confirmação da hipótese sobre a influência do tamanho na eficiência da companhia é compatível com as evidências encontradas nos estudos nacionais realizados anteriormente, indicando que o tamanho continua sendo um fator importante para a eficiência técnica dos supermercados brasileiros (Yu & Angelo; 2001; Souza, Ferreira & Venâncio, 2009; Souza, Macedo & Ferreira, 2010). Estudos internacionais realizados com supermercados também encontraram resultados semelhantes (Barros, 2006; Sellers & Mas, 2007a).

Hipótese 2: *A experiência de uma rede de supermercados tem efeito positivo na sua eficiência.*

A verificação dessa hipótese se deu com a inclusão da variável idade, que funcionou como uma *proxy* para experiência, nas funções de ineficiência da fronteira de produção estocástica e no modelo Tobit, segundo estágio do método DEA. Na primeira abordagem (ver Tabela 7), o coeficiente referente à experiência da firma não foi significante ao nível de 5%, apesar de apresentar sinal negativo conforme o esperado. Por outro lado, com o modelo Tobit o resultado foi o inverso (ver Tabela 19), o coeficiente estimado, apesar de extremamente pequeno em magnitude, se mostrou negativo e significativo ao nível de 1%. A interpretação desse resultado indica que os supermercados com mais tempo no negócio teriam menor nível de eficiência que os mais novos, contrariando a hipótese proposta e o argumento defendido por Thomas et al. (1998) de que varejistas mais experientes conseguem ser mais eficientes e produtivos dada a capacidade que a empresa adquire ao longo dos anos de realizar as atividades de forma mais eficiente.

Com a falta de concordância sobre o efeito da experiência, percebida nos resultados das duas abordagens utilizadas, procurou-se verificar a eficiência média dos supermercados classificados quanto à idade. As médias observadas foram muito semelhantes para as empresas dos dois grupos em cada um dos modelos estimados (ver Tabela 23). Resultado que se aproxima do encontrado pelo modelo SFA com heterogeneidade que não idendificou influência da experiência na eficiência da rede. Essa análise indica que a relação positiva

esperada entre experiência da rede e eficiência pode ter sido suprimida por outros fatores, como por exemplo, o uso de tecnologias melhores por parte das empresas com menor experiência, capazes de as tornarem tão eficientes quanto aquelas com mais tempo de atuação no mercado; ou ainda, conforme argumentam Lundvall e Battese (2000) com o passar do tempo os ganhos em eficiência obtidos pela aprendizagem podem se tornar menores, diminuindo a diferença entre a eficiência das empresas mais experientes e mais jovens.

A análise dos resultados indica pela não aceitação da hipótese, no entanto é importante destacar a necessidade de maior investigação desse determinante, dado que até o momento de fechamento desta pesquisa, a relação entre a idade da firma e a eficiência técnica ainda não havia sido testada para o setor de supermercados brasileiro por outros trabalhos.

Hipótese 3: *Operações de fusão e aquisição têm efeito positivo na eficiência das redes de supermercados*

Mesmo com a elevada quantidade de operações de F&A no setor de supermercados brasileiro e sua reconhecida contribuição para reestruturação do setor, a relação entre a realização dessas transações e a eficiência ou desempenho da varejista ainda não haviam sido testadas. Mesmo na literatura internacional os trabalhos que testam essa relação são escassos. Na tentativa de preencher essa lacuna, a Hipótese 3 foi testada em duas abordagens, paramétrica e semiparamétrica. Na primeira abordagem a relação entre F&A e eficiência foi medida de forma inversa, visto que a variável dependente da função do componente de erro é a ineficiência das firmas e não a eficiência que é estimada pela função de produção. Os resultados da Tabela 7 mostram uma relação negativa e significante entre realização de F&A e a ineficiência dos supermercados nos dois modelos estimados. Esse resultado indica que as empresas que realizaram fusões ou aquisições no período foram mais eficientes que aquelas que não realizaram. Entretanto, no segundo estágio do DEA, que corresponde à abordagem semiparamétrica, o coeficiente da variável F&A não foi significativo (ver Tabela 23).

Na comparação da eficiência média foi verificado que as companhias que realizaram alguma operação de F&A no período obtiveram eficiência mais elevada que as demais, confirmando o resultado fornecido pela estimação da fronteira estocástica e validando a Hipótese 3. Com

base nessa análise, evidencia-se que a realização de operações de fusão e aquisição promove um efeito positivo sobre a eficiência da rede supermercadista.

Hipótese 4: *O poder de mercado tem impacto positivo sobre a eficiência das redes supermercadistas*

O poder de mercado para os supermercados brasileiros foi representado pela hipótese 4, que foi testada com a inclusão de uma variável independente na equação de ineficiência nos modelos de SFA e no segundo estágio do método DEA, cujos resultados foram apresentados nas Tabelas 7 e 19, respectivamente. Na primeira, o coeficiente do parâmetro foi negativamente significante, o que significa que quanto menor o poder de mercado maior a ineficiência da rede supermercadista. No segundo estágio do modelo semiparamétrico, no qual a variável dependente é a eficiência das firmas, o coeficiente encontrado para a variável MS foi positivo e significante, indicando que quando ocorre um aumento no poder de mercado da rede a eficiência da mesma também aumenta. Com base nesses resultados conclui-se que o poder de mercado exerce influência positiva (negativa) sobre a eficiência (ineficiência) dos supermercados brasileiros. Essa relação também foi observada na comparação entre as eficiências médias, na qual foi possível perceber que os supermercados com maior *market-share* também apresentavam maior eficiência, confirmando assim a Hipótese 4.

5.3 Limitações e Trabalhos Futuros

Ao longo do processo de elaboração desta pesquisa surgiram várias lacunas e limitações, algumas das quais decorrentes dos próprios objetivos traçados e opções metodológicas, que, no entanto podem servir como ponto de partida para o desenvolvimento de estudos futuros promissores. A primeira delas refere-se às variáveis da função de produção, cujo critério de escolha baseou-se nas informações disponibilizadas publicamente pelas supermercadistas e que haviam sido utilizadas anteriormente pela literatura. Como a grande maioria das empresas que fazem parte do setor de supermercados não é de capital aberto e não possuem obrigação

de publicar suas demonstrações de resultados, balanços e etc, não foi possível ter acesso às informações que possibilitariam uma análise mais completa sobre a eficiência ou até mesmo sob outra perspectiva. A disponibilidade de dados financeiros permitiria, por exemplo, usar o lucro como variável produto ao invés das vendas brutas e o ativo total para representar o capital.

Nos modelos da abordagem paramétrica foram utilizadas apenas duas formas funcionais, Cobb-Douglas e Translog, visto que o foco da tese não estava no estudo das funções de produção, porém essa escolha pode ter limitado os resultados das fronteiras estocásticas. As consequências de possíveis problemas relacionados à especificação da função foram minimizadas pela utilização da abordagem não paramétrica que não requer uma forma funcional para função de produção, na medida em que utiliza o método matemático de otimização para obter as eficiências. Entretanto, para estudos futuros que utilizem modelos de fronteira de produção estocástica, sugere-se a utilização de formas mais flexíveis para a função de produção, como por exemplo, as funções CES (*Constant Elasticity of Substitution*) e a Flexível de Fourier sugeridas pela literatura, a fim de comparar seus resultados aos obtidos com funções mais restritas.

Na análise da ineficiência, as variáveis utilizadas para encontrar os fatores determinantes também foram limitadas pelas informações disponíveis sobre as supermercadistas no período estudado. Dependendo da disponibilidade de recursos e acesso do pesquisador aos dados, também pode ser interessante testar o impacto de outras características específicas das firmas sobre a eficiência, a depender do foco da análise. Seria interessante verificar, por exemplo, se os serviços oferecidos pelos supermercados (estacionamento, farmácia, caixa eletrônico, etc.), ou estratégias como as de preços, o mix de produtos e promoções afetam a eficiência dos varejistas; além de outros fatores relacionados às operações, como despesas operacionais, custos, nível de estoque e índice de perdas. Pode ser interessante ainda estudar essas características e as possíveis diferenças de eficiência entre formatos do setor, como supermercados, hipermercados, lojas de proximidade, atacarejo e etc.

No que diz respeito à amostra, apesar de ser utilizado um conjunto de apenas 82 redes para representar todo o setor, foi possível fazer algumas generalizações a cerca do desempenho dos

supermercados brasileiros, dado que esse conjunto é responsável por mais de 50% de todas as vendas dos supermercados no Brasil. Porém, mesmo a amostra não sendo extensa, foi possível verificar muitas discrepâncias entre as redes supermercadistas, em grande parte, explicadas pelos diferentes tamanhos das empresas que compuseram a amostra. Na tentativa de minimizar os problemas causados pelas diferenças entre as unidades da amostra, considerou-se a presença de heterogeneidade observada na função de ineficiência da abordagem paramétrica, conforme Battese e Coelli (1995), e as variáveis exógenas na abordagem semiparamétrica. No entanto, conforme destaca Zhang (2012), assim como as formas funcionais, a posição das variáveis exógenas leva a diferenças significativas na estimação, tanto em aspectos estatísticos quanto econômicos. Nesse sentido, sugere-se a realização de estudos que investiguem e comparem os resultados de modelos de fronteira estocástica com diferentes posições para as variáveis exógenas, seja na estrutura da função, na média ou na variância do componente de erro a fim de encontrar o modelo mais adequado.

Por último, outro aspecto interessante de ser testado é a generalização e comparabilidade dos resultados. Trabalhos futuros podem aprofundar a análise verificando a aplicabilidade dos modelos aqui utilizados a outros setores e/ou países, como por exemplo, por meio de um estudo comparativo do tipo *cross-country*. Um estudo *cross-country* se caracteriza pela análise de questões ou fenômenos específicos em dois ou mais países com a intenção de comparar suas manifestações em diferentes contextos socioculturais, utilizando os mesmos instrumentos de pesquisa, seja a partir de uma análise secundária de dados ou realizando um novo trabalho empírico (Hantrais, 2009). A realização de um estudo desse tipo permitirá identificar semelhanças e diferenças entre redes supermercadistas atuantes no Brasil e em outros países, seja para fazer generalizações a partir delas, seja para obter uma compreensão mais aprofundada no que se referem as suas fronteiras de eficiência. Além disso, com a utilização de dados no nível da firma será possível identificar os tipos de varejistas mais eficientes, as possíveis causas para a diferença de eficiência entre as redes, além da possibilidade de realizar *benckmarking* tanto entre empresas do mesmo país quanto de países diferentes.

Embora os vários aspectos citados como limitações sejam válidos e mereçam ser investigados, acredita-se que os resultados obtidos na presente pesquisa alcançaram o objetivo proposto e

contribuem para o avanço da literatura sobre eficiência do varejo no Brasil. O estudo da eficiência ao longo do tempo por meio da utilização de dados em painel, a aplicação de fronteiras estocásticas para estimação da eficiência, a comparação entre as diferentes abordagens de fronteira e a identificação do tamanho, das operações de fusões e aquisições e do poder de mercado como fatores determinantes da eficiência dos supermercados brasileiros, constituem importantes contribuições para a área.

REFERÊNCIAS

Afriat, S. N. (1972) Efficiency Estimation of Production Functions. *International Economic Review*, 13, 568-598.

Aguiar, D. R. D.; & Silva, A. L. (2002). Changes in Beef Consumption and Retailing Competitiveness in Brazil: A Rapid Appraisal. *Agribusiness*, 18 (2), 145-161.

Aichian, A. A., & Kessel, R. A. (1962). Competition, Monopoly, and the Pursuit of Pecuniary Gain. In *Aspects of labor economics* (pp. 157-183). Princeton University Press.

Aigner, D. J., & Chu, S. (1968). On Estimating the Industry Production Function. *American Economic Review*, 58, 826-839.

Aigner, J., Lovell, K., & Schmidt, J. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6 (1), 21-37.

Alvarez, R., & Crespi, G. (2003). Determinants of technical efficiency in small firms. *Small Business Economics*, 20, 233-244.

Amin, M. C., & Aguiar, D. R. D. (2006). Concentração industrial, fusões e turnover no setor supermercadista brasileiro. *Gestão & Produção*, 13 (2), 45-56.

Andrews, D. F. & Pregibon, D. (1978) Finding the outliers that matter, *Journal of the Royal Statistical Society*, 40, 85- 93, Series B.

Arrow, K.; Chenery, H.; Minhas, B., &Solow, R. (1961), Capital-Labor Substitution and Economic Efficiency, *Review of Economics and Statistics*, 43, pp. 225-250.

Assaf, A.G.; Barros, C.; & Sellers, R. R. (2011). Efficiency determinants in retail stores: a Bayesian framework. *Omega*, 9 (3), pp. 283-292.

Assaf, G., Josiassen, A., Ratchford, B. T., & Barros, C. P. (2012). Internationalization and Performance of Retail Firms: A Bayesian Dynamic Model. *Journal of Retailing*, 88 (2), 191-205.

Associação Brasileira de Atacadistas e Distribuidores - ABAD. (2016). Ranking ABAD Nielsen 2016. Recuperado em 13 de outubro de 2016, disponível em http://www.abad.com.br/imgs/2016/ranking/apresentacao_ranking_2016.pdf.

Associação Brasileira de Supermercados - Abras (2014). Economia – A informação que fala direto ao seu bolso, nº38. Recuperado em 15 de abril de 2015 do http://www.abrasnet.com.br/pdf/abraseconomia38.pdf.

Associação Brasileira de Supermercados - Abras (2016). Os números do setor. (n.d.). Recuperado em 28 de outubro de 2016 do http://www.abrasnet.com.br/economia-e-pesquisa/ranking-abras/os-numeros-do-setor/.

Babbie, E. (2008). *The Basic of Social Research* (4th ed.). Belmont, CA:Thomson Higher Education.

Banco Central do Brasil - BCB (2016). Decisões do Copom sobre taxa de juros. Recuperado em 28 de outubro de 2016 do http://www.bcb.gov.br/pec/Indeco/Port/indeco.asp.

Banker, R. D., & Chang, H. (2006). The super-efficiency procedure for outlier identification, not for ranking efficient units. *European Journal of Operational Research*, 175 (2), 1311-1320.

Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Models for estimating technical and scale efficiencies in data envelopment analysis. *Manag, Sci*, 30, 1078-1092.

Banker, R. D., & Natarajan, R. (2008). Evaluating contextual variables affecting productivity using data envelopment analysis. *Operations research*, 56(1), 48-58.

Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17, 99-120.

Barros, C. P., & Alves, C.A. (2004). An empirical analysis of productivity in a Portuguese retail chain using the Malmquist index. *Journal of Retailing and Consumer Services*;11 (5): 269-78.

Barros, C. P. (2006). Efficiency measurement among hypermarkets and supermarkets and the identification of the efficiency drivers: a case study. *International Journal of Retail and Distribution Management*; 34 (2): 135-54.

Battese, G. E. & Coelli, T. J. (1988) Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data. *Journal of Econometrics*, 38 (3), 387-399.

Battese, G. E. (1992). Frontier Production functions and technical efficiency: a survery of empirical applications in agricultural economics. *Agricultural Economics*, (7), 185-208.

Battese, G.E. & Coelli, T.J. (1992). Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. *Journal of productivity analysis*, 3, 153-169.

Battese, G.E., & Coelli, T. J. (1995). A Model for Technical Inefficiency Effects Stochastic Frontier Production Function for Panel Data. *Empirical Economics*, 20, 325-332.

Battese, G.E., & Corra, G.S. (1977). Estimation of a production frontier model: with application to the pastoral zone of Eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21(3), 169-179.

Bauer, P. W. (1990). Recent developments in the econometric estimation of frontiers. *Journal of econometrics*, 46(1), 39-56.

Bernardino, E. D. C., et al. (2011). *Marketing de varejo*. 4 ed. FGV.

Berndt, E., & Christensen, L. (1973), The Translog Function and The Substitution of Equipment, Structures, and Labor in U.S. Manufacturing 1929-1968, *Journal of Econometrics*, 1, pp. 81-114.

Besanko, D., Dranove, D., Shanley, M., & Schaefer, M. (2013). *Economics of Strategy*. Wiley Global Education, 6ª ed.

Betancourt R. R., *Gautschi D. A. (1998). Distribution services and economic power in a channel. *Journal of Retailing*;74(1):37–60.

Bhattacharya, M., & Bloch, H. (1997). Specification and Testing the Profit-Concentration Relationship in Australian Manufacturing. *Review of Industrial Organization*, 12, 219-230.

Braga, B. C., & Cespedes, J. G. (2014). Uma Aplicação do Modelo de Fronteira Estocástica Usando Abordagem Bayesiana. *Matemática e Estatística em Foco*, 2 (1), 71-79.

Caves, R. E. (1989) Mergers, Takeovers, and Economic Efficiency: Foresight vs. Hindsight, *International Journal of Industrial Organization*, 7(1): 151-174.

Caves, R. E., & Barton, D. R. (1990). *Efficiency in US manufacturing industries*, MIT Press, Cambridge (Mass).

Ceretta, P. S., & Scherer, F. L. (2003). Recent performance of large brazilian supermarket chains. *Latin American Business Review*, 4 (1), 1-21.

Cespedes, J. G. (2008). Modelos de fronteira estocástica: uma abordagem Bayesiana. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo.

Charnes, A., Cooper, W. W. Golany, B., & Seiford, L. (1985). Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions. *Journal of Econometrics*, 30, 91-107.

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring efficiency of decision-making units, *Eur, J, Oper, Res*, 3, 429-444.

Charnes, A., Haag, S., Jaska, P., & Semple, J. (1992). Sensitivity of efficiency classifications in the additive model of data envelopment analysis, Int. J. Sys, Sci, 23, 789-798.

Charnes, A.; Cooper, W. W.; & Seiford, L.; Stutz, J. (1982) A multiplicative model for efficiency analysis, *Socio-Economic Planning Sci*, 6: 223-224.

Chen, Y.Y.; Schmidt, P.; & Wang, H.J. (2014). Consistent Estimation of the Fixed Effects Stochastic Frontier Model, *Journal of Econometrics*, 181, 65-76.

Cherchye, L., & Post, T. (2003). Methodological advances in DEA: A survey and an application for the Dutch electricity sector. *Statistica Neerlandica*, 57 (4), 410-438.

Choi, P. B., & Weiss, M. A. (2005). An Empirical Investigation of Market Structure, Efficiency and Performance in Property-Liability Insurance. *The Journal of Risk and Insurance*, 72 (4), 635-673.

Christensen, L. R., Jorgenson, D. W., & Lau, L. J. (1973). Transcendental logarithmic production frontiers. *The review of economics and statistics*, 28-45.

Cobb, C. W., & Douglas, P. H. (1928) A theory of production. *The American Economic Review*, 18 (1): 139-165.

Coelli, T. & Henningsen, A. (2015). Frontier: Stochastic Frontier Analysis, R package version 1.1-0; http://CRAN,R-Project,org/package=frontier.

Coelli, T., Rao, D., O'Donnell, C., & Battese, G. (2005). *An Introduction to Effciency and Productivity*. Analysis. New York: Springer.

Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo - CNC (2016) Pesquisa de Intenção de Consumo das Famílias (ICF). Recuperado em 28 de outubro de 2016 do http://cnc.org.br/central-do-conhecimento/pesquisas/economia/pesquisa-de-intencao-de-consumo-das-familias-icf-outubr-1.

Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo - CNC (2016) Pesquisa Nacional de Endividamento e Inadimplência do Consumidor (Peic) Recuperado em 28 de outubro de 2016 do http://cnc.org.br/central-do-conhecimento/pesquisas/economia/pesquisa-nacional-de-endividamento-e-inadimplencia-do--22.

Constantin, P. D., Martin, D. L., & Rivera, E. B. B. d. R. Y. (2009). Cobb-Douglas, translog stochastic production function and data envelopment analysis in total factor productivity in barzilian agribusiness. *Journal of Operations and Supply Chain Management*, 2 (2), 20-34.

Cooper, W. W., Seiford, L.M., & Tone, K. (2007). *Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software*. New York: Springer.

Cornwell, C.; Schmidt, P.; & Sickles, R. (1990), Production frontiers with cross-sectional and time-series variation in efficiency levels, *Journal of Econometrics*, 46, 1-2, p. 185-200.

Cummins, J. D., Weiss, M. A. (2011). Analyzing Firm Performance in the Insurance Industry Using Frontier Efficiency Methods. In: Dionne, G., ed., *Handbook of Insurance Economics*. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA.

Cunha, A. R. A. de A. & Machado, M. (2003). Quem Vende A Cesta Básica Mais Barato? (Um Abalo No Mito Da Eficiência Das Grandes Redes Supermercadistas), CEDEPLAR/ *FACE*/ UFMG, Belo Horizonte.

Daraio, C., & Simar, L. (2007). *Advanced Robust and nonparametric methods in efficiency analysis: methodology and applications*. Springer Science & Business Media.

De Jorge, J. (2008). Efficiency and regulation in Spanish hypermarket retail trade: a crosssection approach. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 36 (1), 71-88.

De Jorge, J. (2010). Productivity growth of European retailers: a benchmarking approach, *Journal of Economic Studies*, Vol. 37 No. 3, pp. 288-313.

De Mateo, F., Coelli, T., & O'Donnell, C. (2006). Optimal paths and costs of adjustment in dynamic DEA models: with application to Chilean department stores, *Annals of Operations Research*, Vol. 145, pp. 211-27.

Debreu, G. (1951). The Coefficient of Resource Utilisation. Econometrica 19: 273-292.

Del Gatto, M., Di Liberto, A. & Petraglia, C. (2010). Measuring Productivity. *Journal of Economic Surveys.*

Deprins, D., Simar, L. & Tulkens, H., (1984) Measuring labor inefficiency in post offices. In M. Marchand, P. Pestieau and H. Tulkens (eds), *The Performance of Public Enterprises: Concepts and Measurements* (pp. 243-267). Amsterdam: North-Holland.

Donthu, N., Hershberger, E. K., & Osmonbekov, T. (2005). Benchmarking Marketing Productivity Using Data Envelopment Analysis. *J Business Research*, 58 (11), 1474-1482.

Donthu, N., & Yoo, B. (1998). Retail productivity assessment using data envelopment analysis, Journal of Retailing, Vol. 74, pp. 89-105.

Dubelaar, C., Bhargava, M., & Ferrarin, D. (2002). Measuring retail productivity. What really matters? *Journal of Business Research*; 55 (5): 417-26. Elsevier.

Färe, R., Grosskopf, S. & Lovell, C. (1994). *Production Frontiers*, Cambridge University Press, Cambridge.

Farina, E. M. M. Q., & Nunes, R. (2002). A Evolução do Sistema Agroalimentar e a Redução de Preços para o Consumidor: o efeito de atuação dos grandes compradores. Programa De Estudos Dos Negócios Do Sistema Agroindustrial PENSA, São Paulo: PENSA/FIA/ FEA/USP.

Farrell, M. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120 (3), 253-290.

Fávero, L. P.; Belfiori, P.; Silva, F. L.; & Chan, B. L.(2009). *Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões*. Rio de Janeiro:

Feeny, S. & Rogers, M. (1999). Market Share Concentration and Diversification in Firm Profitability. *Melbourne Institute Working Paper*, 20/99.

Ferreira, M. A. M., Venâncio, M. M. & Abrantes. L. A. (2009) Análise da eficiência do setor de supermercados no Brasil. *Economia Aplicada*, 13 (2).

Fried, H. O., Lovell, C. A. K. & Schmidt, S. S. (2008). *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth*, Oxford University Press, New York.

Gabrielsen, A. (1975). On estimating efficient production functions. Chr. Michelsen Institute, Department of Humanities and Social Science, (*Working Paper* No. A-35).

Gauri, D. (2013). Benchmarking Retail Productivity Considering Retail Pricing and Format Strategy. *Journal of Retailing*, 89 (1):1-14.

Giuffrida, A., & Gravelle, H. (2001). Measuring performance in primary care: econometric analysis and DEA. *Applied Economics*, 33 (2), 163-75.

Greene, W. (2005). Reconsidering Heterogeneity in Panel Data Estimators of the Stochastic Frontier Model. *Journal of Econometrics*, 126, 269-303.

Greene, W. (2008) The econometric approach to efficiency analysis. In H.O. Fried, C.A.K. Lovell and S.S. Schmidt (eds), *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth*(pp. 92-250). New York: Oxford University Press.

Greene, W. H. (1990). A gamma-distributed stochastic frontier model. *Journal of Econometrics*. North-Holland, v. 46, p. 141-163.

Griliches Z, Ringstad V (1971) Economies of scale and the form of the production function. Amsterdam, North Holland 1971.

Grupo Pão de Açúcar (2016). *Nossa História*. Recuperado em 20 de junho de 2016 no site da empresa http://www.gpabr.com/pt/conheca-o-gpa/historia-e-premios-do-gpa/.

Grupo Zaffari (2016). *Linha do tempo e história do Grupo*. Recuperado em 20 de junho de 2016 no site http://www.grupozaffari.com.br/historia/.

Gugler, K., Mueller, D. C., Yurtoglu, B. B., & Ch. Zulehner. (2003). The effects of mergers: an international comparison. *International Journal in Industrial Economics*, 21, 625-54.

Hall, P.; Simar, L. (2002). Estimating a Changepoint, Boundary, or Frontier in the Presence of Observation Error, *Journal of the American Statistical Association*, 97 (458), 523-534.

Heij, C.; de Boer, P.; Franses, P. H.; Kloek, T.; & van Dijk, H. K. (2004). *Econometric Methods with applications in Business and Economics*. Oxford: Oxford University Press.

Henderson, D.J., & Simar, L. (2005). A Fully Nonparametric Stochastic Frontier Model for Panel Data, Discussion Paper 0417, Institut de Statistique, Universite Catholique de Louvain.

Henningsen, A. (2016). censReg: Censored Regression (Tobit) Models. R package version 0.5-22, URL http://CRAN. R-project. org/package= censReg.

Henningsen, A., & Kumbhakar, S. (2009). Semiparametric stochastic frontier analysis: An application to Polish farms during transition. In European Workshop on Efficiency and Productivity Analysis (EWEPA) em Pisa, Itália, Junho (Vol. 24).

Hicks, J. (1935). Annual Survey of Economic Theory: The Theory of Monopoly. *Econometrica*, 3 (1), 1-20.

Hossain, M. A. & Karunaratne, N. D. (2004), Trade Liberalisation and Technical Efficiency: Evidence from Bangladesh Manufacturing Industries, *Journal of Development Studies*, 40(3), 87-114.

Hossain, M. K.; Kamil, A. A.; Baten, Md A.& Mustafa, Adli. (2012). Stochastic Frontier approach and Data Envelopment Analysis to Total Factor Productivity and efficiency measurement of Bangladeshi rice. *PLoS One*, 15; 7 (10).

IBEVAR (2016). Ranking Ibevar 120 Maiores Empresas do Varejo Brasileiro. (Relatório de pesquisa).

Ingene, C. A. (1982). Labor productivity in retailing. *Journal of Marketing*, 46 (4), 75-90.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2013). Demografia das Empresas. Recuperado em 13 de março de 2016 no http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=93.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016a). Séries Históricas IPCA Recuperado em 28 de outubro de 2016 do http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/defaultseriesHist.shtm.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016b). Novos Indicadores sobre a Força de Trabalho no Brasil. Recuperado em 28 de outubro de 2016 do http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/trabalhoerendimento/pnad_continua/default_novos_indicadores.shtm.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016c) Séries históricas e estatísticas - Volume de Vendas - Varejo. Recuperado em 15 de abril de 2016. http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=MC83.

Instituto Brasileiro de Planejamento Tributário - IBPT (2012). Censo das Empresas Brasileiras. Recuperado em 13 de março de 2016 no http://www.ibpt.com.br/img/uploads/novelty/estudo/372/CENSODASEMPRESASEENTIDADESOUTUBRO2012V9FINAL.pdf.

Intriligator, M. D. (1978). *Econometric Models, Techniques and Applications*, Prentice Hall, Inc. New Jersey.

Jondrow, J., Lovell, C.A.K., Materov, I.S. &Schmidt, P. (1982). On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. *Journal of Econometrics*,19 (2-3), 233-238.

Keh, H.T., Chu, S. (2003). Retail productivity and scale economies at firm level: a DEA approach. *Omega*;31 (2): 75-82.

Kneip, A., and L. Simar, 1996, A General Framework for Frontier Estimation with Panel Data, *Journal of Productivity Analysis*, 7, 187-212.

Koopmans T. (1951) *Activity analysis of production and allocation*. John Wiley & Sons, New York.

KPMG Brasil (2016). Fusões e Aquisições - 1º trimestre de 2016. Recuperado em 22 de junho de 2016 no https://home.kpmg.com/br/pt/home/insights/2016/05/fusoes-aquisicoes-1trim-2016.html.

Kumar, A. (2002). *Research Methodology In Social Science*. New Delhi: Sarup & Sons.

Kumar, J. (2003). Ownership Structure and Corporate Firm Performance. Indira Gandhi *Institute of Development Research*, Working Paper Series.

Kumbhakar, S. & Wang, A. J. (2010). Estimation of Technical Inefficiency in Production Frontier Models Using Cross-Sectional Data. *Indian Economic Review*, 45 (2),7-77.

Kumbhakar, S. C., & Lovell, C, A, K. (2000). The estimation of technical efficiency, In: *Stochastic frontier analysis*; Cambridge University Press, pp, 63-130.

Kumbhakar, S., (1990). Production Frontiers, Panel Data, and Time-Varying Technical Inefficiency. *Journal of Econometrics*, 46, 1/2, 201-212.

Kumbhakar, S.C., B.U. Park, L. Simar, & E.G. Tsionas, 2007, Nonparametric Stochastic Frontiers: A Local Maximum Likelihood Approach. *Journal of Econometrics*, 137, 1-27.

Lai, H. P., & Huang, C. J. (2010). Likelihood ratio tests for model selection of stochastic frontier models. *Journal of Productivity Analysis*, 34(1), 3-13.

Lazzarini, J., Angelo, C., Fouto, N., & Luppe, M. (2015). Uma Análise da Definição do Sortimento nos Supermercados Brasileiros e sua Influência nas Vendas. *Revista Brasileira De Marketing*, 14 (4).

Lee, Y. & Schmidt, P. (1993). A Production Frontier Model with Flexible Temporal Variation in Technical Inefficiency. In H. Fried and K. Lovell (eds.), *The Measurement of Productive Efficiency:Techniques and Applications*, Oxford University Press, New York.

Leibenstein, H. (1966). Allocative efficiency versus X-efficiency. *American Economic Review*, 56 (3): 392-415.

Leibenstein, H. (1975), Aspects of the X-Efficiency Theory of the Firm. *Bell Journal of Economics*, 6, issue 2, p. 580-606.

Leibenstein, H. (1976). Beyond economic man: A new foundation for microeconomics. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Leibenstein, H. (1987) Entrepreneurship, entrepreneurial training, and x-efficiency theory, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 8(2):191-205.

Lins, E., Almeida, B. F., & Junior, R. B. (2004). Avaliação de desempenho na pós-graduação utilizando a Análise Envoltória de Dados: o caso da Engenharia de Produção. *Revista Brasileira de Pós-graduação*,1: 41-56.

Lundvall, K., & Battese, G. E. (2000) Firm size, age and efficiency: Evidence from Kenyan manufacturing firms. *The Journal of Development Studies*, 36: 3, 146-163.

Magalhães, M. M., Souza Filho, H. M., Sousa, M. R., Silveira, J. M. F. J. & Buainain, A. M. (2011). Land reform in NE Brazil: a stochastic frontier production efficiency evaluation. *Revista de Economia Sociologia Rural*, 49 (1), 9-30.

Makadok, R. (1999). Interfirm differences in scale economies and the evolution of market share. *Strategic Management Journal*, 20 (10), 935-952.

Malmquist, S. (1953). Index numbers and indifference surfaces. *Trabajos de Estadistica*, 4, 209-242.

McDonald, J. (2009). Using least squares and tobit in second stage DEA efficiency analyses. *European Journal of Operational Research*, 197(2), 792-798.

Meeusen, W. & Van Den Broeck, J. (1977) Efficiency estimation from Cobb–Douglas production functions with composed error. *International Economic Review*. 18 (2), 435-444.

Melitz, M. (2003). The Impact of Trade on Intra-industry Reallocations and Aggregate Productivity Growth. *Econometrica*, 71, 1695-1725.

Mishra, S. K. (2010). A brief history of production functions. *The IUP Journal of Managerial Economics*, 8, (4), 6-34.

Moatti, V., Ren, C. R., Anand, J., & Dussauge, P. (2015). Disentangling the performance effects of efficiency and bargaining power in horizontal growth strategies: An empirical investigation in the global retail industry. *Strategic Management Journal*, 36 (5), 745-757.

Moreira, N. P., Cunha, N. R.S, Ferreira, M. A. M., & Silveira, S. F. R. (2011). Fatores determinantes da eficiência dos programas de pós-graduação acadêmicos em Administração, Contabilidade e Turismo. Avaliação. *Revista da Avaliação da Educação Superior*, 16 (1), 201-230.

Moreno, J. (2008). Efficiency and regulation in Spanish hypermarket retail trade, International *Journal of Retail & Distribution Management*, 36 (1), 71088.

Moreno, J. & Carrasco, R, O. (2015). Evolution of efficiency and its determinants in the retail sector in Spain: new evidence. *Journal of Business Economics and Management*, Vol. 16 (1), pp. 244-260.

Mueller, D. C. (2004). Efficiency versus Market Power through Mergers, ch. 2 in *The International Handbook of Competition*, Edward Elgar (eds). Cheltenham, UK • Northampton, MA, USA.

Murillo-Zamorano, L.R (2004). Economic efficiency and frontier techniques. *Journal of Economic Surveys*, 18 (1) (2004), pp. 33-77.

Murillo-Zamorano, L.R. & Vega-Cervera, R. (2001). The Use of Parametric and Nonparametric Frontier Methods to Measure the Productive Efficiency in the Industrial Sector: A Comparative Study. *International Journal of Production Economics*, 69, 265-275.

Murthy, K. & Bhanu, V. (2002). Arguing a Case for Cobb-Douglas Production Function. *Review of Commerce Studies*, (1) 20-21.

Neri, Marcelo C. (Org.). (2010). A nova classe média: o lado brilhante dos pobres. Rio de Janeiro: FGV/CPS.

Neuman, W. L. (2006). *Social research methods: Qualitative and quantitative approaches*. Boston: Pearson.

OECD (2014). Competition Issues in the Food Chain Industry 2013. Organisation for Economic Co-operation and Development. DAF/COMP (2014) 16. Recuperado em 22 de junho de 2016 no https://www.oecd.org/daf/competition/CompetitionIssuesintheFoodChainIndustry.pdf.

OECD (2015). *Competition Issues in the Groceries Sector: Focus on Conduct*. Apresentado no13th meeting of the OECD-IDB Latin American Competition Forum em 23-24 setembro de 2015. Recuperado em 30 de junho de 2016 no http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DAF/COMP/LACF(2015)26&docLanguage=En.

Oh, Dong-hyun, & Dong-hyun Oh, Maintainer. Package nonparaeff. (2015); Disponível em https://cran.r-project.org/web/packages/nonparaeff/nonparaeff.pdf.

Oustapassidis, K., Vlachvei, A., & Notta, O. (2000). Efficiency and Market Power in Greek Food Industries. *American Journal of Agricultural Economics*, 82, 623-629.

Pareto V. (1909). *Manuel d'Economie Politique*. Giars & Briere, Paris.

Pavelescu, F. (2011). Some aspects of the translog production function estimation. *Romanian Journal of Economics*, 32 (1): 131-150.

Perrigot, R., & Barros, C. P. (2008). Technical efficiency of French retailers. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 15 (4), pp. 296-305.

Pitt, M. & Lee, L. (1981). The Measurement and Sources of Technical Inefficiency in Indonesian Weaving Industry," Journal of Development Economics, 9, 43-64.

Reynolds, J., Howard, E., Dragun, D., Rosewell, B., & Ormerod, P. (2005). Assessing the productivity of the UK retail sector. *International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, 15(3); 237-280.

Richmond, J. (1974). Estimating the Efficiency of Production, International Economic Review, 15, 515-521.

Santos, A. M. M. M. & Gimenez, L. C. P. Reestruturação do comércio varejista e de supermercados. Rio de Janeiro: BNDES, Estudos setoriais, comércio e serviços, jan. 2002. 26 p.

Scherer, F., & Ross, D. (1990). Industrial Market Structure and Economic Performance. Houghton Mifflin: *Boston, MA.*

Schmidt, P. & Sickles, R. (1984). Production Frontiers with Panel Data. *Journal of Business and Economic Statistics*, 2 (4), 367-374.

Sellers, R. R., & Mas F. (2007a). An empirical analysis of productivity growth in retail services: evidence from Spain. *International Journal of Service Industry Management*, 18 (1); 52-69.

Sellers, R. R., & Mas F. (2007b). Different approaches to the evaluation of performance in retailing. *International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*;17 (5): 503-52.

Sellers, R. R., & Mas F. (2009). Technical efficiency in the retail food industry: the influence of inventory investment, wage levels, and age of the firm. *European Journal of Marketing*;43 (5/6): 652-69.

Sellers, R. R. & Más, F. (2009). Efficiency vs. market power in retailing: analysis of supermarket chains. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 16 (1), 61-7.

Sellers, R. R. (2014). Determining factors of Spanish retailers' efficiency. University of Alicante, Working Paper Series.

Sengupta, J. K., 1995. Dynamics of Data Envelopment Analysis. In: Theory of Systems Efficiency. Kluwer Academic Publishers., Dordrecht.

Sharkey, T., & Stiegert, K. (2006). *Impacts of nontraditional food retailing supercenters on food price changes.* Department of Agricultural and Applied Economics, University of Wisconsin-Madison. FSRG Monograph Series nº20.

Simar, L. (2003) Detecting outliers in frontier models: a simple approach, *Journal of Productivity Analysis*, 20, 391 424.

Simar, L., & Wilson, P. W. (2002). Non-parametric tests of returns to scale. European Journal of Operational Research, 139, 115-132.

Simar, L., & Wilson, P.W. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi parametric models of production processes. *Journal of Econometrics*. Vol. 136, pp. 31-64.

Simar, L., & Wilson, P. W. (2011). Two-stage DEA: caveat emptor. *Journal of Productivity Analysis*. Vol. 36, pp. 205-218.

Simon, H. (1955). A behavioral model of rational choice. *Quarterly Journal of Economics*, 69 (1): 99-118.

Singh, K. (2007). Quantitative Social Research Methods, *SAGE Publications*.

Souza, G. S. (2006). Significância de efeitos técnicos na eficiência de produção da pesquisa agropecuária. *Revista Brasileira de Economia*, 60 (1), 69-86.

Souza, G. S., Faria, R. C., & Moreira, T. B. S. (2008). Efficiency of Brazilian public and private water utilities. *Estud. Econ.* [online], 38 (4), 905-917.

Souza, M. A. F., Macedo, M. A. S., & Ferreira, M. S. (2010). Desempenho organizacional no setor supermercadista brasileiro: uma análise apoiada em DEA. *REGE*, 17 (2), 151-167.

Souza, M. V. P., Diallo, M., Souza, R. C., & Baidya, T. K. N. (2010). The cost efficiency of the Brazilian electricity distribution utilities: a comparison of Bayesian SFA and DEA models. *Mathematical Problems in Engineering, Annual*.

Souza, M. V. P., Souza, R. C. & Pessanha, J. F. M. (2010). Custos operacionais eficientes das distribuidoras de energia elétrica: um estudo comparativo dos modelos DEA e SFA. *Gest. Prod.*,17 (4), 653-667.

Spinks, J., & Hollingsworth B. (2009). Cross-country comparisons of technical efficiency of health production: a demonstration of pitfalls. Applied Economics, 41 (4), 417-27.

Stevenson, R. E. (1980). Likelihood functions for generalized stochastic frontier estimation. *Journal of Econometrics*. North-Holland, v. 13, p. 57-66.

Stiegert, K. W., & Kim, D. H. (2009). Structural changes in food retailing: six country case studies. Madison: Food System Research Group, University of Wisconsin-Madison.

Tandon S., Landes, M. R., & Woolverton, A. (2011). The Expansion of Modern Grocery Retailing and Trade in Developing Countries. *Economic Research Report* No. (ERR-122), Washington, DC: US Department of Agriculture, Economic Research Service.

Tannuri-Pianto, M. E., Sousa, M. C. & Arcoverde, F. D. (2009). Fronteiras de eficiência estocásticas para as empresas de distribuição de energia elétrica no Brasil: uma análise de dados de painel. *Estudos Econ*ômicos, 39 (1), 221-247.

Thomas, R.; Barr, R.; Cron, W.; Slocum, J. (1998). A process for evaluating retail store efficiency: a restricted DEA approach. *International Journal of Research in Marketing*, Vol. 15, pp. 487-503.

Timmer, C. P. (1971). Using a probabilistic frontier production function to measure technical efficiency. *Journal of Political Economy*, 79, 776-794.

Tobin, J. (1958). Estimation of relationships for limited dependent variables. *Econometrica* 26: 24-36.

Varabyova, Y., & Schreyögg, J. (2013). International comparisons of the technical efficiency of the hospital sector: Panel data analysis of OECD countries using parametric and non-parametric approaches. *Health policy*, 112 (1-2), 70-79.

Vilcu, G. E. A geometric perspective on the generalized Cobb-Douglas production functions, *Appl. Math. Lett*., 24 (5) (2011), 777-783.

Wilson, P. W. (1993). Detecting outliers in deterministic nonparametric frontier models with multiple outputs. *Journal of Business and Economic Statistics*, 11, 319-323.

Wilson, P. W. (2013). FEAR: frontier efficiency analysis with R. R package version, 2.

Wilson, P. W. (2010). Detecting Outliers in Deterministic Nonparametric Frontier Models with Multiple Outputs: Correction. *Unpublished Working Paper*, Department of Economics, Clemson University, Clemson, South Carolina 29634.

Winsten, C. B. (1957). Discussion on Mr. Farrell's Paper. *Journal of the Royal Statistical Society*, Series A (120), 282-284.

Wooldridge, J. M. A. (2010). *Review of Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. (2nd ed.), Cambridge, MA: MIT Press.

Worthington, A. C. (2004). Frontier efficiency measurement in health care: a review of empirical techniques and selected applications. *Medical care research and review*, 61 (2), 135-170.

Yu, A. S. O., & Angelo, C. F. (2001).Performance of Brazilian supermarkets: A comparative analysis between large and small store chains. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 8 (4), 339-348.

Zhang, M. (2012). The comparison of stochastic frontier analysis with panel data models (Tese de Doutorado). Loughborough University, Leicestershire, UK. Recuperado em 5 de agosto de 2015, disponível em https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/handle/2134/9643.

APÊNDICE

APÊNDICE 1 – Modelo de Fronteira Estocástica baseado em Aigner, Lovell e Schmidt (1977)

O processo de estimação da eficiência técnica, com base na distribuição condicional de u_i, pode ser explicada assumindo uma forma funcional Cobb-Douglas com transformação logarítmica para estimar o modelo de fronteira estocástica, assumindo que a ineficiência (u_i) segue uma distribuição half-normal (Aigner, Lovell & Schmidt,1977):

$$lny_i = \beta_0 + \sum_n \beta_n lnx_{ni} + (v_i - u_i) \tag{26}$$

(i) v_i é iid com N(0, σ_v^2)

(ii) u_i segue uma distribuição half normal, $u_i \sim N^+(0, \sigma_u^2)$

(iii)vi, u_i e x_{ni} são mutuamente independentes.

A função densidade da probabilidade de $v_i > 0$ é dada por:

$$f(v) = \frac{2}{\sqrt{2\pi\sigma_v}} . exp\left\{-\frac{v^2}{2\sigma_v^2}\right\} \tag{27}$$

A função densidade de u é similar à função densidade de v, no entanto é unilateral. Como u e v são independentes um do outro a função de densidade conjunta de $\varepsilon = v - u$ é o produto das duas funções de densidade. $f(\varepsilon)$ e será assimetricamente distribuída.

$$f(\varepsilon) = f(u).f(v) = \frac{2}{2\pi\sigma_u\sigma_v} . exp\left\{-\frac{u^2}{2\sigma_u^2} - \frac{v^2}{2\sigma_v^2}\right\} \tag{28}$$

Desde que $\varepsilon = v - u$, $v = \varepsilon + u$ e, portanto $v^2 = (\varepsilon+u)^2$. Substituindo o valor de v^2 na equação (27), a densidade de probabilidade conjunta para u e ε é:

$$f(u,\varepsilon) = \frac{2}{2\pi\sigma_u\sigma_v}.exp\left(-\frac{u^2}{2\sigma_u^2} - \frac{(\varepsilon+u)^2}{2\sigma_v^2}\right) \tag{29}$$

A função de densidade marginal de ε é obtida pela integração de u,

$$f(\varepsilon) = \int_0^\infty f(u,\varepsilon)dx$$

$$= \frac{2}{\sqrt{2\pi\sigma}}.\left[1 - \Phi\left(\frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right)\right].exp\left\{-\frac{\varepsilon^2}{2\sigma^2}\right\}$$

$$= \frac{2}{\sigma}.\phi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right).\Phi\left(-\frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right) \tag{30}$$

Onde $\sigma = (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)^{\frac{1}{2}}$, $\lambda = \sigma_u/\sigma_v$ e $\phi(.)$ e $\Phi(.)$ são, respectivamente, a função densidade de probabilidade e a função distribuição acumulada da distribuição normal padrão.

A partir da equação (26) temos que $\varepsilon_i = Lny_i - (\beta_0 + \sum_i^n \beta_n Lnx_i)$ e usando a função de densidade (30), o logaritmo da função de verossimilhança é escrito como:

$$lnL = -\frac{1}{2}\ln\left(\frac{\pi\sigma^2}{2}\right) + \sum_i ln\phi\left(-\frac{\varepsilon_i\lambda}{\sigma}\right) - \frac{1}{2\sigma^2}\sum_i \varepsilon_i^2 \tag{31}$$

O primeiro termo é definido por Aigner, Lovell e Schmidt (1977) como uma constante. Pela maximização dessa função de log verossimilhança com relação aos parâmetros, as estimativas de máxima verossimilhança de todos os parâmetros são obtidas. O objetivo final da análise de fronteira estocástica é obter a eficiência técnica de cada produtor, para isso é necessário estimar o componente do erro que captura a ineficiência.

De acordo com Jondrow et al. (1982) para separar o termo de ineficiência do termo de erro composto, é preciso obter a distribuição condicional de u_i dado ε_i. Portanto, a densidade condicional de u dado ε é a razão da equação (29) pela equação (30), a qual é dada por:

$$f(u|\varepsilon) = \frac{f(u,\varepsilon)}{f(\varepsilon)} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^*}} \,.\, exp\left[-\frac{(u-\mu^*)^2}{2\sigma^{*2}}\right] / \left[1 - \emptyset\left(-\frac{\mu^*}{\sigma^*}\right)\right] \quad (32)$$

Onde $\mu^* = -\varepsilon(\sigma_u^2/\sigma^2)$ e $\sigma^{*2} = \sigma_u^2\sigma_v^2/\sigma^2$.

Como $f(u|\varepsilon)$ segue uma distribuição N*(μ*, σ*^{2}), tanto a média quanto a moda desta distribuição podem ser usadas como estimador de u_i:

$$E(u_i|\varepsilon_i) = \mu_i^* + \sigma^*\left[\frac{\phi(-\mu_i^*/\sigma^*)}{1-\Phi(-\mu_i^*/\sigma^*)}\right] = \sigma^*\left[\frac{\phi\left(\frac{\varepsilon_i\lambda}{\sigma}\right)}{1-\Phi\left(\frac{\varepsilon_i\lambda}{\sigma}\right)} - \left(\frac{\varepsilon_i\lambda}{\sigma}\right)\right] \quad (33)$$

e

$$M(u_i|\varepsilon_i) = \begin{cases} -\varepsilon_i(\sigma_u^2/\sigma^2), & se\ \varepsilon_i \leq 0 \\ 0, & caso\ contrário \end{cases} \quad (34)$$

Após obter o estimador de u_i, a eficiência técnica TE_i pode ser estimada por:

$$TE_i = exp\{-\hat{u}_i\} \quad (35)$$

Onde $\hat{u}_i$ é $E(u_i|\varepsilon_i)$ ou $M(u_i|\varepsilon_i)$; TE_i é a medida de eficiência técnica, com $0 < TE_i \leq 0$.

A suposição inicial de distribuição half-normal pareceu excessivamente limitada, e por isso numerosas alternativas para distribuição do termo de ineficiência foram sugeridas posteriormente. De acordo com Meeusen e van den Broeck (1977) o modelo exponencial assume as seguintes suposições para os componentes do erro:

(i) vi ~ iid N(0, σ_v^2)

(ii) u_i ~ iid exponencial

(iii) vi e u_i são independentemente distribuídos um do outro e dos regressores.

A estimação da ineficiência técnica pelo método de máxima verossimilhança, assumindo que u_i segue uma distribuição exponencial, é dada por:

$$lnL(\beta, \sigma_u, \sigma_v) = \sum_{i=1}^{N} \left[-ln\sigma_u + \frac{1}{2}\left(\frac{\sigma_v}{\sigma_u}\right)^2 + ln\Phi\left(\frac{-\left(\varepsilon_i + {\sigma_v^2}/{\sigma_u^2}\right)}{\sigma_v} \right) + \frac{\varepsilon_i}{\sigma_u} \right] \quad (36)$$

Assim como no caso da half-normal, o estimador pontual da eficiência técnica pode ser obtido a partir da média ou da moda da distribuição condicional de u dado ε (Kumbhakar & Lovell, 2000).

Conforme orientam Kumbhakar e Lovell (2000), o modelo exponencial pode ser generalizado ao assumir que u segue uma distribuição gama:

(i) vi ~ iid N(0, σ_v^2)

(ii) u_i ~ iid gama

(iii) vi e u_i são independentemente distribuídos um do outro e dos regressores.

A forma mais simples da função de verossimilhança com distribuição gama é:

$$lnL(\beta, \sigma_u, \sigma_v) = lnLexponencial + \sum_{i=1}\left[-(P-1)ln\sigma_u - ln\Gamma(P) + ln_q(P-1, \varepsilon_i)\right] \quad (37)$$

$$q(i, \varepsilon_i) = E\left[z^i | z > 0, \varepsilon_i\right]$$

$$z \sim N\left[-\varepsilon_i + \frac{\sigma_v^2}{\sigma_u^2}, \sigma_v^2\right]$$

Em que:

$lnL_{exponencial}$: função de verossimilhança da distribuição exponencial

$q(i, \varepsilon_i)$: momento fracional da distribuição normal truncada;

P: parâmetro da distribuição gama.

$P = 1$: o segundo termo da direita da função de verossimilhança é zero e a distribuição é igual a exponencial.
$P < 1$: concentração das observações em torno do zero.
$P > 1$: a distribuição descola-se do zero, sendo o caso mais plausível para detectar ineficiência em modelos de fronteira estocástica.

Assim como nos demais modelos apresentados, deve-se seguir os mesmos passos até obter o estimador pontual, a diferença está apenas na distribuição assumida para u.

APÊNDICE 2 – Identificação dos *outliers* (2006 – 2015)

A identificação dos *outliers* foi realizada com base no modelo proposto por Wilson (1995). A seguir são apresentadas as tabelas e os gráficos utilizados para analisar e excluir os *outliers* da amostra.

Tabela 24: Matriz de *outliers* para o ano de 2006

i	Observações								$R^{(i)}_{min}$
1	57								0,39140
2	83	57							0,19123
3	26	83	57						0,11503
4	32	26	83	57					0,07057
5	32	26	65	83	57				0,03615
6	32	26	65	64	83	57			0,02173
7	22	32	26	65	64	83	57		0,01295
8	6	22	32	26	65	64	83	57	0,00869

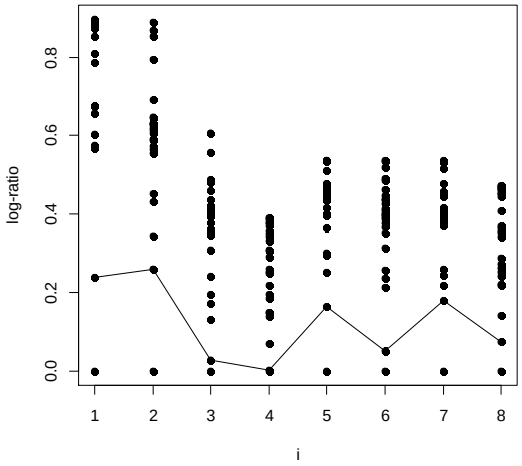


Gráfico 9: Log-ratio para o ano de 2006

Tabela 25: Matriz de *outliers* para o ano de 2007

i	Observações								$R^{(i)}_{min}$
1	83								0,38859
2	57	83							0,16403
3	26	57	83						0,08851
4	32	26	57	83					0,04892
5	65	32	26	57	83				0,02117
6	64	65	32	26	57	83			0,01294
7	22	64	65	32	26	57	83		0,00850
8	36	22	64	65	32	26	57	83	0,00605

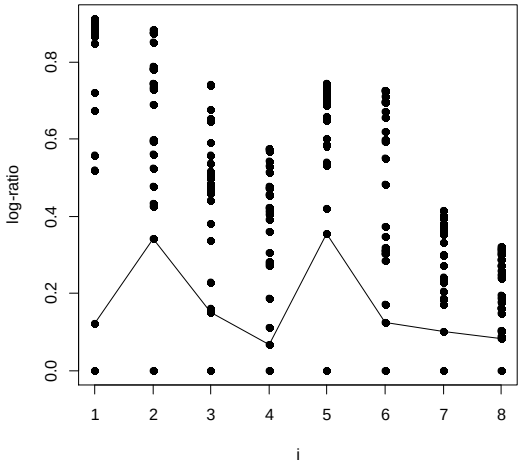


Gráfico 10: Log-ratio para o ano de 2007

Tabela 26: Matriz de *outliers* para o ano de 2008

i	Observações								$R^{(i)}_{min}$
1	83								0,30218
2	57	83							0,12019
3	26	57	83						0,05833
4	32	26	57	83					0,03127
5	65	32	26	57	83				0,01305
6	6	65	32	26	57	83			0,00791
7	64	6	65	32	26	57	83		0,00472
8	36	64	6	65	32	26	57	83	0,00297

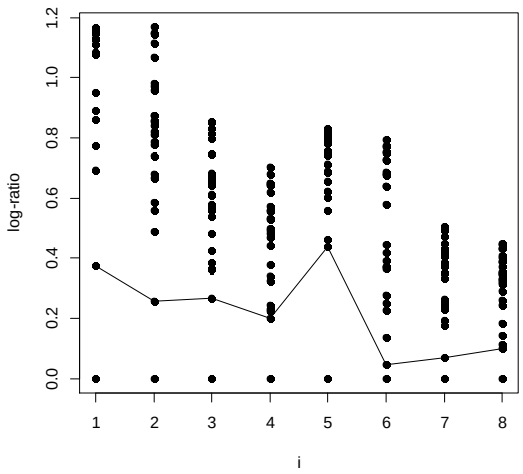


Gráfico 11: Log-ratio para o ano de 2008

Tabela 27: Matriz de *outliers* para o ano de 2009

i	Observações								$R^{(i)}_{min}$
1	57								0,37817
2	83	57							0,15776
3	26	83	57						0,05518
4	26	64	83	57					0,02775
5	32	26	64	83	57				0,01685
6	32	65	26	64	83	57			0,00722
7	36	32	65	26	64	83	57		0,00448
8	36	22	32	65	26	64	83	57	0,00317

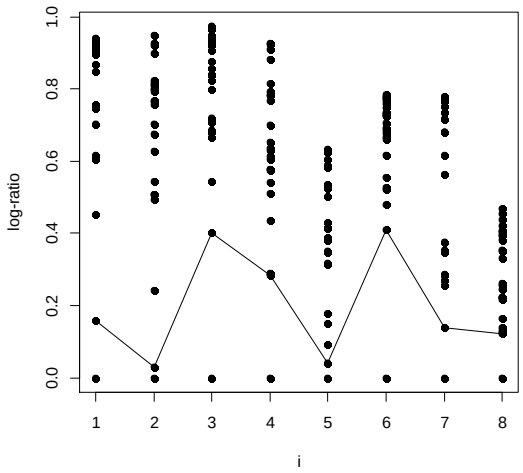


Gráfico 12: Log-ratio para o ano de 2009

Tabela 28: Matriz de *outliers* para o ano de 2010

i	Observações								$R^{(i)}_{min}$
1	83								0,22299
2	26	83							0,06743
3	57	26	83						0,02547
4	32	57	26	83					0,01492
5	32	64	57	26	83				0,00697
6	65	32	64	57	26	83			0,00284
7	65	32	36	64	57	26	83		0,00178
8	65	22	32	36	64	57	26	83	0,00137

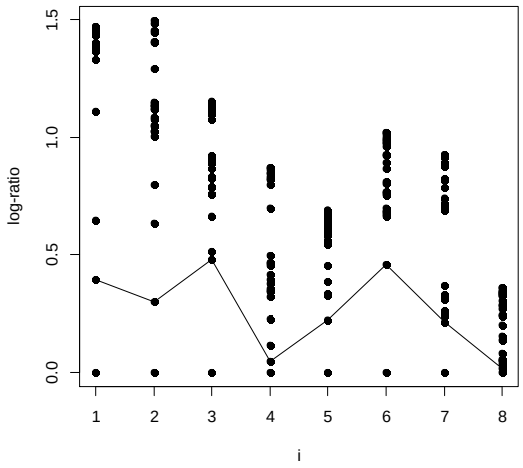


Gráfico 13: Log-ratio para o ano de 2010

Tabela 29: Matriz de *outliers* para o ano de 2011

i	Observações								$R^{(i)}_{min}$
1	83								0,18539
2	57	83							0,10669
3	26	57	83						0,05489
4	26	8	57	83					0,02795
5	26	32	8	57	83				0,01378
6	65	26	32	8	57	83			0,00754
7	65	64	26	32	8	57	83		0,00447
8	36	65	64	26	32	8	57	83	0,00305

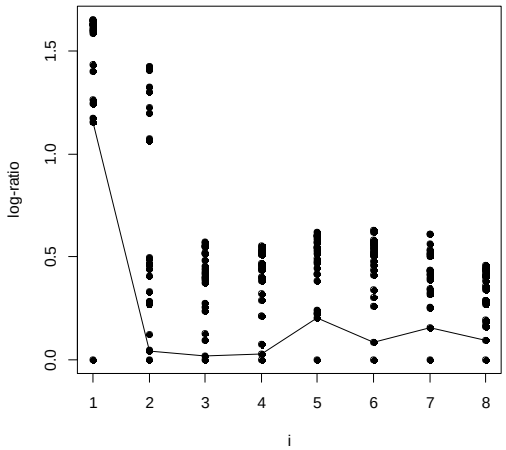


Gráfico 14: Log-ratio para o ano de 2011

Tabela 30: Matriz de *outliers* para o ano de 2012

i	Observações								$R^{(i)}_{min}$
1	83								0,17222
2	8	83							0,10107
3	57	8	83						0,05608
4	26	57	8	83					0,03011
5	26	32	57	8	83				0,01690
6	26	32	65	57	8	83			0,00794
7	64	26	32	65	57	8	83		0,00503
8	6	64	26	32	65	57	8	83	0,00312

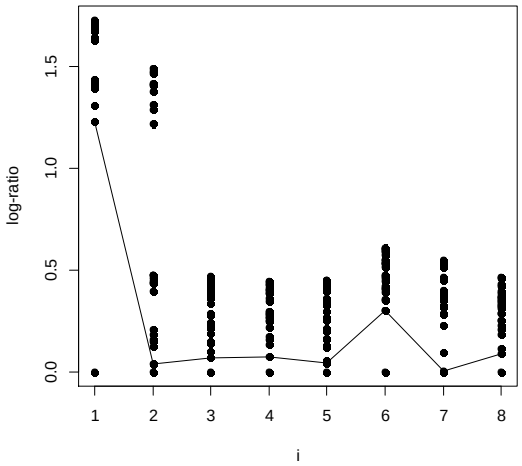


Gráfico 15: Log-ratio para o ano de 2012

Tabela 31: Matriz de *outliers* para o ano de 2013

i	Observações								$R^{(i)}_{min}$
1	83								0,25595
2	26	83							0,13082
3	57	64	83						0,05379
4	26	57	64	83					0,02668
5	8	26	57	64	83				0,01566
6	32	65	26	57	64	83			0,00741
7	32	65	8	26	57	64	83		0,00416
8	36	32	65	8	26	57	64	83	0,00270

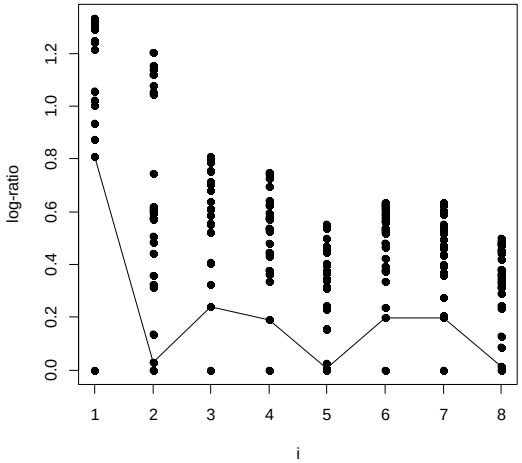


Gráfico 16: Log-ratio para o ano de 2013

Tabela 32: Matriz de *outliers* para o ano de 2014

i	Observações								$R^{(i)}_{min}$
1	83								0,26578
2	64	83							0,12219
3	26	64	83						0,05800
4	65	26	64	83					0,02835
5	65	26	8	64	83				0,01541
6	57	65	26	8	64	83			0,00845
7	32	57	65	26	8	64	83		0,00575
8	32	36	57	65	26	8	64	83	0,00404

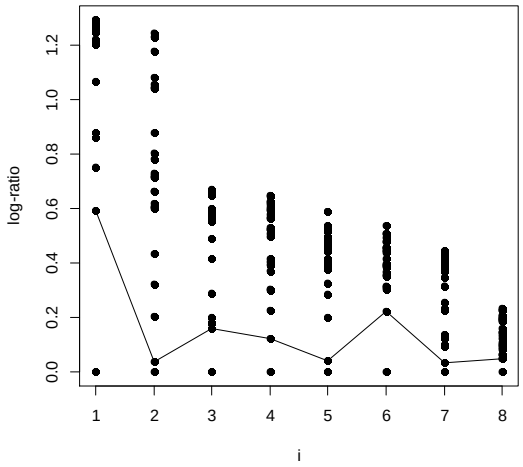


Gráfico 17: Log-ratio para o ano de 2014

Tabela 33: Matriz de *outliers* para o ano de 2015

i	Observações								$R^{(i)}_{min}$
1	83								0,28965
2	26	83							0,13033
3	65	26	83						0,06867
4	65	57	26	83					0,03747
5	64	65	57	26	83				0,01935
6	8	64	65	57	26	83			0,01166
7	32	8	64	65	57	26	83		0,00760
8	36	32	8	64	65	57	26	83	0,00531

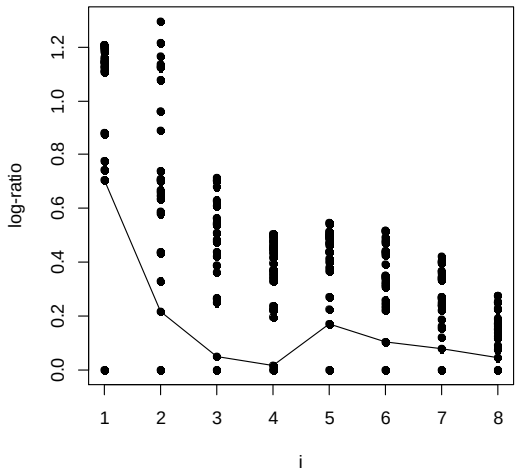


Gráfico 18: Log-ratio para o ano de 2015

APÊNDICE 3 – Ranking por eficiência obtido pelo modelo SFA sem heterogeneidade

Tabela 34: Ranking dos supermercados brasileiros de acordo com o Modelo 2

Rank	DMU	Eficiência	Rank	DMU	Eficiência
1	Supermercado Zona Sul Sa	0,8521	**42**	Copacol -Cooperativa Agroindl Consolata	0,5696
2	Carrefour Comércio E Indústria Ltda	0,8371	**43**	Pato Branco Alimentos Ltda	0,5685
3	Supermercado Archer Sa	0,7938	**44**	Adição Distribuição Express Ltda	0,5627
4	Supermercado Nordestão Ltda	0,7640	**45**	Supermercados Mialich Ltda	0,5615
5	Cia Brasileira De Distribuição	0,7614	**46**	Paulo & Maia Supermercados Ltda	0,5601
6	Distribuidora De Alimentos Fartura Sa	0,7536	**47**	Cerealista Oliveira Ltda	0,5599
7	Savegnago Supermercados Ltda	0,7523	**48**	Giassi & Cia Ltda	0,5583
8	Catricala & Cia Ltda	0,7318	**49**	Comercial Delta Ponto Certo Ltda	0,5576
9	Maglioni Ribeiro & Cia Ltda	0,7155	**50**	Y Yamada Sa Comércio E Indústria	0,5562
10	Supermercado Bernardão Ltda	0,7006	**51**	Casa Avenida Comércio E Importação Ltda	0,5489
11	Coop - Cooperativa De Consumo	0,6989	**52**	Unidasul Distribuidora Alimentícia Sa	0,5456
12	Supermercado Bahamas Ltda	0,6972	**53**	Supermercado Vianense Ltda	0,5444
13	Luiz Tonin Atacadista E Supermercadista S/A	0,6717	**54**	Dias Pastorinho Sa Comércio E Indústria	0,5365
14	Companhia Zaffari Comércio E Indústria	0,6685	**55**	Líder Comércio Indústria Ltda	0,5345
15	Irmãos Muffato & Cia Ltda	0,6675	**56**	Casa Viscardi S/A Com Imp	0,5263
16	Comercial Ferreira Santos Sa	0,6623	**57**	Com De Distribução Sales Ltda	0,5224
17	Cencosud Brasil Comercial Ltda (Gbarbosa)	0,6568	**58**	Takada & Takada Ltda (Sup Bandeirante)	0,5209
18	Condor Super Center Ltda	0,6451	**59**	Supermercado Moreira Ltda	0,5208
19	Lopes Supermercado Ltda	0,6358	**60**	Comercial Oswaldo Cruz Ltda	0,5198
20	A Daher & Cia Ltda	0,6354	**61**	D´Avó Supermercados Ltda	0,5168
21	Serrana Empreend E Particip Ltda	0,6339	**62**	Imp Exp De Cereais Sa	0,5141
22	Nazaré Comercial De Alimens E Mag Ltda	0,6335	**63**	Cia Apolo De Supermercados	0,5072
23	Walmart Brasil Ltda	0,6333	**64**	A C D A Imp Exp Ltda	0,5068
24	Supermercado Da Família Ltda	0,6283	**65**	Martins Delgado E Cia Ltda	0,5056
25	Cia Beal De Alimentos	0,6261	**66**	Cooperativa Tritícola Sarandi Ltda	0,5034
26	Irmãos Boa Ltda	0,6243	**67**	Abv Comércio De Alimentos Ltda	0,5034
27	Cooperativa Santa Clara Ltda	0,6199	**68**	Sindicato Dos Trab Rurais De Lajeado	0,5014
28	Atakarejo Distrib De Alimentoss E Bebidas Eireli	0,6176	**69**	Righi Com De Gêneros Alimentícios Ltda	0,4989
29	Cooperativa Tritícola Santa Rosa Ltda	0,6127	**70**	Cooperativa Agroindustrial Lar	0,4943

continua

Tabela 34: Ranking dos supermercados brasileiros de acordo com o Modelo 2 (continuação)

Rank	DMU	Eficiência	Rank	DMU	Eficiência
30	A Angeloni & Cia Ltda	0,6106	**71**	Libraga Brandão & Cia Ltda	0,4889
31	Koch Hipermercado Ltda	0,6103	**72**	Cotripal Agropecuária Cooperativa	0,4876
32	Bonanza Supermercados Ltda	0,6096	**73**	Supermercado Myatã Ltda	0,4738
33	Supermercados Irmãos Lopes S/A	0,6066	**74**	Master Ats Supermercados Ltda	0,4696
34	Barcelos E Cia Ltda	0,6058	**75**	Del Moro & Del Moro Ltda	0,4676
35	Supermercado Irani Ltda	0,5982	**76**	Mercantil Bastos Ltda	0,4601
36	Realmar Distribuidora Ltda	0,5965	**77**	Comercial Zaffari Ltda	0,4535
37	Dma Distribuidora Sa	0,5882	**78**	Asun Comércio De Gêneros Alimentícios Ltda	0,4399
38	Carvalho & Fernandes Ltda	0,5851	**79**	Tischler & Cia Ltda	0,4388
39	Sonda Supermercados Exp E Imp Sa	0,5847	**80**	Althoff Supermercado Ltda	0,4291
40	Cooperativa Consumo Empregados Da Usiminas Ltda	0,5806	**81**	Supermercado Manentti Ltda	0,4058
41	C Vale Cooperativa Agroindustrial	0,5786	**82**	Coml De Secos E Molhados Dal Pozzo Ltda	0,3760

APÊNDICE 4 – Ranking por eficiência obtido pelo modelo SFA com heterogeneidade

Tabela 35: Ranking dos supermercados brasileiros de acordo com o Modelo 6

Rank	DMU	Eficiência	Rank	DMU	Eficiência
1	Cia Brasileira De Distribuição	0,9621	**42**	Supermercado Irani Ltda	0,7577
2	Carrefour Comércio E Indústria Ltda	0,9555	**43**	Comercial Oswaldo Cruz Ltda	0,7521
3	Walmart Brasil Ltda	0,9337	**44**	Copacol -Cooperativa Agroindl Consolata	0,7495
4	Supermercado Archer Sa	0,8807	**45**	Casa Avenida Comércio E Importação Ltda	0,7490
5	Cencosud Brasil Comercial Ltda (Gbarbosa)	0,8569	**46**	Cooperativa Agroindustrial Lar	0,7465
6	Companhia Zaffari Comércio E Indústria	0,8564	**47**	Realmar Distribuidora Ltda	0,7438
7	Savegnago Supermercados Ltda	0,8479	**48**	Adição Distribuição Express Ltda	0,7419
8	Supermercado Nordestão Ltda	0,8390	**49**	Righi Com De Gêneros Alimentícios Ltda	0,7403
9	Irmãos Muffato & Cia Ltda	0,8374	**50**	Com De Distribução Sales Ltda	0,7396
10	Coop - Cooperativa De Consumo	0,8338	**51**	Imp Exp De Cereais Sa	0,7378
11	Maglioni Ribeiro & Cia Ltda	0,8286	**52**	D´Avó Supermercados Ltda	0,7353
12	Distribuidora De Alimentos Fartura Sa	0,8267	**53**	Pato Branco Alimentos Ltda	0,7315
13	Condor Super Center Ltda	0,8197	**54**	Supermercado Moreira Ltda	0,7292
14	Supermercado Zona Sul Sa	0,8193	**55**	Supermercado Myatã Ltda	0,7283
15	Supermercado Bahamas Ltda	0,8148	**56**	Unidasul Distribuidora Alimentícia Sa	0,7278
16	Comercial Ferreira Santos Sa	0,8101	**57**	Martins Delgado E Cia Ltda	0,7264
17	Lopes Supermercado Ltda	0,8044	**58**	Casa Viscardi S/A Com Imp	0,7247
18	Cooperativa Tritícola Santa Rosa Ltda	0,8021	**59**	Dias Pastorinho Sa Comércio E Indústria	0,7246
19	Luiz Tonin Atacadista E Supermercadista S/A	0,8006	**60**	Supermercado Da Família Ltda	0,7242
20	A Angeloni & Cia Ltda	0,7936	**61**	Cia Apolo De Supermercados	0,7210
21	Supermercado Bernardão Ltda	0,7925	**62**	Cerealista Oliveira Ltda	0,7161
22	Catricala & Cia Ltda	0,7914	**63**	Barcelos E Cia Ltda	0,7148
23	Y Yamada Sa Comércio E Indústria	0,7882	**64**	Cotripal Agropecuária Cooperativa	0,7132
24	Dma Distribuidora Sa	0,7861	**65**	Abv Comércio De Alimentos Ltda	0,7086
25	Cooperativa Santa Clara Ltda	0,7846	**66**	Tischler & Cia Ltda	0,7065
26	Cia Beal De Alimentos	0,7827	**67**	Comercial Delta Ponto Certo Ltda	0,7063
27	Irmãos Boa Ltda	0,7820	**68**	Paulo & Maia Supermercados Ltda	0,7056
28	Supermercados Irmãos Lopes S/A	0,7819	**69**	Takada & Takada Ltda (Sup Bandeirante)	0,7011
29	C Vale Cooperativa Agroindustrial	0,7811	**70**	Comercial Zaffari Ltda	0,6950
30	Serrana Empreend E Particip Ltda	0,7803	**71**	Líder Comércio Indústria Ltda	0,6943

continua

Tabela 35: Ranking dos supermercados brasileiros de acordo com o Modelo 6 (continuação)

Rank	DMU	Eficiência	Rank	DMU	Eficiência
31	A Daher & Cia Ltda	0,7786	**72**	A C D A Imp Exp Ltda	0,6923
32	Atakarejo Distrib De Alimens E Bebidas Eireli	0,7775	**73**	Master Ats Supermercados Ltda	0,6899
33	Nazaré Comercial De Alimens E Mag Ltda	0,7752	**74**	Libraga Brandão & Cia Ltda	0,6850
34	Bonanza Supermercados Ltda	0,7735	**75**	Supermercado Vianense Ltda	0,6752
35	Cooperativa Tritícola Sarandi Ltda	0,7730	**76**	Asun Comércio De Gêneros Alimentícios Ltda	0,6738
36	Carvalho & Fernandes Ltda	0,7680	**77**	Del Moro & Del Moro Ltda	0,6669
37	Koch Hipermercado Ltda	0,7607	**78**	Althoff Supermercado Ltda	0,6661
38	Sonda Supermercados Exp E Imp Sa	0,7600	**79**	Mercantil Bastos Ltda	0,6615
39	Giassi & Cia Ltda	0,7594	**80**	Sindicato Dos Trab Rurais De Lajeado	0,6591
40	Supermercados Mialich Ltda	0,7587	**81**	Supermercado Manentti Ltda	0,6543
41	Cooperativa Consumo Empregados Da Usiminas Ltda	0,7584	**82**	Coml De Secos E Molhados Dal Pozzo Ltda	0,6194

APÊNDICE 5 – Decomposição do DEA- Malmquist quanto às Funções de Distâncias

Tabela 36: Distâncias Relativas às fronteiras de eficiência (2007-2015)*

* Para facilitar a identificação, os supermercados foram dispostos em ordem alfabética.

		2007				***2008***			
id*	DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
1	A Angeloni & Cia Ltda	0,8318	0,9800	0,7830	0,9133	0,8559	0,9830	0,7794	0,8963
2	A C D A Imp Exp Ltda	0,5542	0,6295	0,4545	0,5174	0,7272	0,7592	0,4716	0,5042
3	A Daher & Cia Ltda	0,6144	0,7036	0,6198	0,7283	0,7486	0,7332	0,7179	0,6962
4	Abv Comércio De Alimentos Ltda	0,5284	0,6232	0,4957	0,5900	0,5338	0,5444	0,4994	0,5249
5	Adição Distribuição Express Ltda	0,5364	0,6453	0,5286	0,6303	0,5795	0,6311	0,5309	0,5636
6	Althoff Supermercado Ltda	0,4149	0,5664	0,3904	0,5354	0,4325	0,4270	0,4550	0,4397
7	Asun Comércio De Gêneros Alimentícios Ltda	0,4263	0,4927	0,3662	0,4410	0,4424	0,4828	0,2643	0,2622
8	Atakarejo Distrib De Alimens E Bebidas Eireli	1,0000	1,1729	0,7413	0,8784	0,4159	0,4101	0,7545	0,7926
9	Barcelos E Cia Ltda	0,7357	0,8864	0,6973	0,7966	0,7014	0,7032	0,6192	0,6159
10	Bonanza Supermercados Ltda	0,6175	0,7243	0,5499	0,6212	0,7809	0,7526	0,5817	0,5464
11	C Vale Cooperativa Agroindustrial	0,4513	0,5775	0,4799	0,5851	0,7151	0,6558	0,6028	0,5798
12	Carrefour Comércio E Indústria Ltda	1,0000	1,3858	0,8024	1,0000	1,0000	1,1578	0,9107	1,0000
13	Carvalho & Fernandes Ltda	0,6166	0,7492	0,3847	0,4504	0,7280	0,6877	0,6092	0,5915
14	Casa Avenida Comércio E Importação Ltda	0,5017	0,5980	0,4566	0,5461	0,5335	0,5761	0,6040	0,6259
15	Casa Viscardi S/A Com Imp	0,4641	0,5551	0,4253	0,5100	0,5343	0,5887	0,6080	0,6653
16	Catricala & Cia Ltda	0,9045	1,0232	0,8569	0,9726	1,0000	0,9819	0,7754	0,7508
17	Cencosud Brasil Comercial Ltda	0,6113	0,7530	0,7166	0,8625	0,8887	0,9382	0,7904	0,8002
18	Cerealista Oliveira Ltda	0,4696	0,5670	0,5715	0,7839	0,6521	0,6790	0,6016	0,6199
19	Cia Apolo De Supermercados	0,4477	0,6140	0,4029	0,5009	0,4724	0,4927	0,4253	0,4491
20	Cia Beal De Alimentos	0,7009	0,8270	0,7082	0,8016	0,7983	0,8278	0,6253	0,6552
21	Cia Brasileira De Distribuição	0,8367	1,0917	0,7243	0,9008	0,9273	0,9991	0,7989	0,8639
22	Com De Distribução Sales Ltda	0,4996	0,6117	0,4833	0,5810	0,5914	0,6239	0,5350	0,5711
23	Comercial Delta Ponto Certo Ltda	0,5847	0,6716	0,6107	0,7042	0,6481	0,7046	0,5661	0,6134
24	Comercial Ferreira Santos Sa	0,5808	0,7167	0,5000	0,6187	0,8351	0,8729	0,7616	0,7908
25	Comercial Oswaldo Cruz Ltda	0,4968	0,6354	0,4824	0,5973	0,5690	0,5912	0,4877	0,5036
26	Comercial Zaffari Ltda	0,4320	0,5226	0,4350	0,5609	0,4071	0,4383	0,3991	0,4095
27	Coml De Secos E Molhados Dal Pozzo Ltda	0,4909	0,5938	0,4679	0,5502	0,4094	0,4683	0,3565	0,3959

Continua

Tabela 36: Distâncias Relativas às fronteiras de eficiência (2007-2015)* (continuação)

		2007				*2008*			
id*	DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
28	Companhia Zaffari Comércio E Indústria	0,8590	1,0320	0,7367	0,8879	0,8074	0,9224	0,8072	0,8840
29	Condor Super Center Ltda	0,7213	0,8837	0,6598	0,8064	0,8574	0,9487	0,7207	0,8033
30	Coop - Cooperativa De Consumo	0,8058	0,9609	0,7428	0,8903	0,8699	1,0000	0,8201	0,9427
31	Cooperativa Agroindustrial Lar	0,4225	0,5795	0,3685	0,5054	0,4610	0,4456	0,4760	0,4709
32	Cooperativa Consumo Empregados Da Usiminas Ltda	0,5540	0,6740	0,6643	0,8153	0,7350	0,8575	0,8143	0,9314
33	Cooperativa Santa Clara Ltda	0,5029	0,6898	0,4458	0,6114	0,6678	0,6454	0,6638	0,6472
34	Cooperativa Tritícola Santa Rosa Ltda	0,3927	0,5386	0,6061	0,8313	0,8551	0,8265	0,5596	0,5409
35	Cooperativa Tritícola Sarandi Ltda	0,3927	0,5386	0,4383	0,6012	0,5170	0,4996	0,4644	0,4489
36	Copacol -Cooperativa Agroindl Consolata	0,4386	0,5365	0,4692	0,5583	0,5893	0,6137	0,6295	0,6563
37	Cotripal Agropecuária Cooperativa	0,4269	0,5271	0,4734	0,5839	0,5936	0,6179	0,5289	0,5648
38	D´Avó Supermercados Ltda	0,5470	0,6612	0,5301	0,6510	0,7225	0,7464	0,6101	0,6273
39	Del Moro & Del Moro Ltda	0,5045	0,5950	0,5503	0,6527	0,5591	0,6008	0,4052	0,4271
40	Dias Pastorinho Sa Comércio E Indústria	0,6109	0,7110	0,5184	0,6180	0,5932	0,6353	0,5618	0,5982
41	Distribuidora De Alimentos Fartura S/A	0,8330	0,9631	0,7046	0,8153	0,9902	1,0334	0,8082	0,8419
42	Dma Distribuidora S/A	0,5478	0,6573	0,5413	0,6378	0,7258	0,7671	0,6361	0,6450
43	Giassi & Cia Ltda	0,6641	0,7744	0,5878	0,6879	0,7582	0,8060	0,7832	0,8231
44	Imp Exp De Cereais S/A	0,4792	0,5954	0,4137	0,5165	0,4935	0,5136	0,5131	0,5248
45	Irmãos Boa Ltda	0,7353	0,8691	0,6624	0,7876	0,7612	0,7765	0,6421	0,6613
46	Irmãos Muffato & Cia Ltda	0,7981	0,9711	0,7823	0,9506	0,8891	0,9380	0,7739	0,8212
47	Koch Hipermercado Ltda	0,6175	0,7526	0,5214	0,6352	0,7037	0,7946	0,6760	0,7431
48	Libraga Brandão & Cia Ltda	0,4282	0,5235	0,3920	0,4797	0,5030	0,5151	0,5182	0,5261
49	Líder Comércio Indústria Ltda	0,7561	0,9108	0,6984	0,8428	0,9571	1,0520	0,9132	0,9965
50	Lopes Supermercado Ltda	0,6964	0,8390	0,6207	0,7535	0,7550	0,7495	0,6669	0,6508
51	Luiz Tonin Atacadista E Supermercadista S/A	0,7787	0,9607	0,6690	0,8335	0,6502	0,7475	0,7179	0,8312
52	Maglioni Ribeiro & Cia Ltda	0,6472	0,7873	0,5986	0,7276	0,8549	0,8694	1,1218	1,0000
53	Martins Delgado E Cia Ltda	0,5088	0,6221	0,4768	0,5787	0,6483	0,6578	0,5839	0,5724
54	Master Ats Supermercados Ltda	0,4943	0,5937	0,4283	0,5140	0,4968	0,5396	0,4704	0,5045
55	Mercantil Bastos Ltda	0,4323	0,5181	0,3480	0,4200	0,6801	0,7143	0,5121	0,5158
56	Nazaré Comercial De Alimentícios E Mag Ltda	0,8398	0,9643	0,8786	1,0000	1,0000	1,1837	0,8606	1,0000
57	Pato Branco Alimentos Ltda	0,5505	0,6693	0,4220	0,5015	0,6848	0,6796	0,7111	0,6979
58	Paulo & Maia Supermercados Ltda	0,5514	0,6514	0,5541	0,6357	0,6488	0,7003	0,6307	0,6480

Tabela 36: Distâncias Relativas às fronteiras de eficiência (2007-2015)* (continuação)

		2007				2008			
id*	DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
59	Realmar Distribuidora Ltda	0,6937	0,7925	0,6252	0,7088	0,6685	0,6677	0,6069	0,5987
60	Righi Com De Gêneros Alimentícios Ltda	0,4681	0,5730	0,4390	0,5285	0,4602	0,4946	0,4315	0,4490
61	Savegnago Supermercados Ltda	0,8543	0,9700	0,7972	0,9335	0,9280	0,9641	0,8858	0,9091
62	Serrana Empreend E Particip Ltda	0,8138	0,9552	0,6153	0,7403	0,5752	0,5882	0,6421	0,6765
63	Sindicato Dos Trab Rurais De Lajeado	0,4191	0,5181	0,3955	0,4887	0,5654	0,6276	0,5174	0,5588
64	Sonda Supermercados Exp E Imp S/A	0,8458	0,9987	0,5404	0,6349	0,6612	0,6697	0,6678	0,6833
65	Supermercado Archer Sa	0,7819	0,9531	0,7661	0,9328	0,9681	0,9719	0,8349	0,8326
66	Supermercado Bahamas Ltda	0,6099	0,6877	0,7124	0,8425	0,9025	0,9224	0,8858	0,9091
67	Supermercado Bernardão Ltda	0,5858	0,7380	0,6871	0,9001	0,8732	0,8541	0,7283	0,8447
68	Supermercado Da Família Ltda	0,6916	0,7877	0,5660	0,6357	0,6707	0,6599	0,6769	0,6659
69	Supermercado Irani Ltda	0,6646	0,7607	0,6690	0,7892	0,7284	0,7332	0,5923	0,5793
70	Supermercado Manentti Ltda	0,4380	0,5297	0,4043	0,4903	0,4432	0,4566	0,3870	0,3977
71	Supermercado Moreira Ltda	0,8112	0,9264	0,7780	0,8885	0,8501	1,0033	0,7989	0,9326
72	Supermercado Myatã Ltda	0,4656	0,5685	0,4074	0,4990	0,4404	0,4422	0,3715	0,3638
73	Supermercado Nordestão Ltda	0,9832	1,1085	0,8909	1,0000	0,9477	0,9653	0,9841	1,0000
74	Supermercado Vianense Ltda	0,7991	0,9048	0,7182	0,8171	0,6827	0,6710	0,6276	0,6169
75	Supermercado Zona Sul S/A	1,0000	1,2107	0,8735	1,0000	1,0000	1,0326	1,0130	1,0000
76	Supermercados Irmãos Lopes S/A	0,6758	0,8335	0,6099	0,7286	0,7277	0,7654	0,6623	0,6866
77	Supermercados Mialich Ltda	0,6304	0,7583	0,5477	0,6589	0,6475	0,5936	0,4326	0,3959
78	Takada & Takada Ltda	0,6419	0,7283	0,6199	0,7115	0,6712	0,6542	0,5122	0,5032
79	Tischler & Cia Ltda	0,3841	0,4732	0,3689	0,4555	0,5003	0,5047	0,4650	0,4525
80	Unidasul Distribuidora Alimentícia Sa	0,4807	0,5760	0,4547	0,5415	0,6179	0,6079	0,5653	0,5563
81	Walmart Brasil Ltda	0,6585	0,8196	0,6286	0,7725	0,7895	0,9189	0,7224	0,8387
82	Y Yamada Sa Comércio E Indústria	0,6631	0,8162	0,5147	0,6283	0,6938	0,8057	0,7694	0,8345
		2009				***2010***			
id*	DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
1	A Angeloni & Cia Ltda	0,8063	0,8180	0,8362	0,8559	0,9133	0,9828	0,7480	0,8063
2	A C D A Imp. Exp. Ltda	0,6708	0,6962	0,7054	0,7272	0,5174	0,5746	0,6041	0,6708
3	A Daher & Cia Ltda	0,7455	0,7893	0,7049	0,7486	0,7283	0,7764	0,6978	0,7455
4	Abv Comércio De Alimentos Ltda	0,5404	0,5855	0,4890	0,5338	0,5900	0,6183	0,5223	0,5404
5	Adição Distribuição Express Ltda	0,6380	0,6772	0,5456	0,5795	0,6303	0,6736	0,5979	0,6380

Continua

Tabela 36: Distâncias Relativas às fronteiras de eficiência (2007-2015)* (continuação)

		2009				*2010*			
id*	DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
6	Althoff Supermercado Ltda	0,4696	0,4984	0,4030	0,4325	0,5354	0,5234	0,4668	0,4696
7	Asun Comércio De Gêneros Alimentícios Ltda	0,3957	0,4238	0,4129	0,4424	0,4410	0,4727	0,3780	0,3957
8	Atakarejo Distrib De Alimens E Bebidas Eireli	0,7036	0,7515	0,3854	0,4159	0,8784	0,9306	0,6653	0,7036
9	Barcelos E Cia Ltda	0,7048	0,7237	0,6739	0,7014	0,7966	0,8035	0,6819	0,7048
10	Bonanza Supermercados Ltda	0,7366	0,7791	0,7272	0,7809	0,6212	0,6531	0,6880	0,7366
11	C Vale Cooperativa Agroindustrial	0,7062	0,7746	0,6515	0,7151	0,5851	0,5956	0,6926	0,7062
12	Carrefour Comércio E Indústria Ltda	1,0000	1,0958	0,9471	1,0000	1,0000	1,0656	0,9788	1,0000
13	Carvalho & Fernandes Ltda	0,7727	0,8494	0,6622	0,7280	0,4504	0,4850	0,7603	0,7727
14	Casa Avenida Comércio E Importação Ltda	0,6135	0,6533	0,5257	0,5335	0,5461	0,5787	0,5796	0,6135
15	Casa Viscardi S/A Com Imp	0,5162	0,5557	0,5095	0,5343	0,5100	0,5391	0,4937	0,5162
16	Catricala & Cia Ltda	1,0000	1,0577	0,9544	1,0000	0,9726	0,9684	1,0328	1,0000
17	Cencosud Brasil Comercial Ltda	0,8751	0,9452	0,8398	0,8887	0,8625	0,9102	0,8411	0,8751
18	Cerealista Oliveira Ltda	0,5631	0,6049	0,5979	0,6521	0,7839	0,7663	0,5384	0,5631
19	Cia Apolo De Supermercados	0,4719	0,5033	0,4411	0,4724	0,5009	0,5188	0,4599	0,4719
20	Cia Beal De Alimentos	0,7920	0,8248	0,7459	0,7983	0,8016	0,8924	0,7247	0,7920
21	Cia Brasileira De Distribuição	1,0000	1,0923	0,8752	0,9273	0,9008	0,9333	1,0230	1,0000
22	Com De Distribução Sales Ltda	0,5678	0,6027	0,5448	0,5914	0,5810	0,6036	0,5645	0,5678
23	Comercial Delta Ponto Certo Ltda	0,6506	0,6790	0,6274	0,6481	0,7042	0,7552	0,5983	0,6506
24	Comercial Ferreira Santos S/A	0,7189	0,7794	0,7870	0,8351	0,6187	0,6496	0,6980	0,7189
25	Comercial Oswaldo Cruz Ltda	0,5760	0,6146	0,5360	0,5690	0,5973	0,6158	0,5605	0,5760
26	Comercial Zaffari Ltda	0,4405	0,4761	0,3795	0,4071	0,5609	0,5706	0,4238	0,4405
27	Coml De Secos E Molhados Dal Pozzo Ltda	0,4353	0,4323	0,3890	0,4094	0,5502	0,5648	0,4098	0,4353
28	Companhia Zaffari Comércio E Indústria	0,8118	0,8439	0,7585	0,8074	0,8879	0,9494	0,7587	0,8118
29	Condor Super Center Ltda	0,8111	0,8668	0,7967	0,8574	0,8064	0,8570	0,7748	0,8111
30	Coop - Cooperativa De Consumo	0,8814	0,9198	0,8346	0,8699	0,8903	0,9528	0,8255	0,8814
31	Cooperativa Agroindustrial Lar	0,4517	0,4934	0,4221	0,4610	0,5054	0,4940	0,4621	0,4517
32	Cooperativa Consumo Empregados Da Usiminas Ltda	0,8184	0,8724	0,7072	0,7350	0,8153	0,8466	0,7807	0,8184
33	Cooperativa Santa Clara Ltda	0,6342	0,6927	0,6113	0,6678	0,6114	0,5977	0,6488	0,6342
34	Cooperativa Tritícola Santa Rosa Ltda	0,7108	0,7765	0,7828	0,8551	0,8313	0,8126	0,7272	0,7108
35	Cooperativa Tritícola Sarandi Ltda	0,5437	0,5938	0,4733	0,5170	0,6012	0,5877	0,5562	0,5437
36	Copacol -Cooperativa Agroindl Consolata	0,6070	0,6635	0,5411	0,5893	0,5583	0,6003	0,5941	0,6070

Continua

Tabela 36: Distâncias Relativas às fronteiras de eficiência (2007-2015)* (continuação)

		2009				*2010*			
id*	DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
37	Cotripal Agropecuária Cooperativa	0,5859	0,6351	0,5517	0,5936	0,5839	0,5992	0,5696	0,5859
38	D´Avó Supermercados Ltda	0,6135	0,6652	0,6601	0,7225	0,6510	0,6647	0,5951	0,6135
39	Del Moro & Del Moro Ltda	0,4372	0,4589	0,5296	0,5591	0,6527	0,6917	0,4046	0,4372
40	Dias Pastorinho Sa Comércio E Indústria	0,6007	0,6329	0,5605	0,5932	0,6180	0,6640	0,5596	0,6007
41	Distribuidora De Alimentos Fartura S/A	0,9282	0,9534	0,9336	0,9902	0,8153	0,8647	0,8342	0,9282
42	Dma Distribuidora S/A	0,6893	0,7129	0,6729	0,7258	0,6378	0,6896	0,6395	0,6893
43	Giassi & Cia Ltda	0,7280	0,7638	0,7133	0,7582	0,6879	0,7473	0,6753	0,7280
44	Imp. Exp. De Cereais S/A	0,4751	0,5173	0,4516	0,4935	0,5165	0,5359	0,4637	0,4751
45	Irmãos Boa Ltda	0,8174	0,8791	0,7097	0,7612	0,7876	0,8321	0,7813	0,8174
46	Irmãos Muffato & Cia Ltda	0,9056	0,9804	0,8276	0,8891	0,9506	0,9872	0,8760	0,9056
47	Koch Hipermercado Ltda	0,7767	0,8274	0,6595	0,7037	0,6352	0,6756	0,7391	0,7767
48	Libraga Brandão & Cia Ltda	0,4844	0,5287	0,4584	0,5030	0,4797	0,5015	0,4737	0,4844
49	Líder Comércio Indústria Ltda	0,8450	0,8841	0,9139	0,9571	0,8428	0,8228	0,8617	0,8450
50	Lopes Supermercado Ltda	0,7427	0,8141	0,6905	0,7550	0,7535	0,7710	0,7279	0,7427
51	Luiz Tonin Atacadista E Supermercadista S/A	0,8148	0,8689	0,6087	0,6502	0,8335	0,8691	0,7952	0,8148
52	Maglioni Ribeiro & Cia Ltda	0,7379	0,8081	0,7921	0,8549	0,7276	0,7434	0,7224	0,7379
53	Martins Delgado E Cia Ltda	0,5971	0,6543	0,5980	0,6483	0,5787	0,5923	0,5859	0,5971
54	Master Ats Supermercados Ltda	0,5159	0,5468	0,4696	0,4968	0,5140	0,5435	0,4843	0,5159
55	Mercantil Bastos Ltda	0,4865	0,5265	0,6294	0,6801	0,4200	0,4394	0,4701	0,4865
56	Nazaré Comercial De Alimens E Mag Ltda	1,0000	1,0845	1,0079	1,0000	1,0000	1,0988	0,9537	1,0000
57	Pato Branco Alimentos Ltda	0,8175	0,8308	0,6696	0,6848	0,5015	0,5290	0,8483	0,8175
58	Paulo & Maia Supermercados Ltda	0,5900	0,6134	0,6231	0,6488	0,6357	0,7020	0,5328	0,5900
59	Realmar Distribuidora Ltda	0,7347	0,7807	0,6408	0,6685	0,7088	0,7343	0,6912	0,7347
60	Righi Com De Gêneros Alimentícios Ltda	0,4470	0,4824	0,4264	0,4602	0,5285	0,5462	0,4518	0,4470
61	Savegnago Supermercados Ltda	0,9032	0,9423	0,8759	0,9280	0,9335	1,0166	0,8268	0,9032
62	Serrana Empreend E Particip Ltda	0,5971	0,6312	0,5294	0,5752	0,7403	0,7658	0,5560	0,5971
63	Sindicato Dos Trab Rurais De Lajeado	0,5574	0,5915	0,5268	0,5654	0,4887	0,5199	0,5271	0,5574
64	Sonda Supermercados Exp E Imp S/A	0,7646	0,7922	0,6423	0,6612	0,6349	0,6806	0,7164	0,7646
65	Supermercado Archer Sa	1,0000	1,1007	0,8795	0,9681	0,9328	0,9510	0,9849	1,0000
66	Supermercado Bahamas Ltda	0,8219	0,8736	0,8507	0,9025	0,8425	0,8963	0,7718	0,8219
67	Supermercado Bernardão Ltda	0,7042	0,7519	0,7994	0,8732	0,9001	0,9087	0,6942	0,7042

Continua

Tabela 36: Distâncias Relativas às fronteiras de eficiência (2007-2015)* (continuação)

		2009				***2010***			
id*	DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
68	Supermercado Da Família Ltda	0,7180	0,7538	0,6571	0,6707	0,6357	0,6813	0,6844	0,7180
69	Supermercado Irani Ltda	0,7586	0,8154	0,6743	0,7284	0,7892	0,8397	0,7252	0,7586
70	Supermercado Manentti Ltda	0,3753	0,4058	0,4139	0,4432	0,4903	0,5155	0,3613	0,3753
71	Supermercado Moreira Ltda	0,7792	0,8451	0,7836	0,8501	0,8885	0,9762	0,7092	0,7792
72	Supermercado Myatã Ltda	0,4255	0,4654	0,4014	0,4404	0,4990	0,5082	0,4168	0,4255
73	Supermercado Nordestão Ltda	1,0000	1,0576	0,8920	0,9477	1,0000	1,1193	0,9322	1,0000
74	Supermercado Vianense Ltda	0,6589	0,6939	0,6469	0,6827	0,8171	0,7998	0,6505	0,6589
75	Supermercado Zona Sul Sa	1,0000	1,0442	1,3087	1,0000	1,0000	0,9627	1,1457	1,0000
76	Supermercados Irmãos Lopes S/A	0,6520	0,6976	0,6810	0,7277	0,7286	0,7632	0,6184	0,6520
77	Supermercados Mialich Ltda	0,7023	0,7692	0,5921	0,6475	0,6589	0,6817	0,6876	0,7023
78	Takada & Takada Ltda	0,6761	0,7179	0,6359	0,6712	0,7115	0,7659	0,6354	0,6761
79	Tischler & Cia Ltda	0,4350	0,4724	0,4637	0,5003	0,4555	0,4681	0,4236	0,4350
80	Unidasul Distribuidora Alimentícia S/A	0,5135	0,5513	0,5685	0,6179	0,5415	0,5697	0,4894	0,5135
81	Walmart Brasil Ltda	0,7864	0,8303	0,7481	0,7895	0,7725	0,8231	0,7386	0,7864
82	Y Yamada Sa Comércio E Indústria	0,7903	0,8475	0,6534	0,6938	0,6283	0,6605	0,7580	0,7903
		2011				***2012***			
id*	DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
1	A Angeloni & Cia Ltda	0,8318	0,9800	0,7830	0,9133	0,7171	0,7801	0,7645	0,8318
2	A C D A Imp. Exp. Ltda	0,5542	0,6295	0,4545	0,5174	0,5416	0,6195	0,4857	0,5542
3	A Daher & Cia Ltda	0,6144	0,7036	0,6198	0,7283	0,5383	0,6372	0,5247	0,6144
4	Abv Comércio De Alimentos Ltda	0,5284	0,6232	0,4957	0,5900	0,5041	0,5760	0,4616	0,5284
5	Adição Distribuição Express Ltda	0,5364	0,6453	0,5286	0,6303	0,5601	0,6375	0,4711	0,5364
6	Althoff Supermercado Ltda	0,4149	0,5664	0,3904	0,5354	0,3996	0,4492	0,3693	0,4149
7	Asun Comércio De Gêneros Alimentícios Ltda	0,4263	0,4927	0,3662	0,4410	0,4217	0,4811	0,3750	0,4263
8	Atakarejo Distrib De Alimens E Bebidas Eireli	1,0000	1,1729	0,7413	0,8784	1,0000	1,1852	0,8723	1,0000
9	Barcelos E Cia Ltda	0,7357	0,8864	0,6973	0,7966	0,6483	0,7548	0,6464	0,7357
10	Bonanza Supermercados Ltda	0,6175	0,7243	0,5499	0,6212	0,5206	0,5977	0,5386	0,6175
11	C Vale Cooperativa Agroindustrial	0,4513	0,5775	0,4799	0,5851	0,4286	0,4844	0,4006	0,4513
12	Carrefour Comércio E Indústria Ltda	1,0000	1,3858	0,8024	1,0000	1,0000	1,1529	0,8902	1,0000
13	Carvalho & Fernandes Ltda	0,6166	0,7492	0,3847	0,4504	0,6322	0,7180	0,5429	0,6166
14	Casa Avenida Comércio E Importação Ltda	0,5017	0,5980	0,4566	0,5461	0,4739	0,5412	0,4395	0,5017

Continua

Tabela 36: Distâncias Relativas às fronteiras de eficiência (2007-2015)* (continuação)

		2011				***2012***			
id*	DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
15	Casa Viscardi S/A Com Imp	0,4641	0,5551	0,4253	0,5100	0,4263	0,4853	0,4070	0,4641
16	Catricala & Cia Ltda	0,9045	1,0232	0,8569	0,9726	0,8154	0,9433	0,7751	0,9045
17	Cencosud Brasil Comercial Ltda	0,6113	0,7530	0,7166	0,8625	0,5402	0,6113	0,5402	0,6113
18	Cerealista Oliveira Ltda	0,4696	0,5670	0,5715	0,7839	0,4232	0,4691	0,4113	0,4696
19	Cia Apolo De Supermercados	0,4477	0,6140	0,4029	0,5009	0,4421	0,4976	0,3898	0,4477
20	Cia Beal De Alimentos	0,7009	0,8270	0,7082	0,8016	0,6697	0,7655	0,6124	0,7009
21	Cia Brasileira De Distribuição	0,8367	1,0917	0,7243	0,9008	0,7930	0,8936	0,7432	0,8367
22	Com De Distribução Sales Ltda	0,4996	0,6117	0,4833	0,5810	0,4755	0,5392	0,4408	0,4996
23	Comercial Delta Ponto Certo Ltda	0,5847	0,6716	0,6107	0,7042	0,5503	0,6161	0,5206	0,5847
24	Comercial Ferreira Santos S/A	0,5808	0,7167	0,5000	0,6187	0,7164	0,8247	0,5135	0,5808
25	Comercial Oswaldo Cruz Ltda	0,4968	0,6354	0,4824	0,5973	0,4802	0,5429	0,4409	0,4968
26	Comercial Zaffari Ltda	0,4320	0,5226	0,4350	0,5609	0,3957	0,4493	0,3800	0,4320
27	Coml De Secos E Molhados Dal Pozzo Ltda	0,4909	0,5938	0,4679	0,5502	0,5010	0,5681	0,4317	0,4909
28	Companhia Zaffari Comércio E Indústria	0,8590	1,0320	0,7367	0,8879	0,8244	0,9351	0,7581	0,8590
29	Condor Super Center Ltda	0,7213	0,8837	0,6598	0,8064	0,6981	0,7998	0,6365	0,7213
30	Coop - Cooperativa De Consumo	0,8058	0,9609	0,7428	0,8903	0,7519	0,8506	0,7135	0,8058
31	Cooperativa Agroindustrial Lar	0,4225	0,5795	0,3685	0,5054	0,4035	0,4645	0,3670	0,4225
32	Cooperativa Consumo Empregados Da Usiminas Ltda	0,5540	0,6740	0,6643	0,8153	0,5587	0,6363	0,4880	0,5540
33	Cooperativa Santa Clara Ltda	0,5029	0,6898	0,4458	0,6114	0,4590	0,5284	0,4368	0,5029
34	Cooperativa Tritícola Santa Rosa Ltda	0,3927	0,5386	0,6061	0,8313	0,3784	0,4356	0,3411	0,3927
35	Cooperativa Tritícola Sarandi Ltda	0,3927	0,5386	0,4383	0,6012	0,3784	0,4356	0,3411	0,3927
36	Copacol -Cooperativa Agroindl Consolata	0,4386	0,5365	0,4692	0,5583	0,4346	0,4922	0,3869	0,4386
37	Cotripal Agropecuária Cooperativa	0,4269	0,5271	0,4734	0,5839	0,4418	0,4997	0,3775	0,4269
38	D´Avó Supermercados Ltda	0,5470	0,6612	0,5301	0,6510	0,5902	0,6679	0,4810	0,5470
39	Del Moro & Del Moro Ltda	0,5045	0,5950	0,5503	0,6527	0,5068	0,5813	0,4407	0,5045
40	Dias Pastorinho Sa Comércio E Indústria	0,6109	0,7110	0,5184	0,6180	0,5969	0,6711	0,5430	0,6109
41	Distribuidora De Alimentos Fartura Sa	0,8330	0,9631	0,7046	0,8153	0,7687	0,8411	0,7475	0,8330
42	Dma Distribuidora Sa	0,5478	0,6573	0,5413	0,6378	0,5282	0,6038	0,4801	0,5478
43	Giassi & Cia Ltda	0,6641	0,7744	0,5878	0,6879	0,5953	0,6653	0,5823	0,6641
44	Imp. Exp. De Cereais Sa	0,4792	0,5954	0,4137	0,5165	0,5236	0,5907	0,4245	0,4792
45	Irmãos Boa Ltda	0,7353	0,8691	0,6624	0,7876	0,6502	0,7487	0,6427	0,7353

Continua

Tabela 36: Distâncias Relativas às fronteiras de eficiência (2007-2015)* (continuação)

		2011				*2012*			
id*	DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
46	Irmãos Muffato & Cia Ltda	0,7981	0,9711	0,7823	0,9506	0,7922	0,8989	0,7030	0,7981
47	Koch Hipermercado Ltda	0,6175	0,7526	0,5214	0,6352	0,6166	0,7019	0,5442	0,6175
48	Libraga Brandão & Cia Ltda	0,4282	0,5235	0,3920	0,4797	0,3756	0,4256	0,3777	0,4282
49	Líder Comércio Indústria Ltda	0,7561	0,9108	0,6984	0,8428	0,6504	0,6892	0,7099	0,7561
50	Lopes Supermercado Ltda	0,6964	0,8390	0,6207	0,7535	0,5649	0,6444	0,6118	0,6964
51	Luiz Tonin Atacadista E Supermercadista S/A	0,7787	0,9607	0,6690	0,8335	0,5447	0,6148	0,6884	0,7787
52	Maglioni Ribeiro & Cia Ltda	0,6472	0,7873	0,5986	0,7276	0,6000	0,6808	0,5701	0,6472
53	Martins Delgado E Cia Ltda	0,5088	0,6221	0,4768	0,5787	0,4883	0,5540	0,4487	0,5088
54	Master Ats Supermercados Ltda	0,4943	0,5937	0,4283	0,5140	0,5043	0,5745	0,4339	0,4943
55	Mercantil Bastos Ltda	0,4323	0,5181	0,3480	0,4200	0,4135	0,4721	0,3793	0,4323
56	Nazaré Comercial De Alimens E Mag Ltda	0,8398	0,9643	0,8786	1,0000	0,6648	0,7409	0,7544	0,8398
57	Pato Branco Alimentos Ltda	0,5505	0,6693	0,4220	0,5015	0,6317	0,7196	0,4848	0,5505
58	Paulo & Maia Supermercados Ltda	0,5514	0,6514	0,5541	0,6357	0,5878	0,6330	0,5073	0,5514
59	Realmar Distribuidora Ltda	0,6937	0,7925	0,6252	0,7088	0,6988	0,7931	0,6051	0,6937
60	Righi Com De Gêneros Alimentícios Ltda	0,4681	0,5730	0,4390	0,5285	0,4602	0,5224	0,4130	0,4681
61	Savegnago Supermercados Ltda	0,8543	0,9700	0,7972	0,9335	0,7785	0,8913	0,7499	0,8543
62	Serrana Empreend E Particip Ltda	0,8138	0,9552	0,6153	0,7403	0,7940	0,9098	0,7100	0,8138
63	Sindicato Dos Trab Rurais De Lajeado	0,4191	0,5181	0,3955	0,4887	0,3178	0,3596	0,3706	0,4191
64	Sonda Supermercados Exp E Imp S/A	0,8458	0,9987	0,5404	0,6349	0,7607	0,8717	0,7391	0,8458
65	Supermercado Archer S/A	0,7819	0,9531	0,7661	0,9328	0,7353	0,8346	0,6891	0,7819
66	Supermercado Bahamas Ltda	0,6099	0,6877	0,7124	0,8425	0,7009	0,8004	0,5196	0,6099
67	Supermercado Bernardão Ltda	0,5858	0,7380	0,6871	0,9001	0,6481	0,7317	0,5195	0,5858
68	Supermercado Da Família Ltda	0,6916	0,7877	0,5660	0,6357	0,6824	0,7825	0,6000	0,6916
69	Supermercado Irani Ltda	0,6646	0,7607	0,6690	0,7892	0,5133	0,5864	0,5673	0,6646
70	Supermercado Manentti Ltda	0,4380	0,5297	0,4043	0,4903	0,4429	0,5056	0,3852	0,4380
71	Supermercado Moreira Ltda	0,8112	0,9264	0,7780	0,8885	0,6873	0,7712	0,7229	0,8112
72	Supermercado Myatã Ltda	0,4656	0,5685	0,4074	0,4990	0,4928	0,5582	0,4105	0,4656
73	Supermercado Nordestão Ltda	0,9832	1,1085	0,8909	1,0000	0,8305	0,9563	0,8566	0,9832
74	Supermercado Vianense Ltda	0,7991	0,9048	0,7182	0,8171	0,7340	0,8381	0,6859	0,7991
75	Supermercado Zona Sul S/A	1,0000	1,2107	0,8735	1,0000	1,0000	1,0696	0,9471	1,0000
76	Supermercados Irmãos Lopes S/A	0,6758	0,8335	0,6099	0,7286	0,6146	0,7012	0,5974	0,6758

Continua

Tabela 36: Distâncias Relativas às fronteiras de eficiência (2007-2015)* (continuação)

		2011				***2012***			
id*	DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
77	Supermercados Mialich Ltda	0,6304	0,7583	0,5477	0,6589	0,5494	0,6256	0,5536	0,6304
78	Takada & Takada Ltda	0,6419	0,7283	0,6199	0,7115	0,5984	0,6953	0,5531	0,6419
79	Tischler & Cia Ltda	0,3841	0,4732	0,3689	0,4555	0,3693	0,4185	0,3395	0,3841
80	Unidasul Distribuidora Alimentícia S/A	0,4807	0,5760	0,4547	0,5415	0,4977	0,5678	0,4217	0,4807
81	Walmart Brasil Ltda	0,6585	0,8196	0,6286	0,7725	0,6298	0,7102	0,5835	0,6585
82	Y Yamada Sa Comércio E Indústria	0,6631	0,8162	0,5147	0,6283	0,5957	0,6745	0,5859	0,6631
		2013				***2014***			
id*	DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
1	A Angeloni & Cia Ltda	0,6446	0,7238	0,6402	0,7171	0,6510	0,6463	0,6402	0,6446
2	A C D A Imp Exp Ltda	0,6140	0,6808	0,4710	0,5416	0,5841	0,5617	0,6368	0,6140
3	A Daher & Cia Ltda	0,5036	0,5663	0,4782	0,5383	0,5357	0,5107	0,5224	0,5036
4	Abv Comércio De Alimentos Ltda	0,4346	0,4727	0,4554	0,5041	0,4773	0,4610	0,4504	0,4346
5	Adição Distribuição Express Ltda	0,5106	0,5494	0,5169	0,5601	0,5622	0,5429	0,5291	0,5106
6	Althoff Supermercado Ltda	0,3845	0,3750	0,4083	0,3996	0,4074	0,3982	0,3859	0,3845
7	Asun Comércio De Gêneros Alimentícios Ltda	0,4474	0,4900	0,3843	0,4217	0,5027	0,4849	0,4638	0,4474
8	Atakarejo Distrib De Alimens E Bebidas Eireli	1,0000	1,1539	0,8883	1,0000	1,0000	0,9638	1,0524	1,0000
9	Barcelos E Cia Ltda	0,7316	0,8235	0,5759	0,6483	0,7827	0,8331	0,7030	0,7316
10	Bonanza Supermercados Ltda	0,4613	0,5206	0,4613	0,5206	0,7032	0,6786	0,4786	0,4613
11	C Vale Cooperativa Agroindustrial	0,4377	0,4120	0,4125	0,4286	0,4660	0,4733	0,4279	0,4377
12	Carrefour Comércio E Indústria Ltda	1,0000	1,1230	1,0626	1,0000	1,0000	1,0373	1,0361	1,0000
13	Carvalho & Fernandes Ltda	0,6245	0,6537	0,5903	0,6322	0,6466	0,6245	0,6466	0,6245
14	Casa Avenida Comércio E Importação Ltda	0,4785	0,5282	0,4293	0,4739	0,5250	0,5063	0,4962	0,4785
15	Casa Viscardi S/A Com Imp	0,3876	0,4215	0,3932	0,4263	0,4579	0,4418	0,4018	0,3876
16	Catricala & Cia Ltda	0,7319	0,8239	0,7243	0,8154	0,7554	0,7366	0,7586	0,7319
17	Cencosud Brasil Comercial Ltda	0,5440	0,6026	0,5157	0,5402	0,6755	0,6970	0,5547	0,5440
18	Cerealista Oliveira Ltda	0,4240	0,4746	0,3782	0,4232	0,4878	0,4842	0,4272	0,4240
19	Cia Apolo De Supermercados	0,5621	0,5612	0,4405	0,4421	0,5363	0,5181	0,5738	0,5621
20	Cia Beal De Alimentos	0,6990	0,7788	0,6033	0,6697	0,7284	0,6951	0,7249	0,6990
21	Cia Brasileira De Distribuição	0,9222	0,8819	0,7759	0,7930	0,9317	0,9323	0,9122	0,9222
22	Com De Distribução Sales Ltda	0,4930	0,5184	0,4482	0,4755	0,5631	0,5438	0,5105	0,4930
23	Comercial Delta Ponto Certo Ltda	0,3890	0,4459	0,4828	0,5503	0,5316	0,5127	0,3891	0,3890

Continua

Tabela 36: Distâncias Relativas às fronteiras de eficiência (2007-2015)* (continuação)

		2011				***2012***			
id*	DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
24	Comercial Ferreira Santos Sa	0,6100	0,6565	0,7612	0,7164	0,6773	0,6537	0,6321	0,6100
25	Comercial Oswaldo Cruz Ltda	0,5124	0,5379	0,4608	0,4802	0,5364	0,5178	0,5306	0,5124
26	Comercial Zaffari Ltda	0,4712	0,4837	0,3703	0,3957	0,4806	0,4642	0,4876	0,4712
27	Coml De Secos E Molhados Dal Pozzo Ltda	0,4669	0,4680	0,4724	0,5010	0,5937	0,6074	0,4693	0,4669
28	Companhia Zaffari Comércio E Indústria	0,9519	0,9966	0,7453	0,8244	0,9556	0,9313	0,9856	0,9519
29	Condor Super Center Ltda	0,7698	0,8211	0,6480	0,6981	0,7755	0,7461	0,7975	0,7698
30	Coop - Cooperativa De Consumo	0,7459	0,8434	0,6639	0,7519	0,7730	0,7462	0,7497	0,7459
31	Cooperativa Agroindustrial Lar	0,5040	0,4743	0,4287	0,4035	0,5818	0,5687	0,4884	0,5040
32	Cooperativa Consumo Empregados Da Usiminas Ltda	0,5879	0,6274	0,5138	0,5587	0,5560	0,5350	0,6091	0,5879
33	Cooperativa Santa Clara Ltda	0,5501	0,5403	0,4877	0,4590	0,5835	0,6021	0,5549	0,5501
34	Cooperativa Tritícola Santa Rosa Ltda	0,7242	0,6815	0,4021	0,3784	0,8018	0,8273	0,7018	0,7242
35	Cooperativa Tritícola Sarandi Ltda	0,4363	0,4106	0,4021	0,3784	0,4537	0,4609	0,4241	0,4363
36	Copacol -Cooperativa Agroindl Consolata	0,4411	0,4602	0,4127	0,4346	0,5402	0,5217	0,4567	0,4411
37	Cotripal Agropecuária Cooperativa	0,4756	0,4986	0,4230	0,4418	0,5075	0,4898	0,4925	0,4756
38	D´Avó Supermercados Ltda	0,5913	0,6360	0,5632	0,5902	0,6619	0,6388	0,6127	0,5913
39	Del Moro & Del Moro Ltda	0,5481	0,6170	0,4402	0,5068	0,5520	0,5466	0,5644	0,5481
40	Dias Pastorinho Sa Comércio E Indústria	0,5914	0,6693	0,5273	0,5969	0,6257	0,6274	0,5929	0,5914
41	Distribuidora De Alimentos Fartura Sa	0,7535	0,8574	0,6779	0,7687	0,7291	0,7375	0,7424	0,7535
42	Dma Distribuidora S/A	0,5864	0,6130	0,4775	0,5282	0,5081	0,4897	0,6072	0,5864
43	Giassi & Cia Ltda	0,5852	0,6662	0,5247	0,5953	0,6337	0,6413	0,5823	0,5852
44	Imp. Exp. De Cereais S/A	0,4353	0,4938	0,5094	0,5236	0,4499	0,4440	0,4538	0,4353
45	Irmãos Boa Ltda	0,5508	0,6257	0,5661	0,6502	0,7117	0,6854	0,5745	0,5508
46	Irmãos Muffato & Cia Ltda	0,7266	0,7763	0,7436	0,7922	0,8594	0,8294	0,7527	0,7266
47	Koch Hipermercado Ltda	0,5561	0,6145	0,5683	0,6166	0,6545	0,6310	0,5779	0,5561
48	Libraga Brandão & Cia Ltda	0,3554	0,3735	0,3560	0,3756	0,4504	0,4353	0,3681	0,3554
49	Líder Comércio Indústria Ltda	0,5815	0,6575	0,5764	0,6504	0,7342	0,7175	0,5522	0,5815
50	Lopes Supermercado Ltda	0,6588	0,7295	0,5152	0,5649	0,6805	0,6562	0,6832	0,6588
51	Luiz Tonin Atacadista E Supermercadista S/A	0,6284	0,6479	0,5278	0,5447	0,6712	0,6584	0,6503	0,6284
52	Maglioni Ribeiro & Cia Ltda	0,5494	0,5990	0,5632	0,6000	0,6230	0,6011	0,5695	0,5494
53	Martins Delgado E Cia Ltda	0,4261	0,4560	0,4586	0,4883	0,4964	0,4792	0,4414	0,4261
54	Master Ats Supermercados Ltda	0,4740	0,5060	0,4629	0,5043	0,5590	0,5393	0,4911	0,4740

Continua

Tabela 36: Distâncias Relativas às fronteiras de eficiência (2007-2015)* (continuação)

		2011				***2012***			
id*	DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
55	Mercantil Bastos Ltda	0,4144	0,4584	0,3745	0,4135	0,4119	0,3963	0,4297	0,4144
56	Nazaré Comercial De Alimens E Mag Ltda	0,6476	0,7178	0,5977	0,6648	0,7255	0,7135	0,6495	0,6476
57	Pato Branco Alimentos Ltda	0,5503	0,5694	0,6642	0,6317	0,6313	0,6099	0,5696	0,5503
58	Paulo & Maia Supermercados Ltda	0,5012	0,5711	0,5208	0,5878	0,5849	0,5957	0,4879	0,5012
59	Realmar Distribuidora Ltda	0,6032	0,6790	0,6208	0,6988	0,7782	0,7508	0,6051	0,6032
60	Righi Com De Gêneros Alimentícios Ltda	0,5676	0,5936	0,4310	0,4602	0,6252	0,6037	0,5877	0,5676
61	Savegnago Supermercados Ltda	0,6935	0,7825	0,6781	0,7785	0,7644	0,7347	0,7214	0,6935
62	Serrana Empreend E Particip Ltda	0,8372	0,9066	0,7059	0,7940	0,9818	0,9471	0,8676	0,8372
63	Sindicato Dos Trab Rurais De Lajeado	0,4036	0,4209	0,3037	0,3178	0,4561	0,4404	0,4178	0,4036
64	Sonda Supermercados Exp E Imp S/A	0,7002	0,7924	0,6760	0,7607	0,7939	0,7547	0,7304	0,7002
65	Supermercado Archer S/A	0,7502	0,8080	0,6898	0,7353	0,8431	0,8137	0,7773	0,7502
66	Supermercado Bahamas Ltda	0,6270	0,6864	0,6350	0,7009	0,7441	0,7177	0,6500	0,6270
67	Supermercado Bernardão Ltda	0,6799	0,7618	0,6274	0,6481	0,8239	0,7942	0,6886	0,6799
68	Supermercado Da Família Ltda	0,6911	0,7779	0,6062	0,6824	0,7636	0,7350	0,7017	0,6911
69	Supermercado Irani Ltda	0,5378	0,5997	0,4639	0,5133	0,5973	0,5759	0,5578	0,5378
70	Supermercado Manentti Ltda	0,4314	0,4791	0,4018	0,4429	0,5624	0,5428	0,4474	0,4314
71	Supermercado Moreira Ltda	0,6936	0,7789	0,6205	0,6873	0,5648	0,5667	0,6932	0,6936
72	Supermercado Myatã Ltda	0,4474	0,4699	0,4680	0,4928	0,5051	0,4877	0,4633	0,4474
73	Supermercado Nordestão Ltda	0,9134	1,0456	0,7323	0,8305	1,0000	1,0030	0,9059	0,9134
74	Supermercado Vianense Ltda	0,7794	0,8774	0,6521	0,7340	0,8651	0,8668	0,7902	0,7794
75	Supermercado Zona Sul S/A	0,9908	1,1197	0,8951	1,0000	1,0000	1,1061	0,9248	0,9908
76	Supermercados Irmãos Lopes S/A	0,5742	0,6292	0,5598	0,6146	0,6670	0,6435	0,5953	0,5742
77	Supermercados Mialich Ltda	0,5299	0,5750	0,5056	0,5494	0,5581	0,5384	0,5492	0,5299
78	Takada & Takada Ltda	0,4756	0,5175	0,5316	0,5984	0,5566	0,5372	0,4933	0,4756
79	Tischler & Cia Ltda	0,3888	0,4091	0,3497	0,3693	0,4198	0,4053	0,4026	0,3888
80	Unidasul Distribuidora Alimentícia S/A	0,4956	0,5430	0,4531	0,4977	0,5112	0,4929	0,5138	0,4956
81	Walmart Brasil Ltda	0,7186	0,7168	0,6134	0,6298	0,7675	0,7555	0,7330	0,7186
82	Y Yamada Sa Comércio E Indústria	0,6713	0,6852	0,5665	0,5957	0,7091	0,6852	0,6946	0,6713

Continua

Tabela 36: Distâncias Relativas às fronteiras de eficiência (2007-2015)* (continuação)

		2015				*Média*			
id*	DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
1	A Angeloni & Cia Ltda	0,6310	0,6891	0,6073	0,6510	0,7645	0,8308	0,7283	0,7911
2	A C D A Imp. Exp. Ltda	0,7150	0,7881	0,5297	0,5841	0,5981	0,6440	0,5269	0,5700
3	A Daher & Cia Ltda	0,4947	0,5393	0,4897	0,5357	0,6145	0,6597	0,5909	0,6371
4	Abv Comércio De Alimentos Ltda	0,4321	0,5128	0,4125	0,4773	0,5049	0,5453	0,4701	0,5096
5	Adição Distribuição Express Ltda	0,5173	0,5915	0,4800	0,5622	0,5649	0,6123	0,5386	0,5848
6	Althoff Supermercado Ltda	0,4074	0,4432	0,3744	0,4074	0,4303	0,4607	0,4071	0,4328
7	Asun Comércio De Gêneros Alimentícios Ltda	0,4599	0,5148	0,4284	0,5027	0,4164	0,4538	0,3827	0,4146
8	Atakarejo Distrib De Alimentos E Bebidas Eireli	0,9620	1,1565	0,9093	1,0000	0,8344	0,9068	0,7549	0,8164
9	Barcelos E Cia Ltda	0,6883	0,7517	0,7181	0,7827	0,7096	0,7659	0,6587	0,7064
10	Bonanza Supermercados Ltda	0,5930	0,7222	0,5771	0,7032	0,6122	0,6666	0,5664	0,6146
11	C Vale Cooperativa Agroindustrial	0,5236	0,5510	0,4428	0,4660	0,5341	0,5654	0,5047	0,5431
12	Carrefour Comércio E Indústria Ltda	1,0000	1,0665	1,0157	1,0000	1,0000	1,1157	0,9580	1,0000
13	Carvalho & Fernandes Ltda	0,6925	0,7844	0,5579	0,6466	0,6331	0,6799	0,5793	0,6205
14	Casa Avenida Comércio E Importação Ltda	0,4646	0,5715	0,4425	0,5250	0,5264	0,5763	0,5077	0,5498
15	Casa Viscardi S/A Com. Imp.	0,4162	0,5085	0,3736	0,4579	0,4806	0,5253	0,4563	0,4965
16	Catricala & Cia Ltda	0,7238	0,7938	0,6862	0,7554	0,8432	0,8981	0,8100	0,8580
17	Cencosud Brasil Comercial Ltda	0,6891	0,7139	0,6520	0,6755	0,7083	0,7670	0,6871	0,7305
18	Cerealista Oliveira Ltda	0,5251	0,5604	0,4570	0,4878	0,5392	0,5769	0,4984	0,5472
19	Cia Apolo De Supermercados	0,5921	0,6496	0,4681	0,5363	0,4946	0,5328	0,4431	0,4783
20	Cia Beal De Alimentos	0,7340	0,8090	0,6677	0,7284	0,7291	0,7852	0,6600	0,7087
21	Cia Brasileira De Distribuição	0,9171	0,9705	0,8724	0,9317	0,8973	0,9622	0,8357	0,8933
22	Com De Distribução Sales Ltda	0,5194	0,6005	0,4871	0,5631	0,5386	0,5794	0,4993	0,5366
23	Comercial Delta Ponto Certo Ltda	0,4436	0,4996	0,4492	0,5316	0,5595	0,6042	0,5335	0,5835
24	Comercial Ferreira Santos S/A	0,5980	0,6931	0,5761	0,6773	0,6778	0,7388	0,6527	0,6970
25	Comercial Oswaldo Cruz Ltda	0,7150	0,7881	0,4538	0,5364	0,5502	0,5930	0,4893	0,5283
26	Comercial Zaffari Ltda	0,5142	0,5503	0,4164	0,4806	0,4540	0,4850	0,4117	0,4471
27	Coml. De Secos E Molhados Dal Pozzo Ltda	0,6818	0,7467	0,5682	0,5937	0,4956	0,5289	0,4337	0,4682
28	Companhia Zaffari Comércio E Indústria	0,9361	1,0252	0,8829	0,9556	0,8781	0,9461	0,8018	0,8658
29	Condor Super Center Ltda	0,7475	0,8671	0,7036	0,7755	0,7753	0,8434	0,7194	0,7772
30	Coop - Cooperativa De Consumo	0,6307	0,7187	0,6784	0,7730	0,8049	0,8809	0,7706	0,8465
31	Cooperativa Agroindustrial Lar	0,6448	0,6679	0,5348	0,5818	0,4889	0,5193	0,4470	0,4808

Continua

Tabela 36: Distâncias Relativas às fronteiras de eficiência (2007-2015)* (continuação)

		2015				***Média***			
id*	DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
32	Cooperativa Consumo Empregados Da Usiminas Ltda	0,5201	0,5944	0,4992	0,5560	0,6608	0,7181	0,5910	0,6412
33	Cooperativa Santa Clara Ltda	0,6358	0,6586	0,5633	0,5835	0,5839	0,6279	0,5655	0,6011
34	Cooperativa Tritícola Santa Rosa Ltda	0,6179	0,6401	0,7740	0,8018	0,6251	0,6696	0,5680	0,6084
35	Cooperativa Tritícola Sarandi Ltda	0,5133	0,5318	0,4311	0,4537	0,4712	0,5039	0,4363	0,4680
36	Copacol -Cooperativa Agroindl Consolata	0,5782	0,6317	0,4657	0,5402	0,5325	0,5740	0,4879	0,5265
37	Cotripal Agropecuária Cooperativa	0,4112	0,5034	0,4177	0,5075	0,5053	0,5482	0,4791	0,5208
38	D´Avó Supermercados Ltda	0,6314	0,7521	0,5476	0,6619	0,6245	0,6767	0,5836	0,6375
39	Del Moro & Del Moro Ltda	0,5085	0,5721	0,5023	0,5520	0,5179	0,5614	0,4681	0,5084
40	Dias Pastorinho S/A Comércio E Indústria	0,5911	0,6381	0,5796	0,6257	0,6028	0,6503	0,5559	0,6006
41	Distribuidora De Alimentos Fartura S/A	0,6786	0,7855	0,6681	0,7291	0,8103	0,8730	0,7636	0,8282
42	Dma Distribuidora S/A	0,4048	0,4895	0,4548	0,5081	0,5778	0,6269	0,5642	0,6086
43	Giassi & Cia Ltda	0,6526	0,7105	0,5845	0,6337	0,6771	0,7321	0,6392	0,6910
44	Imp. Exp. De Cereais S/A	0,4840	0,5503	0,4116	0,4499	0,4860	0,5314	0,4536	0,4863
45	Irmãos Boa Ltda	0,7504	0,8302	0,6433	0,7117	0,7095	0,7648	0,6509	0,7017
46	Irmãos Muffato & Cia Ltda	0,7258	0,8792	0,7092	0,8594	0,8266	0,8967	0,7663	0,8306
47	Koch Hipermercado Ltda	0,6109	0,7377	0,5790	0,6545	0,6538	0,7173	0,6081	0,6587
48	Libraga Brandão & Cia Ltda	0,4371	0,4949	0,4062	0,4504	0,4456	0,4801	0,4234	0,4557
49	Líder Comércio Indústria Ltda	0,5748	0,6333	0,6671	0,7342	0,7574	0,8126	0,7416	0,8025
50	Lopes Supermercado Ltda	0,6592	0,8004	0,5785	0,6805	0,6821	0,7446	0,6274	0,6803
51	Luiz Tonin Atacadista E Supermercadista S/A	0,5481	0,5924	0,6187	0,6712	0,6911	0,7450	0,6695	0,7245
52	Maglioni Ribeiro & Cia Ltda	0,5002	0,6201	0,5026	0,6230	0,6786	0,7496	0,6762	0,7329
53	Martins Delgado E Cia Ltda	0,4253	0,5048	0,4182	0,4964	0,5217	0,5685	0,4980	0,5388
54	Master Ats Supermercados Ltda	0,5058	0,5784	0,4819	0,5590	0,5072	0,5473	0,4682	0,5078
55	Mercantil Bastos Ltda	0,3571	0,4074	0,3610	0,4119	0,4516	0,4906	0,4348	0,4699
56	Nazaré Comercial De Alimentos E Mag Ltda	0,7104	0,7517	0,6856	0,7255	0,8297	0,9084	0,7827	0,8430
57	Pato Branco Alimentos Ltda	0,7194	0,8496	0,5527	0,6313	0,6360	0,6810	0,6047	0,6311
58	Paulo & Maia Supermercados Ltda	0,5685	0,6256	0,5340	0,5849	0,5889	0,6388	0,5665	0,6100
59	Realmar Distribuidora Ltda	0,6241	0,6868	0,7059	0,7782	0,6763	0,7221	0,6256	0,6713
60	Righi Com De Gêneros Alimentícios Ltda	0,6178	0,7222	0,5344	0,6252	0,5093	0,5522	0,4565	0,4925
61	Savegnago Supermercados Ltda	0,7327	0,8123	0,6889	0,7644	0,8284	0,8896	0,7881	0,8534
62	Serrana Empreend E Particip Ltda	0,8070	0,9093	0,8025	0,9818	0,7485	0,8003	0,6302	0,6916

Continua

Tabela 36: Distâncias Relativas às fronteiras de eficiência (2007-2015)* (continuação)

		2015				***Média***			
id*	DMU	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t}(x^{t+1}, y^{t+1})$	$D^{t+1}(x^{t}, y^{t})$	$D^{t}(x^{t}, y^{t})$
63	Sindicato Dos Trab. Rurais De Lajeado	0,4358	0,5083	0,3887	0,4561	0,4599	0,4989	0,4307	0,4670
64	Sonda Supermercados Exp. E Imp. S/A	0,7348	0,8013	0,7279	0,7939	0,7283	0,7798	0,6850	0,7325
65	Supermercado Archer S/A	0,7069	0,8733	0,6956	0,8431	0,8331	0,9076	0,7872	0,8547
66	Supermercado Bahamas Ltda	0,5944	0,7150	0,6107	0,7441	0,7410	0,7979	0,7068	0,7718
67	Supermercado Bernardão Ltda	0,7179	0,7966	0,7612	0,8239	0,7458	0,7978	0,6957	0,7580
68	Supermercado Da Família Ltda	0,7333	0,8009	0,6925	0,7636	0,6938	0,7420	0,6445	0,6874
69	Supermercado Irani Ltda	1,0000	1,2415	0,5172	0,5973	0,6713	0,7320	0,6064	0,6561
70	Supermercado Manentti Ltda	0,4051	0,4877	0,4614	0,5624	0,4400	0,4787	0,3960	0,4300
71	Supermercado Moreira Ltda	0,6145	0,6565	0,5349	0,5648	0,7484	0,8222	0,7227	0,7887
72	Supermercado Myatã Ltda	0,4742	0,5552	0,4296	0,5051	0,4550	0,4920	0,4160	0,4485
73	Supermercado Nordestão Ltda	1,0000	1,1027	0,9208	1,0000	0,9622	1,0427	0,8962	0,9622
74	Supermercado Vianense Ltda	0,8156	0,8955	0,7883	0,8651	0,7478	0,7952	0,6107	0,6526
75	Supermercado Zona Sul S/A	1,0000	1,1030	0,9178	1,0000	0,9990	1,0796	0,9877	0,9990
76	Supermercados Irmãos Lopes S/A	0,5798	0,6955	0,5383	0,6670	0,6540	0,7126	0,6074	0,6605
77	Supermercados Mialich Ltda	0,4567	0,5367	0,4512	0,5581	0,5615	0,6074	0,5261	0,5712
78	Takada & Takada Ltda	0,7027	0,7723	0,4776	0,5566	0,6095	0,6509	0,5509	0,5923
79	Tischler & Cia Ltda	0,3875	0,4566	0,3558	0,4198	0,4195	0,4560	0,3901	0,4208
80	Unidasul Distribuidora Alimentícia S/A	0,4969	0,5652	0,4367	0,5112	0,5220	0,5641	0,4867	0,5264
81	Walmart Brasil Ltda	0,7288	0,7847	0,7094	0,7675	0,7406	0,8000	0,6940	0,7482
82	Y Yamada Sa Comércio E Indústria	0,5396	0,6006	0,6327	0,7091	0,6752	0,7302	0,6546	0,7040

APÊNDICE 6 – Decomposição da Produtividade Total dos Fatores (Índice de Malmquist)

Tabela 37: Decomposição do Índice Malmquist (2006-2015)

Rank	DMU	VET	VT	PTF
1	Supermercado Vianense Ltda	1,1459	1,0660	1,2215
2	Serrana Empreend E Particip Ltda	1,0823	1,0833	1,1724
3	Coml De Secos E Molhados Dal Pozzo Ltda	1,0585	1,0734	1,1361
4	A C D A Imp Exp Ltda	1,0493	1,0793	1,1325
5	Comercial Oswaldo Cruz Ltda	1,0414	1,0788	1,1235
6	Cooperativa Consumo Empregados Da Usiminas Ltda	1,0307	1,0858	1,1191
7	Righi Com De Gêneros Alimentícios Ltda	1,0341	1,0816	1,1185
8	Cia Apolo De Supermercados	1,0341	1,0783	1,1151
9	Supermercado Manentti Ltda	1,0234	1,0869	1,1123
10	Supermercado Irani Ltda	1,0232	1,0861	1,1113
11	Atakarejo Distrib De Alimentos E Bebidas Eireli	1,0220	1,0841	1,1080
12	Cia Beal De Alimentos	1,0288	1,0754	1,1063
13	Del Moro & Del Moro Ltda	1,0187	1,0849	1,1052
14	Takada & Takada Ltda	1,0291	1,0715	1,1027
15	Cooperativa Tritícola Santa Rosa Ltda	1,0274	1,0713	1,1006
16	Supermercado Myatã Ltda	1,0146	1,0797	1,0954
17	Carvalho & Fernandes Ltda	1,0203	1,0725	1,0943
18	Companhia Zaffari Comércio E Indústria	1,0141	1,0787	1,0939
19	Comercial Zaffari Ltda	1,0156	1,0771	1,0938
20	Asun Comércio De Gêneros Alimentícios Ltda	1,0044	1,0865	1,0912
21	Lopes Supermercado Ltda	1,0027	1,0880	1,0909
22	Copacol - Cooperativa Agroindl Consolata	1,0114	1,0785	1,0908
23	Irmãos Boa Ltda	1,0112	1,0780	1,0900
24	Cooperativa Agroindustrial Lar	1,0170	1,0688	1,0869
25	Dias Pastorinho S/A Comércio E Indústria	1,0035	1,0796	1,0835
26	Bonanza Supermercados Ltda	0,9961	1,0870	1,0827
27	Koch Hipermercado Ltda	0,9927	1,0902	1,0821
28	Imp. Exp. De Cereais S/A	0,9994	1,0826	1,0819
29	Condor Super Center Ltda	0,9975	1,0841	1,0815
30	Barcelos E Cia Ltda	1,0045	1,0759	1,0807
31	Master Ats Supermercados Ltda	0,9987	1,0818	1,0805
32	Tischler & Cia Ltda	0,9971	1,0827	1,0796
33	Com. De Distribução Sales Ltda	1,0038	1,0752	1,0793
34	Carrefour Comércio E Indústria Ltda	1,0000	1,0792	1,0792
35	Irmãos Muffato & Cia Ltda	0,9952	1,0843	1,0791
36	Supermercado Nordestão Ltda	1,0000	1,0787	1,0787
37	Cooperativa Tritícola Sarandi Ltda	1,0068	1,0711	1,0783
38	Realmar Distribuidora Ltda	1,0074	1,0703	1,0783
39	Supermercado Da Família Ltda	1,0092	1,0681	1,0779
40	Supermercados Irmãos Lopes S/A	0,9902	1,0885	1,0778
41	Cia Brasileira De Distribuição	1,0045	1,0706	1,0755
42	Unidasul Distribuidora Alimentícia S/A	0,9917	1,0811	1,0722
43	Abv Comércio De Alimentos Ltda	0,9909	1,0819	1,0720
44	Nazaré Comercial De Alimens E Mag Ltda	0,9843	1,0859	1,0688
45	Walmart Brasil Ltda	0,9899	1,0791	1,0682
46	Cerealista Oliveira Ltda	0,9854	1,0839	1,0680
47	Sindicato Dos Trab. Rurais De Lajeado	0,9847	1,0846	1,0680

Continua

Tabela 37: Decomposição do Índice Malmquist (2006-2015) (continuação)

Rank	DMU	VET	VT	PTF
48	D´Avó Supermercados Ltda	0,9796	1,0880	1,0658
49	Pato Branco Alimentos Ltda	1,0078	1,0571	1,0654
50	Supermercados Mialich Ltda	0,9830	1,0837	1,0653
51	Sonda Supermercados Exp. E Imp. S/A	0,9943	1,0700	1,0639
52	Supermercado Bernardão Ltda	0,9839	1,0797	1,0622
53	Althoff Supermercado Ltda	0,9942	1,0668	1,0607
54	Supermercado Archer S/A	0,9747	1,0876	1,0601
55	Giassi & Cia Ltda	0,9799	1,0811	1,0594
56	Distribuidora De Alimentos Fartura S/A	0,9784	1,0809	1,0576
57	Casa Viscardi S/A Com. Imp.	0,9680	1,0905	1,0557
58	Cotripal Agropecuária Cooperativa	0,9702	1,0861	1,0537
59	Libraga Brandão & Cia Ltda	0,9777	1,0769	1,0529
60	Martins Delgado E Cia Ltda	0,9683	1,0858	1,0514
61	A Angeloni & Cia Ltda	0,9664	1,0865	1,0499
62	C Vale Cooperativa Agroindustrial	0,9836	1,0672	1,0497
63	Comercial Ferreira Santos S/A	0,9724	1,0789	1,0491
64	Adição Distribuição Express Ltda	0,9659	1,0848	1,0478
65	Savegnago Supermercados Ltda	0,9707	1,0784	1,0468
66	Supermercado Zona Sul S/A	1,0000	1,0455	1,0455
67	Catricala & Cia Ltda	0,9828	1,0621	1,0438
68	Paulo & Maia Supermercados Ltda	0,9654	1,0808	1,0433
69	Coop - Cooperativa De Consumo	0,9509	1,0965	1,0426
70	Casa Avenida Comércio E Importação Ltda	0,9575	1,0888	1,0425
71	Comercial Delta Ponto Certo Ltda	0,9589	1,0868	1,0422
72	Mercantil Bastos Ltda	0,9611	1,0835	1,0413
73	Supermercado Bahamas Ltda	0,9601	1,0843	1,0410
74	Cencosud Brasil Comercial Ltda	0,9696	1,0730	1,0403
75	Supermercado Moreira Ltda	0,9489	1,0950	1,0390
76	Cooperativa Santa Clara Ltda	0,9714	1,0692	1,0386
77	A Daher & Cia Ltda	0,9644	1,0759	1,0376
78	Y Yamada Sa Comércio E Indústria	0,9590	1,0785	1,0343
79	Luiz Tonin Atacadista E Supermercadista S/A	0,9540	1,0800	1,0303
80	Dma Distribuidora S/A	0,9494	1,0818	1,0271
81	Líder Comércio Indústria Ltda	0,9438	1,0775	1,0169
82	Maglioni Ribeiro & Cia Ltda	0,9259	1,0942	1,0132

Nota. Esta tabela fornece as médias geométricas dos componentes do índice Malmquist para todas DMUs da amostra, ranqueadas de acordo com a PTF. A primeira coluna refere-se à posição que a empresa ocupa no ranking de produtividade, em seguida as DMUs (*decision making units*) são nomeadas. Na terceira, quarta e quinta coluna são presentadas as médias da Variação na Eficiência Técnica (VET), a Variação na Tecnologia (VT) e a Produtividade Total dos Fatores (PTF), respectivamente.

APÊNDICE 7 – Eficiências das DMUs de acordo com os modelos DEA

Tabela 38: Eficiências médias individuais obtidas pelos modelos de DEA

DMU	CRS	VRS	EE
A Angeloni & Cia Ltda	0,78060	0,79672	0,97977
A C D A Imp. Exp. Ltda	0,58924	0,59881	0,98401
A Daher & Cia Ltda	0,62906	0,73067	0,86094
Abv Comércio De Alimentos Ltda	0,50348	0,55774	0,90273
Adição Distribuição Express Ltda	0,58045	0,61002	0,95152
Althoff Supermercado Ltda	0,43200	0,45752	0,94423
Asun Comércio De Gêneros Alimentícios Ltda	0,42414	0,47604	0,89098
Atakarejo Distrib De Alimens E Bebidas Eireli	0,85431	0,89444	0,95514
Barcelos E Cia Ltda	0,70662	0,73700	0,95878
Bonanza Supermercados Ltda	0,61953	0,70356	0,88057
C Vale Cooperativa Agroindustrial	0,55010	0,68456	0,80359
Carrefour Comércio E Indústria Ltda	1,00000	1,00000	1,00000
Carvalho & Fernandes Ltda	0,63332	0,66815	0,94787
Casa Avenida Comércio E Importação Ltda	0,54494	0,58187	0,93653
Casa Viscardi S/A Com Imp	0,49356	0,57161	0,86346
Catricala & Cia Ltda	0,85010	0,89687	0,94786
Cencosud Brasil Comercial Ltda	0,73964	0,75995	0,97328
Cerealista Oliveira Ltda	0,55484	0,62268	0,89106
Cia Apolo De Supermercados	0,49123	0,57619	0,85255
Cia Beal De Alimentos	0,71474	0,73880	0,96744
Cia Brasileira De Distribuição	0,89733	0,93230	0,96249
Com. De Distribução Sales Ltda	0,53635	0,56751	0,94509
Comercial Delta Ponto Certo Ltda	0,57627	0,61226	0,94122
Comercial Ferreira Santos Sa	0,69150	0,72745	0,95058
Comercial Oswaldo Cruz Ltda	0,54830	0,57954	0,94610
Comercial Zaffari Ltda	0,45590	0,49146	0,92766
Coml De Secos E Molhados Dal Pozzo Ltda	0,49339	0,64379	0,76638
Companhia Zaffari Comércio E Indústria	0,87431	0,92685	0,94331
Condor Super Center Ltda	0,77549	0,79244	0,97862
Coop - Cooperativa De Consumo	0,82842	0,83689	0,98988
Cooperativa Agroindustrial Lar	0,49997	0,61001	0,81961
Cooperativa Consumo Empregados Da Usiminas Ltda	0,64730	0,66606	0,97184
Cooperativa Santa Clara Ltda	0,61173	0,74929	0,81641
Cooperativa Tritícola Santa Rosa Ltda	0,63377	0,98245	0,64509
Cooperativa Tritícola Sarandi Ltda	0,47682	0,78836	0,60483
Copacol - Cooperativa Agroindl Consolata	0,53659	0,63607	0,84360
Cotripal Agropecuária Cooperativa	0,51314	0,52466	0,97804
D´Avó Supermercados Ltda	0,63962	0,69994	0,91383
Del Moro & Del Moro Ltda	0,51263	0,52812	0,97069
Dias Pastorinho Sa Comércio E Indústria	0,59986	0,61408	0,97684
Distribuidora De Alimentos Fartura S/A	0,81643	0,88645	0,92101
Dma Distribuidora S/A	0,59189	0,63719	0,92891
Giassi & Cia Ltda	0,69115	0,74848	0,92341
Imp. Exp. De Cereais S/A	0,48689	0,56703	0,85867
Irmãos Boa Ltda	0,71050	0,73487	0,96684
Irmãos Muffato & Cia Ltda	0,82265	0,84793	0,97019
Koch Hipermercado Ltda	0,65670	0,67769	0,96903
Libraga Brandão & Cia Ltda	0,45755	0,50420	0,90747
Líder Comércio Indústria Ltda	0,79064	0,90372	0,87487

Continua

Tabela 38: Eficiências médias individuais obtidas pelos modelos de DEA (continuação)

DMU	CRS	VRS	EE
Lopes Supermercado Ltda	0,68053	0,72029	0,94479
Luiz Tonin Atacadista E Supermercadista S/A	0,71380	0,75807	0,94160
Maglioni Ribeiro & Cia Ltda	0,72402	0,77628	0,93268
Martins Delgado E Cia Ltda	0,53096	0,55121	0,96327
Master Ats Supermercados Ltda	0,50803	0,52272	0,97189
Mercantil Bastos Ltda	0,46419	0,48517	0,95675
Nazaré Comercial De Alimentos E Mag Ltda	0,84076	0,87690	0,95879
Pato Branco Alimentos Ltda	0,64556	0,69174	0,93324
Paulo & Maia Supermercados Ltda	0,60970	0,62701	0,97239
Realmar Distribuidora Ltda	0,66927	0,70878	0,94425
Righi Com De Gêneros Alimentícios Ltda	0,50804	0,58436	0,86940
Savegnago Supermercados Ltda	0,84546	0,87273	0,96875
Serrana Empreendimentos E Participações Ltda	0,72192	0,81079	0,89039
Sindicato Dos Trab Rurais De Lajeado	0,47037	0,52446	0,89686
Sonda Supermercados Exp E Imp S/A	0,73531	0,77541	0,94829
Supermercado Archer S/A	0,84414	0,91946	0,91808
Supermercado Bahamas Ltda	0,76102	0,78676	0,96728
Supermercado Bernardão Ltda	0,76089	0,81966	0,92830
Supermercado Da Família Ltda	0,69274	0,87354	0,79302
Supermercado Irani Ltda	0,69819	0,70762	0,98667
Supermercado Manentti Ltda	0,43153	0,44514	0,96942
Supermercado Moreira Ltda	0,78071	0,97146	0,80364
Supermercado Myatã Ltda	0,45301	0,52892	0,85648
Supermercado Nordestão Ltda	0,96749	0,96996	0,99746
Supermercado Vianense Ltda	0,70082	0,79398	0,88266
Supermercado Zona Sul S/A	0,99908	1,00000	0,99908
Supermercados Irmãos Lopes S/A	0,65400	0,68894	0,94929
Supermercados Mialich Ltda	0,56619	0,66349	0,85336
Takada & Takada Ltda	0,60800	0,61470	0,98910
Tischler & Cia Ltda	0,41908	0,45510	0,92086
Unidasul Distribuidora Alimentícia S/A	0,52468	0,59976	0,87480
Walmart Brasil Ltda	0,74890	0,77853	0,96194
Y Yamada Sa Comércio E Indústria	0,69119	0,73932	0,93490

Nota. Aqui são apresentadas as eficiências médias geradas pelos modelos de análise envoltória de dados – DEA para o período (2006-2015). Na primeira coluna são indicadas as DMUs em ordem alfabética, na sequência são apresentadas as médias dos modelos CRS = DEA com retornos constantes de escala, VRS = DEA com retornos variáveis de escala, e, por fim, a EE = Eficiência de escala, calculada como a razão entre o escore de eficiência do modelo CRS pelo escore do modelo VRS, conforme definido por Cooper, Seiford e Tone (2007).

APÊNDICE 8 – Fronteira de Produção e Benchmarks

Tabela 39: Benchmarks fornecidos pelo modelo DEA-VRS (2006-2015)

	Benchmark									
DMU	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
A Angeloni & Cia Ltda	Líder	Carrefour	Carrefour	Líder	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo
A C D A Imp Exp. Ltda	Carrefour	Carrefour	Catricala	Catricala	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Supermercado Irani
A Daher & Cia. Ltda	Carrefour	Carrefour	Catricala	Catricala	Catricala	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Abv Comércio De Alimentos Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Catricala	Catricala	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Adição Distribuição Express Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Catricala	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Althoff Supermercado Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Grupo Pão de Açúcar	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Asun Comércio De Gêneros Alimentícios Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Atakarejo Distrib De Alimentos E Bebidas Eireli	Líder	Conpanhia Zaffari	Carrefour	Líder	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo
Barcelos E Cia Ltda	Líder	Carrefour	Catricala	Catricala	Catricala	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Supermercado Nordestão
Bonanza Supermercados Ltda	Cooperativa Tritícola Sarandi	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Catricala	Catricala	Catricala	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
C Vale Cooperativa Agroindustrial	Cooperativa Tritícola Sarandi	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Catricala	Catricala	Catricala	Carrefour	Atakarejo	Carrefour	Carrefour	Carrefour
Carrefour Comércio E Indústria Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour

Continua

Tabela 39: Benchmarks fornecidos pelo modelo DEA-VRS (2006-2015) (continuação)

DMU	Benchmark									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Carvalho & Fernandes Ltda	Maglioni Ribeiro	Maglioni Ribeiro	Carrefour	Carrefour	Catricala	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Casa Avenida Comércio E Importação Ltda	Carrefour	Carrefour	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Casa Viscardi S/A Com. Imp.	Carrefour	Carrefour	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Catricala	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Catricala & Cia Ltda	Carrefour	Maglioni Ribeiro	Catricala	Catricala	Catricala	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Supermercado da Família
Cencosud Brasil Comercial Ltda (Gbarbosa)	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Cerealista Oliveira Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Cia Apolo De Supermercados	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Cia Beal De Alimentos	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Nazaré Comercial de Alimens	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Supermercado Irani
Grupo Pão De Açúcar	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Grupo Pão de Açúcar	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Carrefour	Carrefour	Carrefour
Com De Distribução Sales Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Comercial Delta Ponto Certo Ltda	Carrefour	Carrefour	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Nazaré Comercial de Alimens	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Comercial Ferreira Santos S/A	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Comercial Oswaldo Cruz Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Grupo Pão de Açúcar	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Supermercado Irani
Comercial Zaffari Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Catricala	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Coml De Secos E Molhados Dal Pozzo Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Líder	Supermerca do Moreira	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour	Carrefour	Com de Secos e Molhados Dal Pozzo

Continua

Tabela 39: Benchmarks fornecidos pelo modelo DEA-VRS (2006-2015) (continuação)

DMU	Benchmark									
	2006	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Companhia Zaffari Comércio E Indústria	Carrefour	Conpanhia Zaffari	Carrefour	Grupo Pão de Açúcar	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo
Condor Super Center Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Coop - Cooperativa De Consumo	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Cooperativa Agroindustrial Lar	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Grupo Pão de Açúcar	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Cooperativa Consumo Empregados Da Usiminas Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Cooperativa Santa Clara Ltda	Cooperativa Santa Clara	Carrefour	Carrefour	Grupo Pão de Açúcar	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Cooperativa Tritícola Santa Rosa Ltda	Carrefour	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Cooperativa Tritícola Sarandi Ltda	Cooperativa Tritícola Sarandi	Cooperativa Tritícola Sarandi	Carrefour	Grupo Pão de Açúcar	Carrefour	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Copacol - Cooperativa Agroindl Consolata	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Catricala	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Cotripal Agropecuária Cooperativa	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
D´Avó Supermercados Ltda	Carrefour	Conpanhia Zaffari	Carrefour	Grupo Pão de Açúcar	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo
Del Moro & Del Moro Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Nazaré Comercial de Alimentos	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Supermercado da Família
Dias Pastorinho S/A Comércio E Indústria	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Nazaré Comercial de Alimentos	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Distribuidora De Alimentos Fartura S/A	Carrefour	Carrefour	Dist. de Alimentos Fartura	Nazaré Comercial de Alimentos	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa

Continua

Tabela 39: Benchmarks fornecidos pelo modelo DEA-VRS (2006-2015) (continuação)

DMU	Benchmark									
	2006	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Dma Distribuidora SA	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Giassi & Cia Ltda	Carrefour	Conpanhia Zaffari	Carrefour	Líder	Nazaré Comercial de Alimentos	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Imp Exp De Cereais S/A	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Irmãos Boa Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Supermercado da Família
Irmãos Muffato & Cia Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo
Koch Hipermercado Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Libraga Brandão & Cia Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Líder Comércio Indústria Ltda	Líder	Líder	Líder	Líder	Supermercado Moreira	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Com de Secos e Molhados Dal Pozzo
Lopes Supermercado Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Luiz Tonin Atacadista E Supermercadista S/A	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Maglioni Ribeiro & Cia Ltda	Maglioni Ribeiro	Maglioni Ribeiro	Carrefour	Catricala	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Martins Delgado E Cia Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour

Continua

Tabela 39: Benchmarks fornecidos pelo modelo DEA-VRS (2006-2015) (continuação)

DMU	Benchmark									
	2006	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Master Ats Supermercados Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Nazaré Comercial de Alimentos	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Mercantil Bastos Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Nazaré Comercial De Alimens E Mag Ltda	Líder	Nazaré Comercial de Alimentos	Nazaré Comercial de Alimentos	Nazaré Comercial de Alimentos	Nazaré Comercial de Alimentos	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Pato Branco Alimentos Ltda	Líder	Líder	Catricala	Catricala	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Paulo & Maia Supermercados Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Catricala	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Supermercado da Família
Realmar Distribuidora Ltda	Maglioni Ribeiro	Carrefour	Catricala	Catricala	Catricala	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Supermercado da Família
Righi Com De Gêneros Alimentícios Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Catricala	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Savegnago Supermercados Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Nazaré Comercial de Alimentos	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Supermercado da Família
Serrana Empreend E Particip Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Catricala	Carrefour	Serrana Empreendimentos	Serrana Empreendimentos	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Sindicato Dos Trab Rurais De Lajeado	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Sonda Supermercados Exp E Imp S/A	Líder	Líder	Líder	Líder	Nazaré Comercial de Alimentos	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Supermercado Irani

Continua

Tabela 39: Benchmarks fornecidos pelo modelo DEA-VRS (2006-2015) (continuação)

DMU	Benchmark									
	2006	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Supermercado Archer S/A	Carrefour	Carrefour	Supermercado Archer	Supermercado Archer	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Supermercado Bahamas Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Catricala	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Supermercado Bernardão Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Supermercado Da Família Ltda	Cooperativa Tritícola Sarandi	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Catricala	Catricala	Catricala	Supermercado da Família	Supermercado da Família	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Supermercado da Família
Supermercado Irani Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Supermercado Irani
Supermercado Manentti Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Supermercado Moreira Ltda	Supermercado Moreira	Supermercado Moreira	Supermercado Moreira	Supermercado Moreira	Supermercado Moreira	Supermercado Moreira	Supermercado Moreira	Supermercado Moreira	Supermercado Moreira	Supermercado Moreira
Supermercado Myatã Ltda	Carrefour	Carrefour	Catricala	Catricala	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Supermercado Nordestão Ltda	Supermercado Nordestão	Supermercado Nordestão	Carrefour	Supermercado Nordestão	Supermercado Nordestão	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Supermercado Nordestão
Supermercado Vianense Ltda	Cooperativa Tritícola Sarandi	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Catricala	Catricala	Catricala	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Serrana Empreendimentos	Atakarejo	Atakarejo	Supermercado da Família
Supermercado Zona Sul Sa	Supermercado Zona Sul	Supermercado Zona Sul	Supermercado Zona Sul	Supermercado Zona Sul	Supermercado Zona Sul	Supermercado Zona Sul	Supermercado Zona Sul	Supermercado Zona Sul	Supermercado Zona Sul	Supermercado Zona Sul

Continua

Tabela 39: Benchmarks fornecidos pelo modelo DEA-VRS (2006-2015) (continuação)

DMU	Benchmark									
	2006	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Supermercados Irmãos Lopes S/A	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Catricala	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Supermercados Mialich Ltda	Cooperativa Tritícola Sarandi	Cooperativa Tritícola Santa Rosa	Catricala	Catricala	Catricala	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Takada & Takada Ltda (Sup. Bandeirante)	Carrefour	Carrefour	Catricala	Catricala	Catricala	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Supermercado Irani
Tischler & Cia Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Grupo Pão de Açúcar	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Unidasul Distribuidora Alimentícia S/A	Carrefour	Carrefour	Catricala	Catricala	Catricala	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Cooperativa Tritícola Santa Rosa
Walmart Brasil Ltda	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour
Y Yamada S/A Comércio E Indústria	Carrefour	Conpanhia Zaffari	Carrefour	Grupo Pão de Açúcar	Carrefour	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Atakarejo	Carrefour

APÊNDICE 9 – Ranking por eficiência obtido pelo modelo SFA sem heterogeneidade

Tabela 40: Ranking por eficiência de acordo com o modelo DEA-VRS (eficiência média)

Rank	DMU	Eficiência	Rank	DMU	Eficiência
1	Carrefour Comércio E Indústria Ltda	1,0000	42	D´Avó Supermercados Ltda	0,6999
2	Supermercado Zona Sul S/A	1,0000	43	Pato Branco Alimentos Ltda	0,6917
3	Cooperativa Tritícola Santa Rosa Ltda	0,9824	44	Supermercados Irmãos Lopes S/A	0,6889
4	Supermercado Moreira Ltda	0,9715	45	C Vale Cooperativa Agroindustrial	0,6846
5	Supermercado Nordestão Ltda	0,9700	46	Koch Hipermercado Ltda	0,6777
6	Cia Brasileira De Distribuição	0,9323	47	Carvalho & Fernandes Ltda	0,6681
7	Companhia Zaffari Comércio E Indústria	0,9268	48	Cooperativa Consumo Empregados Da Usiminas Ltda	0,6661
8	Supermercado Archer S/A	0,9195	49	Supermercados Mialich Ltda	0,6635
9	Líder Comércio Indústria Ltda	0,9037	50	Coml De Secos E Molhados Dal Pozzo Ltda	0,6438
10	Catricala & Cia Ltda	0,8969	51	Dma Distribuidora Sa	0,6372
11	Atakarejo Distrib De Alimentos E Bebidas Eireli	0,8944	52	Copacol -Cooperativa Agroindl Consolata	0,6361
12	Distribuidora De Alimentos Fartura S/A	0,8864	53	Paulo & Maia Supermercados Ltda	0,6270
13	Nazaré Comercial De Alimens E Mag Ltda	0,8769	54	Cerealista Oliveira Ltda	0,6227
14	Supermercado Da Família Ltda	0,8735	55	Takada & Takada Ltda (Sup Bandeirante)	0,6147
15	Savegnago Supermercados Ltda	0,8727	56	Dias Pastorinho Sa Comércio E Indústria	0,6141
16	Irmãos Muffato & Cia Ltda	0,8479	57	Comercial Delta Ponto Certo Ltda	0,6123
17	Coop - Cooperativa De Consumo	0,8369	58	Adição Distribuição Express Ltda	0,6100
18	Supermercado Bernardão Ltda	0,8197	59	Cooperativa Agroindustrial Lar	0,6100
19	Serrana Empreend E Particip Ltda	0,8108	60	Unidasul Distribuidora Alimentícia Sa	0,5998
20	A Angeloni & Cia Ltda	0,7967	61	A C D A Imp Exp Ltda	0,5988
21	Supermercado Vianense Ltda	0,7940	62	Righi Com De Gêneros Alimentícios Ltda	0,5844
22	Condor Super Center Ltda	0,7924	63	Casa Avenida Comércio E Importação Ltda	0,5819
23	Cooperativa Tritícola Sarandi Ltda	0,7884	64	Comercial Oswaldo Cruz Ltda	0,5795
24	Supermercado Bahamas Ltda	0,7868	65	Cia Apolo De Supermercados	0,5762
25	Walmart Brasil Ltda	0,7785	66	Casa Viscardi S/A Com Imp	0,5716
26	Maglioni Ribeiro & Cia Ltda	0,7763	67	Com De Distribução Sales Ltda	0,5675
27	Sonda Supermercados Exp. E Imp. S/A	0,7754	68	Imp. Exp. De Cereais Sa	0,5670
28	Cencosud Brasil Comercial Ltda (Gbarbosa)	0,7600	69	Abv Comércio De Alimentos Ltda	0,5577

Continua

Tabela 40: Ranking por eficiência de acordo com o modelo DEA-VRS (eficiência média) (continuação)

29	Luiz Tonin Atacadista E Supermercadista S/A	0,7581	70	Martins Delgado E Cia Ltda	0,5512
30	Cooperativa Santa Clara Ltda	0,7493	71	Supermercado Myatã Ltda	0,5289
31	Giassi & Cia Ltda	0,7485	72	Del Moro & Del Moro Ltda	0,5281
32	Y Yamada Sa Comércio E Indústria	0,7393	73	Cotripal Agropecuária Cooperativa	0,5247
33	Cia Beal De Alimentos	0,7388	74	Sindicato Dos Trab Rurais De Lajeado	0,5245
34	Barcelos E Cia Ltda	0,7370	75	Master Ats Supermercados Ltda	0,5227
35	Irmãos Boa Ltda	0,7349	76	Libraga Brandão & Cia Ltda	0,5042
36	A Daher & Cia Ltda	0,7307	77	Comercial Zaffari Ltda	0,4915
37	Comercial Ferreira Santos S/A	0,7275	78	Mercantil Bastos Ltda	0,4852
38	Lopes Supermercado Ltda	0,7203	79	Asun Comércio De Gêneros Alimentícios Ltda	0,4760
39	Realmar Distribuidora Ltda	0,7088	80	Althoff Supermercado Ltda	0,4575
40	Supermercado Irani Ltda	0,7076	81	Tischler & Cia Ltda	0,4551
41	Bonanza Supermercados Ltda	0,7036	82	Supermercado Manentti Ltda	0,4451