



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

MURILO ROSSETTO

**A PRODUTIVIDADE E O IMPACTO DA LOGÍSTICA DE
DISTRIBUIÇÃO NA EFICIÊNCIA DA SOJICULTURA
BRASILEIRA**

PUBLICAÇÃO: 142 /2017

Brasília/DF
Março/2017

MURILO ROSSETTO

**A PRODUTIVIDADE E O IMPACTO DA LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO NA
EFICIÊNCIA DA SOJICULTURA BRASILEIRA**

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

Orientador: Prof. Dr. Carlos Rosano-Peña

**Brasília/DF
Março/2017**

ROSSETTO, M. **A produtividade e o impacto da logística de distribuição na eficiência da sojicultura brasileira**. 2017, 94 f. Dissertação. (Mestrado em Agronegócio) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

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

FICHA CATALOGRÁFICA

RR829p ROSSETTO, MURILO
A PRODUTIVIDADE E O IMPACTO DA LOGÍSTICA DE
DISTRIBUIÇÃO NA EFICIÊNCIA DA SOJICULTURA BRASILEIRA
/ MURILO ROSSETTO; orientador CARLOS ROSANO-PEÑA. --
Brasília, 2017.
103 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Agronegócios) -
Universidade de Brasília, 2017.

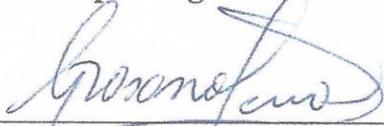
1. EFICIÊNCIA. 2. SOJICULTURA. 3. LOGÍSTICA DE
DISTRIBUIÇÃO. 4. ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS. 5.
ÍNDICE DE MALMQUIST. I. ROSANO-PEÑA, CARLOS, orient.
II. Título.

MURILO ROSSETTO

**A PRODUTIVIDADE E O IMPACTO DA LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO NA
EFICIÊNCIA DA SOJICULTURA BRASILEIRA**

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

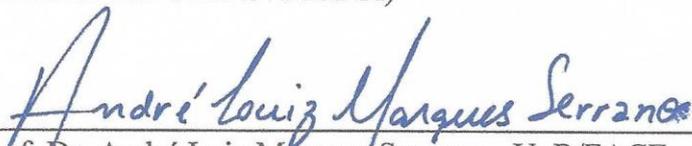
Aprovada pela seguinte Banca Examinadora:



Prof. Dr. Carlos Rosano-Peña – UnB
(ORIENTADOR)



Prof. Dr^a. Patrícia Guarnieri – UnB
(EXAMINADORA INTERNA)



Prof. Dr. André Luiz Marques Serrano – UnB/FACE
(EXAMINADOR EXTERNO)

Brasília, 25 de março de 2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por cada dia de vida e também pela benção em concluir o curso de Mestrado em Agronegócios, encarando os desafios de cada dia. Em especial, devo agradecer ao meu pai, Odair, por desde o início me apoiar nesta empreitada e também me ensinar a importância do conhecimento e estudo na vida de uma pessoa. À minha estimada mãe Beatriz (*in memoriam*) pelo seu amor incondicional e, que mesmo ausente, me deixou como herança o caráter, a honestidade e perseverança para começar e concluir esta etapa na minha vida. À minha querida namorada Camilla, pelo carinho e companheirismo, principalmente naqueles momentos mais difíceis. Às minhas irmãs Marina e Isabela, minha madrastra Adriana e meu amigo José Eduardo, pelo apoio e pela paciência. Ao meu orientador, Prof. Dr. Rosano, que confiou e contribuiu plenamente para a construção desta pesquisa. Aos meus colegas de mestrado, pela união, solidariedade e pelos conhecimentos transmitidos durante esses dois anos.

RESUMO

A soja, cultura tradicional na agricultura brasileira desde meados de 1960, tornou-se uma atividade com amplo impacto nas exportações e no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, principalmente com a disseminação do cultivo dessa oleaginosa nas novas fronteiras agrícolas. No entanto, um dos principais desafios do setor trata-se do elevado custo logístico de distribuição, os quais prejudicam a competitividade da sojicultora. Neste contexto, o presente trabalho estimou as fronteiras de eficiência e avaliou a produtividade dos principais municípios sojicultores brasileiros, utilizando-se do método da Análise Envoltória de Dados (DEA), da análise de janela com retornos constantes (CRS) e orientação a produção. Complementarmente, utilizou-se da abordagem metafronteira e do teste de *Wilcoxon-Mann-Whitney*, a fim de verificar o impacto dos custos logísticos de distribuição na eficiência dos municípios, modelando-se dois grupos: 1) cenário limitado à produção interna à propriedade e 2) cenário que incorpora ao desempenho da propriedade, os custos logísticos de distribuição (aferidos na receita média de sacas por hectare). Por fim, utilizou-se o Índice de Malmquist (IMP) visando analisar a dinâmica dos níveis de produtividade e verificar a variação na eficiência técnica e a mudança tecnológica. Os resultados indicam que, em média, a eficiência “dentro da fazenda” (1º cenário) está aproximadamente 82% do que poderia ser, e com a inclusão dos custos logísticos (2º cenário) a eficiência é de algo em torno de 62% da produtividade máxima. Há de ressaltar que apenas quatro municípios, independentemente dos anos, se mantiveram na fronteira eficiente durante ambos os cenários: Sorriso, Sapezal, Rio Verde e Barreiras, sendo que esses municípios se encontram localizados na nova fronteira agrícola. Os resultados também confirmam o impacto dos custos logísticos de distribuição na eficiência da sojicultora, indicando que a solução dos gargalos logísticos poderia elevar a eficiência da sojicultora em aproximadamente 20%. Além disso, a média do IMP no período 2007-2014 indica um decréscimo de 8% da produtividade, explicado pelo retrocesso nas mudanças tecnológicas de aproximadamente 12%, cujo efeito foi amortecido pela evolução positiva da eficiência técnica (3%). Esses resultados revelam a necessidade de intervenções que visem melhorar a competitividade da sojicultora.

Palavras-chave: Eficiência. Sojicultura. Logística de Distribuição. Análise Envoltória de Dados. Índice de Malmquist.

ABSTRACT

Soybean, a traditional crop in Brazilian agriculture since the mid-1960s, has become an activity with a large impact on exports and the Brazilian Gross Domestic Product (GDP), mainly with the spread of grain cultivation in the new agricultural frontiers. However, one of the sector's main challenges is the high costs of the distribution logistics, which undermine the competitiveness of soybeans. In this context, the present work estimated frontiers of the efficiency and evaluated the productivity of the main municipalities of Brazilian soybean production, using the method of Data Envelopment Analysis (DEA), window analysis with constant returns (CRS) and product orientation. In addition, the meta-frontier approach and the Wilcoxon-Mann-Whitney Test were used to verify the impact of the logistics costs of distribution on the efficiency of municipalities, with two groups being modeled: 1) scenario limited to internal production of property and 2) scenario that incorporates to the performance of the property, logistic costs of distribution (measured in the average revenue of bags per hectare). Finally, the Malmquist Index (IMP) was used to analyze the dynamics of productivity levels and verify the variation in technical efficiency and technological change. The results indicate that, on average, efficiency "on the farm" (1st scenario) is approximately 82% of what it could be, and with the inclusion of logistical costs of distribution (2nd scenario) efficiency is around 62% of the maximum productivity. It should be noted that only four municipalities, regardless of the years, remained at the efficient frontier during both scenarios: Sorriso, Sapezal, Rio Verde and Barreiras, and these municipalities are located on the new agricultural frontiers. The results also confirm the impact of the logistic costs of distribution on soybean efficiency, indicating that the solution of the logistic bottlenecks could increase soybeans efficiency by approximately 20%. In addition, the IMP average in the period 2007-2014 indicates a decrease of 8% in productivity, explained by the decline in technological changes of approximately 12%, the effect of which has been dampened by the positive evolution of technical efficiency (3%). These results reveal the need for interventions aimed at improving soybeans' competitiveness.

Keywords: Efficiency. Soybean. Distribution Logistics. Data Envelopment Analysis. Malmquist Index.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 – SAG da Soja no Brasil..... | 14 |
| Figura 2 – Processo Logístico Integrado..... | 19 |
| Figura 3 - Fronteira do CPP | 28 |
| Figura 4 - Tipos de Eficiência | 33 |
| Figura 5 - Conjunto de Possibilidades de Produção | 35 |
| Figura 6 - Cenário “dentro da porteira” | 45 |
| Figura 7 - Cenário “dentro e fora da porteira” | 45 |
| Figura 8 - Distribuição dos índices de eficiência - Cenário "dentro da porteira" | 50 |
| Figura 9 - Distribuição dos índices de eficiência - Cenário "dentro e fora da porteira" | 55 |
| Figura 10 - Resultado e Boxplot - Wilcoxon Rank (CRS)..... | 61 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Distribuição da Produção de Soja – Brasil (2015/16) | 15 |
| Tabela 2 – Exportações Complexo Soja - 2015 | 17 |
| Tabela 3 – Matriz do Transporte de Carga – Brasil (2015) | 22 |
| Tabela 4 – Principais Portos na Exportação do Complexo Soja - 2014 | 23 |
| Tabela 5 - Acervo de Estudos Utilizando DEA em Agricultura | 26 |
| Tabela 6 - Produtividade e Eficiência | 30 |
| Tabela 7 – Eficiência orientada ao output..... | 31 |
| Tabela 8 – Avaliação de fazendas de cereais usando as medidas de toneladas por hectares... | 32 |
| Tabela 9 – Avaliação de fazendas de cereais usando as medidas de sacas por alqueires | 32 |
| Tabela 10 – Municípios e Microrregiões dos Estados pesquisados | 43 |
| Tabela 11 – Estatística da Base de Dados | 46 |
| Tabela 12 – Índice IPCA – Mês Referência Janeiro..... | 47 |
| Tabela 13 – Resumo dos Índices de Eficiência, β (beta) – Cenário 1 | 50 |
| Tabela 14 – Ranking 20 melhores práticas – Cenário 1 Modelo CCR – Orientado ao Produto | 51 |
| Tabela 15 - Ranking 20 piores práticas – Cenário 1 Modelo CCR – Orientado ao Produto ... | 53 |
| Tabela 16 – Resumo dos Índices de Eficiência, β (beta) – Cenário 2 | 56 |
| Tabela 17 – Ranking 20 melhores práticas – Cenário 2 Modelo CCR – Orientado ao Produto | 56 |
| Tabela 18 - Ranking 20 piores práticas – Cenário 2 Modelo CCR – Orientado ao Produto ... | 58 |
| Tabela 19 – Resumo Estatístico dos Resultados | 60 |
| Tabela 20 - Resultados para o Índice Malmquist – Orientação Produto | 62 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------|---|
| ABIOVE | ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS |
| AGROSTAT | ESTATÍSTICAS DE COMÉRCIO EXTERIOR DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO |
| ADM | <i>ARCHER DANIELS MIDLAND COMPANY</i> |
| BCC | MODELO DEA COM RETORNOS VARIÁVEIS DE ESCALA DESENVOLVIDO POR BANKER, CHARNES E COOPER E RHODES |
| CBOT | <i>CHICAGO BOARD OF TRADE.</i> |
| CNT | CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES |
| CONAB | COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO |
| CPP | CURVA DE POSSIBILIDADE DE PRODUÇÃO |
| DEA | <i>DATA ENVELOPMENT ANALYSIS</i> , TERMO UTILIZADO EM PORTUGUÊS COMO ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS. |
| DMU | <i>DECISION MAKING UNIT</i> , TERMO UTILIZADO EM PORTUGUÊS COMO UNIDADES TOMADORAS DE DECISÃO |
| EMBRAPA | EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA |
| ETP | EFICIÊNCIA TÉCNICA PURA |
| FGTS | FUNDO DE GARANTIA DO TEMPO DE SERVIÇO |
| FIESP | FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO |
| FTP | FATOR TOTAL DE PRODUTIVIDADE |
| INSS | INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL |
| IPCA | ÍNDICE NACIONAL DE PREÇOS AO CONSUMIDOR AMPLO |
| IPM | ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE DE MALMQUIST |
| MDIC | MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR |
| PIB | PRODUTO INTERNO BRUTO |
| PPL | PROBLEMA DE PROGRAMAÇÃO LINEAR |
| SAG | SISTEMA AGROINDUSTRIAL |
| SECEX | SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR |
| USDA | <i>UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE</i> |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 1.1 Objetivo Geral..... | 11 |
| 1.2 Objetivos Específicos | 11 |
| 1.3 Relevância e Contribuição do Estudo | 11 |
| 1.4 Estrutura do Trabalho | 12 |
| 2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO | 14 |
| 2.1 O Sistema Agroindustrial da Soja | 14 |
| 2.2 Infraestrutura Logística do Complexo Soja | 18 |
| 2.2.1 Armazenagem | 20 |
| 2.2.3 Serviços Portuários..... | 23 |
| 2.3 Revisão de Literatura..... | 24 |
| 3 MÉTODOS E TÉCNICAS | 28 |
| 3.1 Análise Envoltória de Dados (DEA)..... | 36 |
| 3.1.1 Modelo DEA/CCR | 36 |
| 3.1.2 Modelo DEA utilizando de Metafronteira..... | 38 |
| 3.1.3 Modelo de Janelas | 39 |
| 3.2 Índice de Produtividade de Malmquist (IPM) | 40 |
| 3.3 Teste Wilcoxon-Mann-Whitney | 42 |
| 3.4 Base de Dados – Municípios e Variáveis | 43 |
| 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS..... | 49 |
| 5.1 Análise da Eficiência no Modelo CCR/CRS – Cenário 1 | 49 |
| 5.2 Análise da Eficiência no Modelo CCR/CRS – Cenário 2 | 55 |
| 5.3 Avaliação Inter/Intragrupo e Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney | 59 |
| 5.4 Análises dos resultados do IPM..... | 61 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 64 |
| REFERÊNCIAS | 66 |
| ANEXO A - DISTRIBUIÇÃO DOS PREÇOS POR PRAÇAS | 73 |
| ANEXO B - COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS SEGUNDO METODOLOGIA DA CONAB . | 74 |
| ANEXO C – BASE DE DADOS | 75 |
| APÊNDICE A – RESULTADO DA PESQUISA - DEA CENÁRIO 1 | 80 |
| APÊNDICE B – RESULTADO DA PESQUISA - DEA CENÁRIO 2 | 86 |
| APÊNDICE C – RESULTADO DA PESQUISA – DEA METAFRONTIEIRA | 95 |

1 INTRODUÇÃO

A jornada brasileira na cultura da soja foi iniciada em meados de 1940, quando sementes oriundas do Oriente foram cultivadas comercialmente no Estado do Rio Grande do Sul. Porém, o desenvolvimento efetivo da sojicultura só ocorreu na década de 1970, impulsionado pela expansão das novas fronteiras agrícola no Cerrado brasileiro, na região Centro-Oeste. Atualmente, o Brasil apresenta resultados satisfatórios na atividade, dado que na safra 15/16, foi o segundo maior produtor global de soja, atrás apenas dos Estados Unidos, e se consolidou como o maior exportador do produto (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA, 2016).

A relevância do complexo soja (grão, farelo e óleo) na economia nacional pôde ser observada a partir dos dados da balança comercial de 2016, onde esta representou 29,93% das exportações agrícolas, liderando estas vendas à frente de setores como o de carnes, café, complexo sucroalcooleiro e produtos florestais (AGROSTAT, 2017). A China e União Europeia, principais destinos das exportações, foram responsáveis, respectivamente, por aproximadamente 59% e 19% das compras do complexo soja no período de janeiro a outubro do ano de 2016 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS - ABIOVE, 2017).

As perspectivas de avanços na produção nacional de soja são bastante positivas, sendo que alguns fatores devem ser levados em consideração para atingir esse objetivo. Em primeiro lugar, julga-se necessário constatar o aumento da população mundial e de seu poder aquisitivo, principalmente no continente asiático, onde se concentram os maiores consumidores da oleaginosa. Em segundo lugar, observa-se a crescente demanda da soja como matéria prima na fabricação de ração para a produção de carnes, bem como na indústria de biodiesel, tinta, lubrificantes, plásticos, entre outros (VENCATO et al., 2010).

No entanto, um dos principais desafios do setor é o alto custo logístico, associado a um conjunto de dificuldades estruturais, burocráticas e econômicas que limitam a competitividade da sojicultura. Ao se tratar de eficiência, Tavares (2004) aponta que o custo de produção da soja brasileira comparada à americana é 28% menor, considerando apenas os custos na propriedade. Mas, à medida que a análise se expande pela cadeia produtiva, o ônus agregado da infraestrutura logística encarece o produto brasileiro ao ponto de a produção americana ser 24% mais viável economicamente. Correa e Ramos (2010) complementam que a

infraestrutura logística atual brasileira é deficitária e agrega um alto custo ao produto quando comparada a concorrentes diretos como Estados Unidos (EUA) e a Argentina.

Neste contexto, suscitam-se algumas questões de pesquisa importantes para definição do problema relacionado ao estudo, que são: Quão longe estão os municípios produtores de atingir a eficiência máxima na produção de soja? Qual é a dinâmica da produtividade da sojicultura nos últimos anos? Qual é o impacto da logística de distribuição na eficiência da cadeia produtiva? Como tornar a sojicultura mais eficiente? Em vistas da necessidade deste tipo de estudo para a orientação dos sojicultores, demais agentes da cadeia e ainda para a formulação de políticas públicas, o presente trabalho se guiará pelos objetivos pontuados a seguir.

1.1 Objetivo Geral

Estimar a eficiência, o impacto da logística de distribuição em seu desempenho e a evolução da produtividade nos principais municípios sojicultores brasileiros, desde o ano de 2007 até o ano de 2014.

1.2 Objetivos Específicos

- Analisar, por meio do método Análise Envoltória de Dados (DEA), a eficiência dos principais municípios sojicultores, divididos em dois modelos: 1) cenário limitado às atividades internas à propriedade; e 2) cenário que incorpora os custos logísticos de distribuição.
- Verificar se há diferenças nas medidas de eficiência entre os cenários utilizando-se o Teste de *Wilcoxon-Mann-Whitney*;
- Mensurar os níveis de produtividade, a partir do Índice de Produtividade de Malmquist (IMP).

1.3 Relevância e Contribuição do Estudo

Atualmente, o agronegócio é uma atividade econômica relevante para o desenvolvimento brasileiro, tanto do ponto de vista econômico quanto acadêmico e político.

Na ótica econômica, a sojicultura, parte integrante do agronegócio brasileiro, representou para a balança comercial em 2016 um total de 29,93% das exportações agrícolas, ou seja, aproximadamente US\$ 25,4 bilhões (AGROSTAT, 2017). Dada tal importância, demandam-se estudos pertinentes à eficiência e produtividade das fazendas, bem como a eficiência na gestão logística para a distribuição dessa oleaginosa, o que pode ser considerado fator preponderante para a competitividade dessa cadeia. Em vista que os estudos realizados, como o de Correa e Ramos (2010), apresentam somente o problema da logística para o escoamento da produção, porém não relatam a questão da eficiência e nem quanto a mesma pode ser impactada por esses custos logísticos de distribuição.

Sendo assim, do ponto de vista acadêmico, suscita-se que a análise de um tema atual e de tal competência, pode abrir a possibilidade de pesquisas mais aprofundadas sobre a relevância da eficiência para produção de *commodities*, assim como a delimitação de regiões propícias para cada cultura além do impacto da logística de distribuição na concorrência global. O tema deste trabalho pode ser considerado relevante para o meio acadêmico, à medida que as informações aqui expostas, possam ser utilizadas para reflexões relacionadas a organização, estratégia, conduta e desempenho de empresas inseridas neste mercado. Tal relevância, explica inclusive a existência de diversos programas de pós-graduação e grupos de pesquisa renomados, presentes em importantes instituições brasileiras, que buscam estudar o tema, dado que segundo a plataforma do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ (2016), existem atualmente 321 grupos de pesquisa no Brasil que possuem o termo “agronegócio” inserido em suas linhas de pesquisa.

Além da importância no contexto econômico e acadêmico, este trabalho também busca fornecer informações de cunho político, com o objetivo de fomentar a elaboração de políticas públicas direcionadas à sojicultura e, condizentes com a estrutura logística no país. As informações também poderão ser utilizadas a fim de fornecer dados a sojicultores, com o intuito de orientá-los quanto a melhores práticas utilizadas e demais informações correlatas ao desempenho na lavoura.

1.4 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está estruturado em um total de seis capítulos, sendo que no primeiro capítulo consta essa introdução, que apresenta uma breve contextualização das questões de pesquisa nas quais definiram-se o problema da pesquisa, bem como os objetivos do presente estudo. Já o capítulo 2 trata da contextualização acerca da sojicultura brasileira,

para tanto, nessa seção será apresentado o Sistema Agroindustrial (SAG) da Soja. Além disso, a infraestrutura logística presente ao longo da cadeia é retratada de maneira particular ao caso da soja, objetivando demonstrar as principais diferenças entre regiões de fronteira agrícola e regiões tradicionais. Ainda nesse capítulo, como revisão da literatura, apresentam-se os principais trabalhos alinhados ao tema.

No terceiro capítulo, denominado como “Métodos e Técnicas”, busca-se explicar os conceitos importantes ao entendimento da metodologia, logo, nessa seção serão abrangidos os termos de produtividade e eficiência, originados pelo conjunto de possibilidades de produção (CPP). Nesse terceiro capítulo faz-se a descrição dos métodos que serão utilizados para atingir os objetivos propostos. Enquanto que a utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA) objetiva o cálculo da eficiência dos municípios, utilizando da técnica de janelas, o Índice de Produtividade de Malmquist (IPM) objetiva avaliar a evolução no que tange a produtividade da unidade em questão. Aborda-se os aspectos relacionados ao escopo da análise, contemplando os municípios e as variáveis escolhidas, de acordo com a importância de ambas.

No quinto capítulo são apresentados os principais resultados, no qual se chegaram as tabelas calculadas pelos *softwares* utilizados resultado à análise da eficiência e produtividade. Essas tabelas estão acompanhadas de discussões e diagnósticos referentes aos resultados, permitindo a conclusão do trabalho no capítulo posterior. Onde por fim, na sexta seção, apresentam-se as principais conclusões da pesquisa, tão como as limitações e recomendações para trabalhos futuros. As referências bibliográficas e demais apêndices do trabalho se encontram no final dessa dissertação, ou seja, após os seis capítulos.

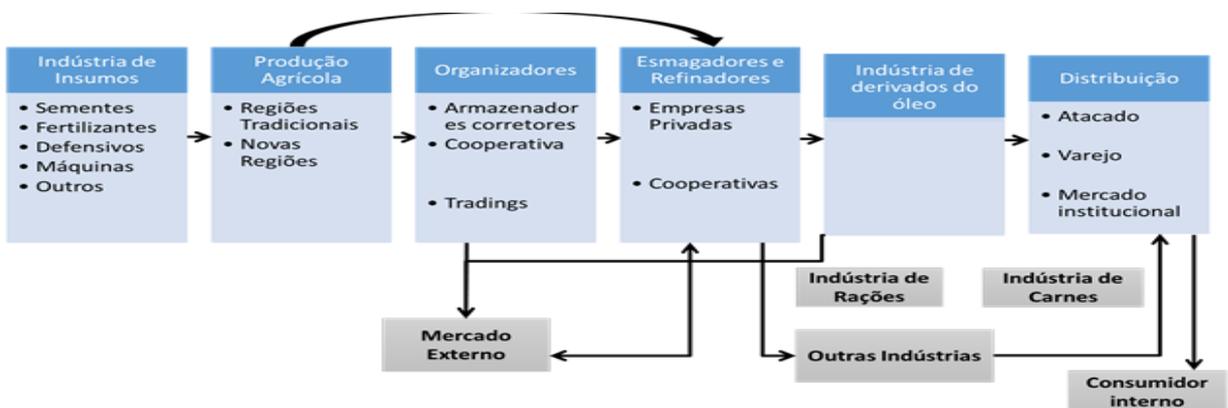
2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

2.1 O Sistema Agroindustrial da Soja

A utilização do termo Sistema Agroindustrial (SAG) para caracterização de cadeias produtivas, é fruto dos trabalhos em *agribusiness* desenvolvidos inicialmente na escola de Harvard por Davis e Goldberg (1957) e Goldberg (1968) e, pelo enfoque teórico *filière* desenvolvido pela escola francesa nos anos 60. A abordagem da cadeia agroindustrial como um sistema, a partir da *Commodities System Approach* (CSA) pode ser compreendido como a interação entre elementos/agentes e uma rede de relações funcionais que objetivam um propósito comum. A análise por esta perspectiva possibilita a avaliação dos fatores que afetam o desempenho global no que tange à competitividade da cadeia. Uma segunda característica dessa abordagem é que o sistema deve caracterizar os padrões de interação das partes e não somente a agregação dos elos insumos, produção, processamento e distribuição (SILVA; BATALHA, 1999).

O SAG da soja no Brasil é composto por diversos agentes da esfera pública e privada, desde a produção e fiscalização de insumos para as propriedades rurais até a comercialização e regulamentação de subprodutos industrializados do grão. A visão sistêmica nesta cadeia em específico se torna mais imperativa à medida em que se complementa com a participação intensa de empresas multinacionais, intituladas *tradings*, atuando ao longo de todos os elos dessa cadeia. A Figura 1, a seguir, ilustra a cadeia produtiva de soja no Brasil, composta pelas etapas de produção da oleaginosa até que se obtenham a distribuição dos subprodutos industriais.

Figura 1 – SAG da Soja no Brasil



Fonte: Adaptado de Lazzarini e Nunes (2000).

Conforme pôde ser observado na Figura 1, a cadeia produtiva da soja pode ser dividida em seis grupos, que caracterizam os atores deste mercado, sendo estes: as indústrias de insumos, produtores agrícolas, organizadores, indústrias processadoras e por fim, os distribuidores.

O setor de produção e suprimento de insumos para a agricultura é composta por fábricas de fertilizantes, sementes, defensivos e máquinas agrícolas. Este setor tem participação representativa de multinacionais que ainda, muitas vezes, exercem o papel de fornecedores direto de insumos, financiadores, armazenadores e compradores da safra. Em síntese, estas modalidades, que contam com a participação das *tradings*, estão consubstanciadas com os chamados contrato de compra e venda de soja verde, que tem por objetivo a capitalização para comercialização de insumos agrícolas em troca da garantia de venda da safra futura (SANTOS et al., 2011).

A produção, por sua vez, compreende a atividade agrícola dentro das propriedades rurais, onde são produzidos os grãos de soja sem qualquer beneficiamento. Este elo, em sua maioria, é representado por empresários rurais de origem nacional ou nacionalizados. Uma menor parcela diz respeito a investidores estrangeiros no país, visto que a aquisição e arrendamento de terras por estrangeiros no Brasil são dificultados por políticas de Segurança Nacional (SCOTON; TRENTINI, 2011).

De acordo com os dados que podem ser visualizados na Tabela 1, a seguir, Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás atualmente se destacam no elo produção, esses quatro Estados representaram pouco mais de 70% da produção nacional na safra 2015/16 (CONAB, 2016), o que retrata a predominância da cultura no corredor Centro-Sul. Os Estados de Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul, Bahia, Tocantins, Maranhão e Minas Gerais são tratados neste estudo como regiões de fronteira agrícola, visto que a expansão da soja nessas localidades ocorreu posteriormente à introdução no Sul do país. Já as regiões tradicionais são representadas prioritariamente pelos Estados do Paraná e do Rio Grande do Sul.

Tabela 1 – Distribuição da Produção de Soja – Brasil (2015/16)

| Ordem | Unidade Federativa | Safra 2015/16¹ | % |
|--------------|---------------------------|----------------------------------|----------|
| 1 | Mato Grosso | 26.030,70 | 27,3% |
| 2 | Paraná | 16.844,50 | 17,7% |

| | | | |
|----|--------------------|-----------|-------|
| 3 | Rio Grande do Sul | 16.201,40 | 17,0% |
| 4 | Goiás | 10.249,50 | 10,7% |
| 5 | Mato Grosso do Sul | 7.241,40 | 7,6% |
| 6 | Minas Gerais | 4.731,10 | 5,0% |
| 7 | Bahia | 3.211,10 | 3,4% |
| 8 | São Paulo | 2.843,80 | 3,0% |
| 9 | Santa Catarina | 2.135,20 | 2,2% |
| 10 | Tocantins | 1.686,70 | 1,8% |
| 11 | Pará | 1.288,00 | 1,3% |
| 12 | Maranhão | 1.250,20 | 1,3% |
| 13 | Rondônia | 765,00 | 0,8% |
| 14 | Piauí | 645,80 | 0,7% |
| 15 | Distrito Federal | 231,00 | 0,2% |
| 16 | Roraima | 79,20 | 0,1% |
| | Total | 95.434,6 | 100% |

¹ Em Mil Toneladas

Fonte: Adaptado de Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2016).

O terceiro elo, classificado como organizadores, refere-se à primeira fase pós-colheita. Nesta etapa é definida a destinação dos grãos, ficando a cargo da negociação das cooperativas, armazéns e também das *tradings*, favorecidas pelos contratos de entrega futura. Devido ao grande volume aglomerado de grãos, alguns atores pertencentes a este elo têm a opção de comercializar diretamente com o mercado externo, ou ainda abastecer as indústrias do mercado interno. O fator determinante para esta decisão trata-se da taxa cambial entre o real e o dólar americano. Neste contexto, incita-se a importância da logística de distribuição e seus custos relacionados, Faria e Costa (2007) citam que o custo logístico total é composto pela somatória de custos individuais como o custo de armazenagem, de movimentação de produto, de embalagens utilizadas no processo, de manutenção dos inventários e administração e, custos tributários. Portanto, os custos logísticos envolvidos neste elo referem-se ao deslocamento da matéria-prima às indústrias de processamento ou à um silo armazém, bem como o custo com o próprio armazenamento do produto.

A etapa de processamento de grãos, composta por indústrias esmagadoras e refinadoras, é um segmento altamente competitivo em face da participação das principais *tradings* multinacionais atuantes no país. É nesta etapa que são originados os dois

subprodutos da oleaginosa: *i*) o farelo; e *ii*) o óleo de soja. Mesmo com um alto consumo interno de grãos, segundo a Conab (2016), de aproximadamente 43% na safra 15/16, o volume transacionado no exterior sobrepõe-se ao mercado interno. Esta parcela exportada se subdivide, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Exportações Complexo Soja - 2015

| Tipo | Valor FOB (US\$ 1.000) | % do valor transacionado |
|-------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Grão | 20,983,574.67 | 75,1% |
| Farelo | 5,821,073.68 | 20,8% |
| Óleo | 1,154,052.81 | 4,1% |
| Total | 27,958,701.16 | |

Fonte: Abiove (2016).

A soja em grão, o “carro-chefe”, representou aproximadamente 75,1% do valor transacionado. Ressalta-se aqui o baixo valor agregado da tonelada, se comparado ao preço do farelo e também ao preço do óleo de soja. O farelo de soja, principal ingrediente na nutrição animal aparece em segundo lugar com algo em torno de 20,8% do total transacionado ao exterior. Em último lugar aparece o óleo de soja, que é utilizado na elaboração de biocombustíveis e outros produtos industriais.

Atualmente, cinco grandes empresas dominam o mercado de esmagamento de soja brasileiro: Amaggi, *Archer Daniels Midland – ADM*, *Bunge*, *Cargill* e *Louis Dreyfus Commodities*. Dentre estas, apenas a Amaggi é de origem nacional, porém com atuação local e internacional. Somando-se a capacidade instalada de processamento, o bloco detém aproximadamente 50% de toda soja processada no país (WESZ JUNIOR, 2011).

A soja em grão atualmente é considerada uma *commodity*, assim como o milho, a carne, o café, dentre outros produtos. Esta “commoditização” impede que produtores agreguem um alto valor ao seu produto, sendo obrigados a otimizar seus custos e aguardar pelas cotações internacionais. Como já mencionado, a soja tem seu preço influenciado principalmente pelas transações e cotações na *Chicago Board of Trade (CBOT)*, bolsa de valores americana com maior tradição em mercados agrícolas. A oferta e demanda de soja neste mercado têm impactos na formação dos preços mundiais e consequentemente no comportamento de toda cadeia produtiva da soja brasileira (MARGARIDO, 1998).

Assim, além da atenção ao desempenho na lavoura, os sojicultores têm se defrontado com situações críticas no que tange a variação dos preços e do dólar, considerando principalmente a volatilidade do mercado de câmbio (MARTINS; AGUIAR, 2004). Portanto, ao mencionar a otimização de custos na produção, infere-se não apenas os custos diretos com insumos e operações de plantio, mas também a logística envolvida ao longo de todo processo, a qual será discutida na próxima seção.

2.2 Infraestrutura Logística do Complexo Soja

A logística é um termo que evoluiu ao longo dos anos. Até meados de 1960, era tratada como a simples distribuição de materiais, influenciada principalmente pelo modelo militar de distribuição de suprimentos. Após este marco, organizações passaram a conceber a logística com uma visão integrada entre as atividades que a compõem: suprimentos e distribuição, que envolve os aspectos relacionados a armazenagem, transportes, estoque e manuseio de materiais (GOMES; RIBEIRO, 2004). Portanto, a logística pode ser definida, de acordo com Ballou (2009, p. 29), como: “um conjunto de atividades funcionais que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal pelo qual matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados, aos quais se agrega valor ao consumidor”. Sendo assim, com o aumento da concorrência mundial, em meados de 1970, a satisfação do cliente se tornou o foco principal da logística das organizações (GUARNIERI, 2006).

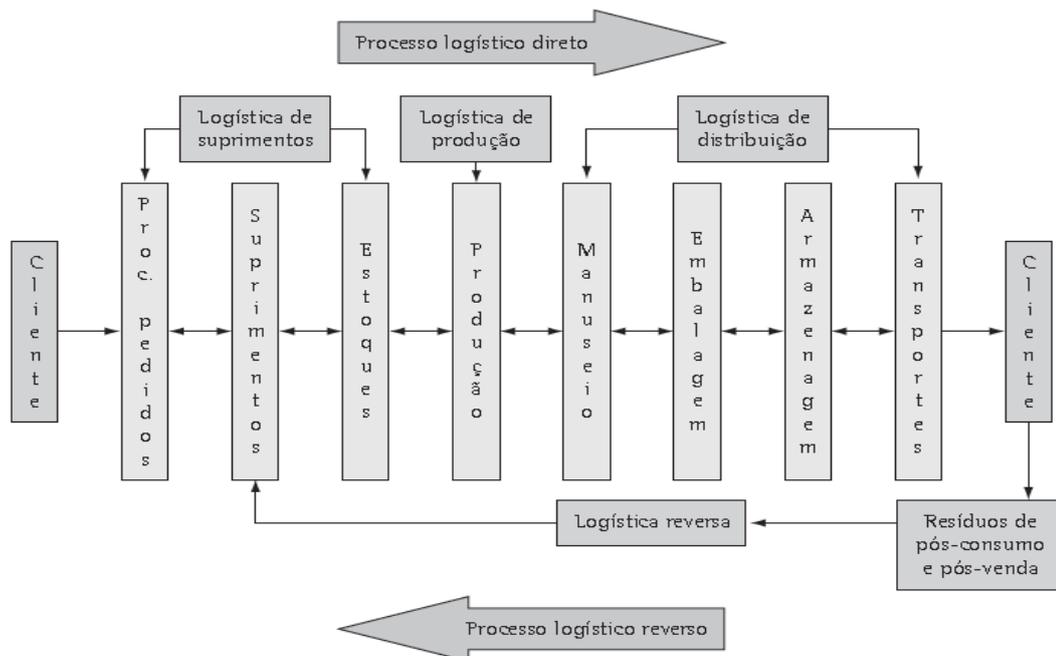
Tendo como objetivo satisfazer o cliente final, Guarnieri (2006) explica que o gerenciamento logístico busca focar na integração das atividades e informações das empresas, com o intuito de gerenciá-los como um processo único, evitando riscos desnecessários a empresa. Arbache et al. (2011) complementam que a gestão logística eficiente permite também às empresas se diferenciarem das demais concorrentes, seja através de um menor custo operacional ou agregando valor ao atendimento à demanda dos clientes.

Já Ching (2001) afirma que é evidente a necessidade de estender a lógica como a integração de todos os elos da cadeia, de modo a incluir fornecedores e clientes. Para tanto, a integração da cadeia concentra-se no alinhamento dos processos-chave da organização, onde mercadorias e produtos seguem os fluxos normais partindo de suprimentos à clientes, enquanto que as informações e os recursos seguem o fluxo oposto.

Conforme pode ser observado na Figura 2, quatro blocos compõem a estrutura da cadeia de logística integrada: logística de suprimentos, logística de produção, logística de

distribuição e logística reversa. Esta última fora incluída recentemente em função da nova postura mundial relacionada à preservação ambiental, fator este tratado como uma exigência em diversos mercados (GUARNIERI, 2006).

Figura 2 – Processo Logístico Integrado



Fonte: Guarnieri e Hatakeyama (2010).

De acordo com Ching (2001), o primeiro bloco denominado “Logística de Suprimentos”, envolve as relações entre fornecedor-empresa, onde são alinhados os planos estratégicos entre os envolvidos a fim de reduzir custos e desenvolver novos produtos. Já a “Logística de Produção” limita-se às relações internas à empresa, e às áreas relacionadas a conversão de matéria-prima em produto acabado. A principal estratégia neste bloco refere-se a sincronização e ajuste da produção à demanda dos clientes. O seguinte bloco do processo logístico direto, a “Logística de Distribuição”, envolve as relações empresa-cliente-consumidor. Esta etapa é responsável pela distribuição física dos produtos e também pela formação de alianças focadas na distribuição a baixo custo e atendimento às necessidades do cliente.

O aumento dos níveis de subprodutos, embalagens e rejeitos do processo produtivo dá origem ao processo logístico reverso. Como a gestão inadequada destes materiais gera inúmeros danos ambientais que comprometem seriamente a qualidade de vida, surge a necessidade de organizar um fluxo físico de produtos, embalagens ou outros materiais, desde

o ponto de consumo até um local para reutilização ou reciclagem. Dessa forma, a logística reversa pode ser entendida como “aquela ação que visa equacionar os aspectos logísticos do retorno dos bens ao ciclo produtivo ou de negócios por meio de uma multiplicidade de canais de distribuição reversos de pós-venda e de pós-consumo, agregando-lhes valor econômico, ecológico, legal e de localização” (LEITE; BRITO, 2005, p. 216).

A conexão de todos os elos do processo logístico é fator crucial para manutenção da competitividade na cadeia agroindustrial. Porém, um dos grandes problemas da agroindústria brasileira está relacionado aos níveis de serviços dos elos e sua integração sistêmica, principalmente no processo de armazenagem, transporte e na prestação de serviços portuários, sendo assim, a logística de distribuição representada pelo transporte e armazenagem pode ser considerada um dos maiores gargalos para essa efetiva competitividade (GABAN; GUARNIERI, 2015). Portanto, nas seguintes seções se realizará uma breve discussão sobre estas três atividades logísticas e o seu direcionamento na discussão da cadeia da soja no Brasil.

2.2.1 *Armazenagem*

A armazenagem é uma função essencial para conservação e redução das perdas dos grãos de soja, bem como para a racionalização do transporte. Pode ser definida como a integração de um conjunto de atividades de recepção, descarga, carregamento, arrumação e conservação da soja. Neste período, é retirada de impurezas, se reduzem a umidade do grão e se diminuem custos, uma vez que no "pico de safra" os fretes alcançam seu preço máximo e o grão seu preço mínimo (MARTINS et al., 2005; KUSSANO; BATALHA, 2012).

Ainda que a capacidade instalada tenha crescido em cerca de 70% do ano 2000 para 2014, totalizando um volume de 149.506,6 mil toneladas, ela continua sendo insuficiente para safras estimas em torno dos 200 milhões (CONAB, 2014). Além disso, segundo Ponte et al (2009) no Brasil só as grandes propriedades têm estrutura de armazenagem, enquanto as pequenas e médias defrontam-se com duas escolhas: fazem a venda logo após a colheita ou utilizam armazéns de terceiros, arcando, em ambos os casos, com as despesas de limpeza, secagem e, no segundo caso, armazenagem (PONTES et al., 2009). Em contrapartida, nos Estados Unidos, os produtores realizam a estocagem na fazenda e no momento oportuno, transportam a safra via ferrovias e hidrovias, maximizando o lucro (MARTINS et al., 2005), o

que os torna menos vulneráveis às quedas dos preços e ameniza as grandes oscilações da oferta e demanda de mercado.

Cotrim e Machado (2011) reforçam que os atuais problemas relacionados à armazenagem ocorrem tanto em regiões de fronteira agrícola como nas tradicionais, e isto exige dos produtores criatividade e inovação, sendo que a criação dos Condomínios de Armazéns Rurais emerge como algumas das possíveis soluções para esse problema (FILIPPI, 2017). Os condomínios e consórcios agrícolas são novas modalidades societárias que se caracterizam pela união de agricultores vizinhos, formalizados a partir de um estatuto, para, em conjunto, superarem dificuldades de ordem econômica e social, criando condições para competir no mercado. Os condomínios e consórcios são viáveis quando há produtores interessados em unir esforços, com o objetivo de ganho de escala e barganha no mercado, permitindo a melhoria da eficiência. Ele permite agrupar recursos individuais, próprios ou financiados a favor de um bem maior coletivo, como por exemplo, uma infraestrutura de secagem e armazenamento. Segundo sojicultores paranaenses, associados ao Condomínio Agroindustrial Palotina, o modelo é economicamente viável, pois implica em maiores benefícios à comunidade, comparado à antiga prática de terceirização destas atividades (SANTOS, 2014).

2.2.2 Transporte

De acordo com Coeli (2004), o transporte de grãos de soja no Brasil costuma ser a granel e ocorre em duas etapas, na primeira é realizada o transporte das lavouras para o armazém da fazenda quando existem, já na segunda etapa é realizado o transporte das propriedades diretamente para exportação ou para a indústria de processamento. Nesta segunda etapa, dos cinco modais de transportes existentes (ferroviário, rodoviário, aquaviário, dutoviário e aéreo), apenas os três primeiros são utilizados no escoamento da soja.

Segundo Pontes et al. (2009), os modais mais eficientes para transportar a soja no Brasil são o ferroviário e o aquaviário, sendo assim, tais modais, embora exijam um maior tempo de transporte, têm capacidade bem mais elevada e, quando disponíveis, podem trazer economia de custos e redução de perdas, principalmente considerando os grandes volumes concentrados nos meses de safras (janeiro-abril), as longas distâncias em períodos de chuvas e o valor agregado relativamente baixo.

Contudo, o modal logístico mais utilizado no transporte da soja no Brasil é o rodoviário (SOARES; GALVANI; CAIXETA FILHO, 1997). De acordo com a Tabela 3, segundo a Confederação Nacional do Transporte (2015), atualmente a extensão da malha rodoviária é inadequada e composta por aproximados 211.486 quilômetros de rodovias pavimentadas e 1.351.978 quilômetros de rodovias não pavimentadas. O ferroviário dispõe apenas de 30.576 quilômetros de ferrovias e o aquaviário de 41.635 quilômetros de hidrovias.

Tabela 3 – Matriz do Transporte de Carga – Brasil (2015)

| Modal | Milhões de TKU¹ transportadas | % do valor total transportado |
|--------------|---|--|
| Rodoviário | 485.625 | 61,1 |
| Ferrovário | 164.809 | 20,7 |
| Aquaviário | 108 | 13,6 |
| Dutoviário | 33.3 | 4,2 |
| Aéreo | 3.169 | 0,4 |
| Total | 794.903 | 100,0 |

¹ Toneladas transportadas por quilômetro útil

Fonte: Boletim Confederação Nacional dos Transportes (2015).

Na Tabela 3, confirma-se que no Brasil a infraestrutura rodoviária é o principal modal para transporte de cargas representando 61,1% do total transportado. No entanto, nos Estados Unidos a mesma representa apenas 29,5%, sendo o restante distribuído entre ferrovias e hidrovias com 30,8% e 19% respectivamente. Nos Estados Unidos, o modal rodoviário é utilizado apenas para produtos de alto valor agregado, como produtos processados ou, para fins de conexão a outros modais (LIMA, 2006). Já no Brasil, a carência de infraestrutura acarreta na utilização intensa de rodovias, o que piora o estado de conservação das estradas, eleva o custo de transporte, aumenta os índices de acidentes de trânsito e de poluição ambiental decorrente do alto consumo de combustíveis. Martins et al. (2005) apontam que durante a safra o preço das commodities, como a soja, costumam sofrer redução, enquanto o custo logístico principalmente com fretes, se eleva em até 100% no seu preço. Oportunamente, Tavares (2004) infere que, quanto maior o custo com a movimentação do produto, seja para zonas de armazenamento ou para plataformas de exportação, menor o preço pago ao produtor, como o caso nas fronteiras agrícolas, por exemplo, em Mato Grosso.

2.2.3 Serviços Portuários

Um porto é uma infraestrutura, localizada à beira de um oceano, mar, lago ou rio e destinada ao atracamento de navios, com pessoal, instalações e serviços necessários ao carregamento e descarregamento de carga e passageiros. Os principais portos brasileiros na exportação da soja estão registrados na Tabela 4.

Conforme pode ser observado na Tabela 4, os cinco maiores portos exportadores de soja - Santos (SP), Paranaguá (PR), Rio Grande (RS), São Francisco do Sul (SC) e Vitória (ES), concentram aproximadamente 80% do volume exportado e se localizam nas Regiões Sul e Sudeste, o que explica o congestionamento das rotas desde as principais regiões produtoras para os portos.

Tabela 4 – Principais Portos na Exportação do Complexo Soja - 2014

| Porto | Unidade Federal/Região | Volume de exportação | % do volume total exportado |
|----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| Santos | São Paulo/Sudeste | 12.719.177 | 27,84 |
| Rio Grande | Rio Grande do Sul/Sul | 8.158.877 | 17,86 |
| Paranaguá | Paraná/Sul | 7.527.236 | 16,47 |
| São Luís | Maranhão/Nordeste | 3.116.084 | 6,82 |
| São Francisco do Sul | Santa Catarina/Sul | 4.910.909 | 10,75 |
| Vitória | Espírito Santo/Sudeste | 3.148.465 | 6,89 |
| Salvador | Bahia/Nordeste | 2.015.194 | 4,41 |
| Barcarena | Pará/Norte | 1.110.852 | 2,43 |
| Manaus | Amazonas/Norte | 1.411.104 | 3,09 |
| Outros | - | 1.574.103 | 3,45 |
| Total | | 45.692.000 | 100% |

Fonte: Adaptado de MDIC (2014).

Além disso, os portos brasileiros enfrentam uma série de problemas burocráticos e estruturais que prejudicam as exportações e a competitividade brasileira no mercado mundial. Segundo Pontes et al. (2009), os principais problemas logísticos dos portos são: 1) Falta de infraestrutura adequada; 2) Grandes congestionamentos no acesso terrestre (rodoviário e ferroviário) ao porto durante o escoamento da safra de soja; 3) Falta de equipamentos (carregadores de navios e esteiras) modernos para o carregamento e descarregamento dos

navios e, 4) Grandes congestionamentos no acesso marítimo (navios) para atracação nos portos durante a safra de soja.

Para finalizar este capítulo observa-se que a solução dos problemas logístico da soja passa pela construção de novas instalações portuárias no norte do país, integradas a uma renovada matriz de transporte em que os modais ferroviário e hidroviário tenham um maior peso e a uma rede ampliada de armazenes adequadamente localizados. Isto deve ser uma das formas de amenizar o desequilíbrio entre os serviços realizados dentro e fora das porteiras.

2.3 Revisão de Literatura

Nesta seção objetiva-se apresentar uma breve revisão acerca dos trabalhos envolvendo análise de eficiência e produtividade. Para tanto, foram revisados os trabalhos considerados pioneiros e também os mais recentes no assunto, tanto publicados em periódicos e livros nacionais quanto em *journals* internacionais. Nesse contexto, a revisão da literatura revelou que para analisar a eficiência e a produtividade na agricultura, muitos têm utilizado os métodos não paramétricos, sendo esses: a Análise Envoltória de Dados (DEA) e o Índice de Produtividade de Malmquist (IPM). Sendo assim, destaca-se ainda que foram encontrados diversos estudos relacionados à avaliação de cadeias produtivas e segmentos do agronegócio utilizando destes métodos.

No contexto internacional, foram identificados diversos estudos, nos quais utilizaram-se a DEA como parte da metodologia para medir a eficiência de *Decision Making Units* (DMUs), pode-se citar, portanto, o exemplo de cinco trabalhos. Sharma et al. (1997), utilizaram os métodos de fronteiras estocásticas e modelos DEA de retornos constantes e variáveis de escala, para mensurar a eficiência produtiva de suinocultores no Havaí. Este estudo apresenta como resultado ineficiências substanciais na produção, refletindo em um grande potencial para aperfeiçoamento dos produtores na atividade. Fraser e Cordina (1999) utilizaram a DEA em fazendas irrigadas na Austrália, mais especificamente em Northern Victoria, para avaliar a eficiência técnica dessas fazendas a partir de múltiplos insumos e produtos. Nos resultados desse estudo, assim como no de Sharma et al. (1997), observou-se que pode haver um amplo potencial de eficiência nestas propriedades.

Já Reig-Martínez e Picazo-Tadeo (2004) explicaram a peculiaridade dos produtores cítricos espanhóis, onde a dominância é de pequenas propriedades, atualmente tratadas como ineficientes. Os mesmos utilizaram a DEA a fim de realizar uma avaliação para identificar se

as pequenas propriedades conseguem ser eficientes, comparadas às médias propriedades e ainda, a fim de melhor compreender os fatores que implicam na eficiência do mercado produtivo local. Enquanto Coelli et al. (2005), por sua vez, utilizaram o Índice de Produtividade de Malmquist para avaliar o crescimento dos níveis de produtividade e também as tendências para 93 países, com análise de dados de 1980 a 2000. Por fim, Rosano-Penã et al. (2014), motivados pela modernização do agronegócio brasileiro e os impactos que isso vem trazendo, buscam neste trabalho a partir do DEA obter indicadores que apontem para um equilíbrio entre os fatores econômicos, ecológicos e sociais.

No âmbito nacional, também foram identificados diversos estudos, sendo assim, dentre os trabalhos que analisam a eficiência é possível citar os trabalhos de: Gomes e Mangabeira (2004) que utilizaram o modelo DEA BCC orientado para o produto para mensurar a eficiência de 74 agricultores de Holambra, cidade do Estado de São Paulo, utilizando dados do ano de 2002. Gomes, Mangabeira e Mello (2005) ampliaram o estudo realizado em 2004 entre produtores de Holambra, criando índices de eficiência segregados por grupos: agrocitricultores, agrofloricultores, agropecuaristas, florecitricultores, floricultores e produtores agrícolos. Esta segregação buscou avaliar a homogeneidade das DMUs e permitiu verificar como produtores comportam-se em relação aos outros do mesmo grupo.

Salgado Junior, Bonacim e Pacagnella Junior (2009) buscaram analisar as eficiências das usinas de açúcar e álcool da Região Nordeste do Estado de São Paulo. Para isso, os autores realizaram um *survey* a fim de identificar e quantificar os *inputs* e *outputs* para avaliar as unidades produtivas. Na avaliação da eficiência, os autores utilizaram o método BCC com orientação ao *input*, destaca-se ainda que os mesmos buscaram analisar a relação entre o tamanho e a eficiência operacional das usinas.

Ainda no contexto do agronegócio, Rosano-Peña et al. (2013) utilizaram essa metodologia para avaliar a ecoeficiência e o impacto da regulação ambiental na agricultura brasileira, assim como Lopes (2014) que aprofunda a análise através da DEA para avaliar a ecoeficiência na agropecuária em municípios brasileiros da Região Norte e Vieira et al. (2016) para os municípios do Estado de Goiás.

Especificamente no contexto da sojicultura, se pode citar os estudos internacionais de Moschini et al. (2000), Alvim et al. (2004), Ojima e Yamakami (2004), Goldsmith e Hirsch (2006), Coronel et al. (2011), Si e Wang (2011) e Sampaio et al. (2012). Dentro deste grupo pode-se destacar o estudo de Khai et al. (2008) que se assimila com o proposto neste projeto, em vista que teve como objetivo analisar a eficiência dos produtores de soja por províncias da região Delta do Rio Mekong no Sudeste asiático. Por fim, foi identificado também o trabalho

de Akramov e Malek (2012) que utilizaram do método Matriz de similaridades e da DEA para analisar a lucratividade das culturas do milho, do arroz e da soja em Gana no continente africano.

Entretanto, observa-se que o emprego dessas ferramentas no estudo da produtividade e eficiência da sojicultura brasileira e de seus determinantes ainda é incipiente. Sendo assim, até onde se sabe não há estudos sobre o impacto da logística na eficiência da sojicultura brasileira utilizando-se das metodologias utilizadas nesse estudo. Na Tabela 5, compilam-se as principais informações a respeito dos setores, variáveis e modelos utilizados com a DEA seguindo a revisão da literatura realizada por Gomes (2008) para o período de 1980 a 2005.

Tabela 5 - Acervo de Estudos Utilizando DEA em Agricultura

| | |
|----------------------|---|
| Setor agropecuário | Pesquisa Agropecuária (1,9%); Horticultura (2,5%); Pecuária de corte (exceto suínos) (3,1%); Agroflorestal (3,8%); Suinocultura (4,4%); Aquicultura (5,1%); Pecuária de leite (17,1%); Agropecuária (produção animal) (19,1%); Agricultura (produção vegetal – grãos, soja, milho, trigo, algodão, arroz, citrus, outros) (43%) |
| Variáveis | <p><i>Inputs</i></p> <p>Herbicidas (0,9%); Juros (0,9%); Irrigação (2,7%); Tamanho do rebanho (2,7%); Ração (3,3%); Pesticidas (3,6%); Máquinas (6,3%); Capital (11,8%); Insumos variáveis (12,1%); Fertilizantes (13,6%); Área agrícola (16,9%); Mão-de-obra (25,1%)</p> <p><i>Outputs</i></p> <p>Índices sintéticos (preços ou quantidade) (2,9%); Vendas (3,6%); Produtividade (7,2%); Valor da produção (7,2%); Renda/rendimento/retorno financeiro (16,7%); Produção (vegetal e/ou animal) (62,3%)</p> |
| Modelo DEA empregado | Aditivo (0,5%); IRS-I (0,9%); Variáveis ambientais (0,9%); FDH (1,4%); Variáveis exógenas (1,4%); NIRS-I (2,8%); Outputs indesejáveis (3,8%); Variáveis não discricionárias (4,3%); DEA Malmquist (8,1%); BCC-O (9,5%); CCR-O (9,5%); Outros (10,4%) **; CCR-I (20,0%); BCC-I (26,5%) |
| Ano dos dados | de 1980 até 2005 |

Fonte: Adaptado de Gomes (2008).

A partir das informações da Tabela 5, verifica-se que o tema agricultura, incluindo a produção de oleaginosas, compreende 43% dos estudos pesquisados, seguido pelos temas: “agropecuária” e “pecuária de leite”. Segundo Gomes (2008), estes estudos referem-se à avaliação de produtores e propriedades rurais, enquanto temas menos estudados, como “agropecuária” relaciona-se mais com eficiência de localizações geográficas.

De forma a complementar, foram identificados outros trabalhos entre o período de 2009 a 2016 com temas não compreendidos dentre a lista de Gomes (2008). Os termos “ecoefficiência” e “sustentabilidade agrícola” utilizados por Lopes (2014), Vieira et al. (2016), Padrão et al. (2012) e Gomes et al. (2009), respectivamente, incitam novas tendências aos trabalhos com metodologia DEA. Dentre os insumos mais utilizados, os fatores básicos de produção: terra, capital e trabalho figuram como os principais utilizados para análise, em conjunto com demais insumos. Os produtos mais utilizados referem-se à produção vegetal ou produtividade da lavoura. Estes podem ser apresentados em forma de mensuração técnica, como quilos por hectare ou sacas por hectare ou, em valores monetários: valor da produção, receita e faturamento.

3 MÉTODOS E TÉCNICAS

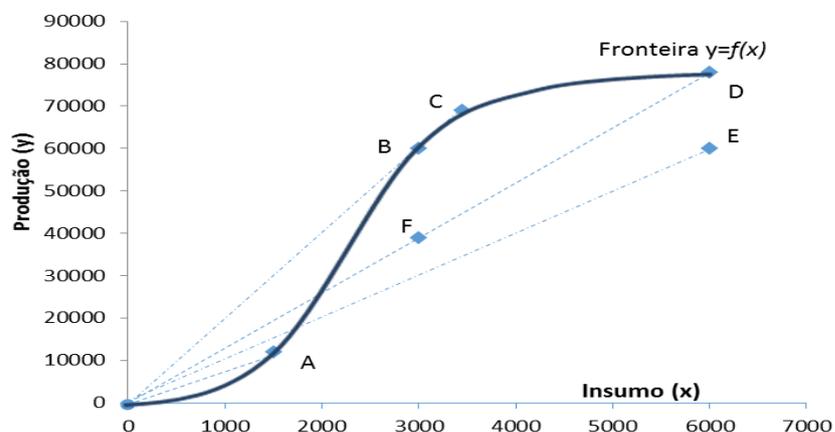
A pesquisa realizada nesse estudo se caracteriza como uma pesquisa quantitativa, uma vez que se utiliza da quantificação no tratamento dos dados através de técnicas estatísticas (RICHARDSON, 1989), ademais, destaca-se que o método utilizado nesse trabalho bem como as variáveis serão descritas subsequentemente.

A sojicultura, assim como qualquer ação produtiva, é uma atividade caracterizada como um processo que utiliza múltiplos fatores produtivos (insumos, recurso humanos, terra e capital) e gera produtos neste caso, o grão de soja. Na literatura econômica, este processo é caracterizado pelo Conjunto de Possibilidade de Produção (CPP). O CPP é definido pela totalidade de todas as combinações de insumos ou *inputs* (x) utilizados e pelo conjunto de *outputs* (y) resultantes da transformação desses insumos nas i unidades tomadoras de decisão observadas (*Decision Making Units* - DMUs) num determinado período de tempo (ROSANO-PEÑA et al., 2013). Formalmente,

$$\text{CPP} = \{(\mathbf{x}, \mathbf{y}) : \mathbf{x} \text{ pode produzir } (\mathbf{y}) \wedge \mathbf{x}, \mathbf{y} \geq 0\}.$$

As propriedades clássicas do CPP, formuladas por Grosskopf (1986), determinam um espaço multidimensional formado por uma fronteira e os eixos das variáveis envolvidas (\mathbf{x} , \mathbf{y}). Para o caso mais simples, com apenas um insumo para produzir um produto, o CPP pode ser visualizado na Figura 3. O espaço entre a fronteira $y=f(x)$ e o eixo dos insumos (x) indica o CPP, portanto, o CPP é formado por $y_i \leq f(x) \leq f(x)$.

Figura 3 - Fronteira do CPP



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para Farrell (1957) a fronteira do CPP é formada pelo maior nível de produção possível com um determinado vetor *input*, ou, analogamente, pela menor quantidade de *inputs* plausível para produzir um dado vetor *output*. Isto quer dizer que as DMUs eficientes constituem a fronteira e as ineficientes colocam-se abaixo da fronteira. Portanto, na Figura 3, os pontos correspondentes às unidades produtivas “A”, “B”, “C” e “D” são níveis de produção eficientes, em quanto que os pontos “E” e “F” representam DMUs ineficientes. Deste modo, os índices de ineficiência podem ser obtidos a partir da distância que separa essa unidade da fronteira eficiente, ou seja, por meio da comparação das unidades produtivas com as DMUs eficientes.

Daí surge, seguindo Farrell (1957), o conceito de eficiência como a capacidade que uma empresa ou economia (DMU) tem de produzir uma dada quantidade de produto com a menor quantidade de insumos, ou, equivalentemente, como a competência de maximizar a produção com uma dada quantidade de insumos.

Para tornar mais exaustivo o conceito eficiência é necessário definir a produtividade. Este termo pode ser definido como sendo a relação entre um *output* (y) e um *input* (x), ou seja, (y/x) , de tal forma que quanto maior for essa relação maior é a produtividade. Muitas vezes é medida por trabalhador, expressando-se a quantidade de produto que se obtém utilizando uma unidade de trabalho. Na agricultura, com frequência, a produtividade é medida por hectares de terra. Essas relações são chamadas de produtividade parcial, já que mostram o nível de aproveitamento de apenas um insumo.

Geometricamente, a produtividade é determinada pela inclinação das retas (y/x) que partem da origem e passa pelo ponto em questão. Na Figura 3, nota-se que as retas dos pontos “B” e “C” têm a maior inclinação, e, conseqüentemente, apresentam uma a maior produtividade. Assim, os pontos “D” e “F” exibem a mesma produtividade, sendo “D” eficiente e “F” ineficiente. Isto indica a necessidade de distinguir melhor os conceitos de produtividade e eficiência, bem como os diferentes tipos de eficiência.

A fim de facilitar o entendimento destes conceitos como medidas de desempenho, aproveita-se os dados da Figura 3 representados na Tabela 6 a seguir. As informações supõem a existência de seis supostas propriedades rurais (“A”, “B”, “C”, “D”, “E” e “F”) que, utilizando um insumo (x), produzem um *output* (y) num período dado, considerando as outras variáveis idênticas. Se comparada a produtividade de todas essas unidades, observa-se que “B” e “C” são as mais produtivas. Como visto, este fato pode-se provar na Figura 3, comparando-se as pendentes (coeficiente angular) das retas pontilhadas (y/x) que partem da

origem, ou seja, os coeficientes angulares ($\Delta y/\Delta x$) das retas OA, OB, OC, OD, OE e OF que indicam a produtividade.

Tabela 6 - Produtividade e Eficiência

| Propriedade rurais | A | B | C | D | E | F |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Recursos humanos (x) | 1500 | 3000 | 3450 | 6000 | 6000 | 3000 |
| Produção (y) em Kg | 12075 | 60000 | 69000 | 78000 | 60000 | 39000 |
| Produtividade (y/x) | 8,05 | 20 | 20 | 13 | 10 | 13 |
| Eficiência OI= (y/x)/(y _B /x _B) | 0,403 | 1 | 1 | 0,65 | 0,5 | 0,65 |
| Melhoras para x=(Eficiência-1) | -59,7% | 0% | 0% | -35% | -50% | -35% |
| Melhoras em valores absolutos | -896,25 | 0 | 0 | -2100 | -3000 | -1050 |
| Meta para x=(Eficiência*x) | 603,75 | 3000 | 3400 | 3900 | 3000 | 1950 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 6 mostra-se a diferença entre a produtividade e a eficiência. Nota-se, por um lado, que a produtividade relaciona a produção com o insumo mão-de-obra, ou seja, mostra o nível de aproveitamento desse recurso humano em cada unidade avaliada. Por outro lado, a eficiência parte do princípio de que, se as propriedades “B” e “C” são capazes de produzir 20 kg do produto por servidor, então os outros produtores poderiam fazer o mesmo. Como não são capazes e se está considerando as outras variáveis idênticas, eles são ineficientes. Ao confrontar suas produtividades com as melhores práticas (“B” e “C”), obtém-se o conceito relativo de eficiência registrada para cada unidade. Por conseguinte, a eficiência também pode ser denominada produtividade relativa.

Na Tabela 6, observa-se também que o índice de eficiência de Farrell está entre zero e 1 e, quanto menor, maior o nível de ineficiência e produtividade. Esses índices permitem definir as mudanças necessárias nos níveis de insumo para que as propriedades ineficientes atinjam a máxima produtividade. Portanto, os produtores ineficientes deverão reduzir proporcionalmente o número de funcionários no valor expresso pelas melhoras, ou seja, produzir a mesma quantidade de produtos com o número de funcionários determinado pelas metas.

O exemplo anterior usou o método da eficiência orientada à redução do *input*. De acordo com a Figura 3, a análise da eficiência também pode ser realizada utilizando o método orientado ao aumento do *output* (OO), ou seja, determinando o aumento do volume de produção mantendo fixa a quantidade de funcionários. Neste caso, a projeção vertical das

unidades com ineficiência na reta de maior produtividade indica as metas de melhoria orientadas ao aumento da produção.

Assim, alternativamente e conforme a Tabela 7, o cálculo do índice de eficiência orientada ao produto pode utilizar a inversa da produtividade (x/y), de tal forma que, quanto menor o valor, melhor o desempenho das unidades produtivas. Assim, os produtores “B” e “C” devem continuar sendo os de melhor desempenho. Consequentemente, comparando-se a inversa da produtividade de todas as unidades com as propriedades “B” ou “C”, obtém-se as eficiências orientadas ao produto.

Tabela 7 – Eficiência orientada ao *output*

| Propriedade rurais | A | B | C | D | E | F |
|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Recursos humanos (x) | 1500 | 3000 | 3450 | 6000 | 6000 | 3000 |
| Produção (y) em Kg | 12075 | 60000 | 69000 | 78000 | 60000 | 39000 |
| Inverso da Produtividade (x/y) | 0,1428 | 0,05 | 0,05 | 0,0769 | 0,1 | 0,0769 |
| Eficiência OO = $(x/y)/(x_B/y_B)$ | 2,4845 | 1 | 1 | 1,5384 | 2 | 1,5384 |
| Melhoras para $y=(1-Eficiência)$ | 148,45% | 0% | 0% | 53,85% | 100% | 53,85% |
| Melhoras em valores absolutos | 17925 | 0 | 0 | 42000 | 60000 | 21000 |
| Meta para $y=(Eficiência*y)$ | 30000 | 60000 | 60000 | 120000 | 120000 | 60000 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Fica evidente que neste caso o índice de Farrell é maior ou igual a 1, diferentemente da eficiência orientada ao insumo, que é $0 \leq ET \leq 1$. Caso o índice de eficiência orientado ao produto de uma fazenda seja igual a 1, isso significa que ela é eficiente, ou seja, que sua produtividade atingiu o valor máximo. Entretanto, caso o índice de eficiência seja maior que 1, isso denota que essa propriedade é ineficiente e, portanto, pode melhorar, aumentando o nível de produção com o mesmo número de servidores. Multiplicando-se a produção pelo índice encontrado chega-se às metas das unidades avaliadas registradas na Tabela 7.

Com base nesta lógica, para Rosano-Peña et al. (2013), pode-se concluir que, se a produtividade é o quanto se produz em relação a cada um dos recursos empregados, a eficiência é o quanto se produz em relação ao quanto se poderia produzir. É necessário frisar, também, conforme Rosano-Peña et al. (2012), que os conceitos de eficiência, por serem valores relativos, são insensíveis às mudanças das unidades de medidas usadas nos *inputs* e *outputs*. Para evidenciar isto, considere a avaliação de quatro fazendas de cereais, que utilizam um insumo (terra) para produzir um produto (arroz) num dado período. Nas Tabelas

8 e 9, registram-se a terra e a produção das mesmas fazendas mensuradas em unidades diferentes, porém equivalentes, bem como o resultado da produtividade e eficiência. Esta última medida é calculada comparando-se as produtividades de cada unidade com a melhor prática (fazenda 3). Observa-se que, se em lugar de toneladas de cereais por hectare utilizamos sacas por alqueire, o valor da eficiência será o mesmo, já a produtividade terá valores diferentes e exigirá especificar as unidades de medidas.

Tabela 8 – Avaliação de fazendas de cereais usando as medidas de toneladas por hectares

| Fazendas | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|----------|----------|----------|----------|
| Produção em toneladas (y) | 600 | 605 | 625 | 720 |
| Terra em hectares (x) | 102 | 110 | 100 | 120 |
| Produtividade (y/x) | 5,88 | 5,5 | 6,25 | 6 |
| Eficiência (y/x)/(y ₃ /x ₃) | 0,94 | 0,88 | 1 | 0,96 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

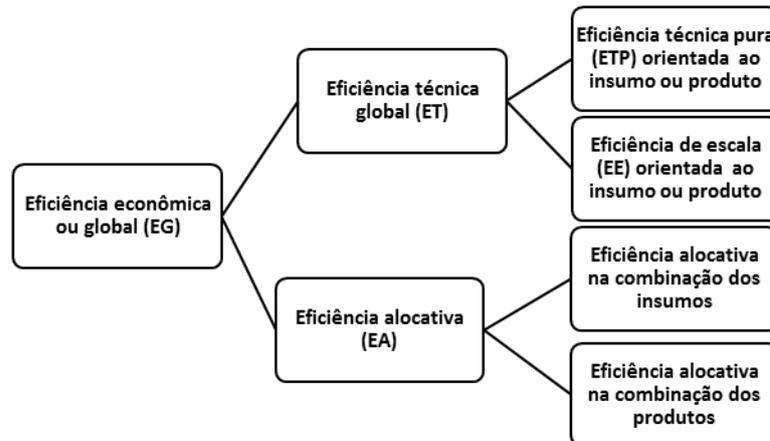
Tabela 9 – Avaliação de fazendas de cereais usando as medidas de sacas por alqueires

| Fazendas | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|----------|----------|----------|----------|
| Produção em sacas (y) | 10000 | 10083.33 | 10416.67 | 12000 |
| Terra em alqueires (x) | 23.08 | 24,89 | 22,62 | 27,15 |
| Produtividade (y/x) | 433,33 | 405,17 | 460,42 | 442 |
| Eficiência (y/x)/(y ₃ /x ₃) | 0,94 | 0,88 | 1 | 0,9 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na literatura especializada, a eficiência descrita acima é calculada em relação a máxima produtividade, sendo assim, é chamada de eficiência técnica global (ET) que deve ser diferenciada, segundo Farrell (1957), da eficiência alocativa (EA). Ambas, por sua vez, compõem a eficiência econômica ou global e podem ser decompostas em dois tipos: orientadas à redução dos insumos com o mesmo nível de produção ou ao aumento dos produtos com um consumo de insumos fixo, conforme pode ser observado na Figura 4 a seguir.

Figura 4 - Tipos de Eficiência



Fonte: Elaborado pelo autor.

A eficiência técnica global (ET) envolve apenas os aspectos físicos do processo produtivo e indica a habilidade de uma organização na maximização da relação produto insumo (y/x). Pode ser decomposta em eficiência técnica pura (ETP) e eficiência de escala (EE).

A eficiência técnica pura (ETP) não toma como referência a maior produtividade que parte do pressuposto da existência de retornos constantes de escala, ou seja, quando acréscimos nos recursos produzem acréscimos proporcionais nos produtos. A ETP trabalha com o pressuposto de retornos variáveis (não proporcionais) de escala, ou melhor, com a fronteira do CPP representada na Figura 4, formada pelas melhores unidades, independentemente da escala de operação. Admite que a eficiência máxima varie em função da economia de escala e permite comparar unidades de portes distintos (BELLONI, 2000), contemplando apenas a parte da ineficiência técnica global (ET) que se deve à ineficiência técnica no sentido estrito (ETP), ou seja, eliminando o componente devido a um porte de produção inadequado.

Em outras palavras, a eficiência técnica global (ET) capta a ineficiência técnica quando não se lograr a máxima produtividade, e assim incorpora o possível efeito de um inadequado porte das unidades de produção, que, muitas vezes, é um fator não controlável pelos gestores a curto prazo. Portanto, ET pode ser de origem tanto pura quanto de escala. Por conseguinte, para uma unidade ter eficiente técnica global, ela precisa ter eficiência técnica (ET) e de escala (EE). Desta forma, a eficiência de escala (EE) é estimada dividindo ET pela ETP ($EE=ET/ETP$).

A eficiência alocativa (EA) envolve também os preços dos insumos e produtos. Reflete a habilidade da unidade produtiva de definir a combinação dos insumos e dos produtos que, respectivamente, minimiza os custos e maximiza a receita, para os preços de equilíbrio de mercado.

Assim, a eficiência econômica (EG) combina as duas eficiências anteriores e é igual ao produto delas ($EG=EA*ET$). O escopo desta pesquisa trata do estudo da eficiência técnica global (ET) orientada aos *outputs*. Isto se deve a dois fatores: 1) ao fato de que a demanda por produtos agrícolas é crescente e os agricultores desejam aumentar a produção; 2) às variáveis e às DMUs utilizadas na pesquisa, o que será aprofundado na seção correspondente.

Uma das técnicas mais promissoras para modelar o CPP e estimar as medidas de eficiência e produtividade multidimensionais é a função distância de Shephard (1953) que é recíproca ao índice de eficiência técnica de Farrell (1957). Ela surge como uma alternativa aos métodos números índices clássicos e às tradicionais funções de produção.

A função distância dispensa a utilização dos preços das variáveis envolvidas, bem como a agregação dos produtos em um único valor, através da construção de um indicador composto monetário. Tem a vantagem de descrever a tecnologia de múltiplos *outputs-inputs* e descartar a suposição de comportamento eficiente de todas as unidades analisadas. Pode, também, ser descritas basicamente de duas formas equivalentes: orientada aos produtos e orientada aos insumos.

A função distância orientada aos insumos, dada a tecnologia, indica a máxima redução equiproporcional do vetor de insumos para produzir um dado vetor de produtos:

$$\bar{D}_i(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \text{Max} \{ \rho: (\mathbf{x}/\rho, \mathbf{y}) \in \text{CPP} \},$$

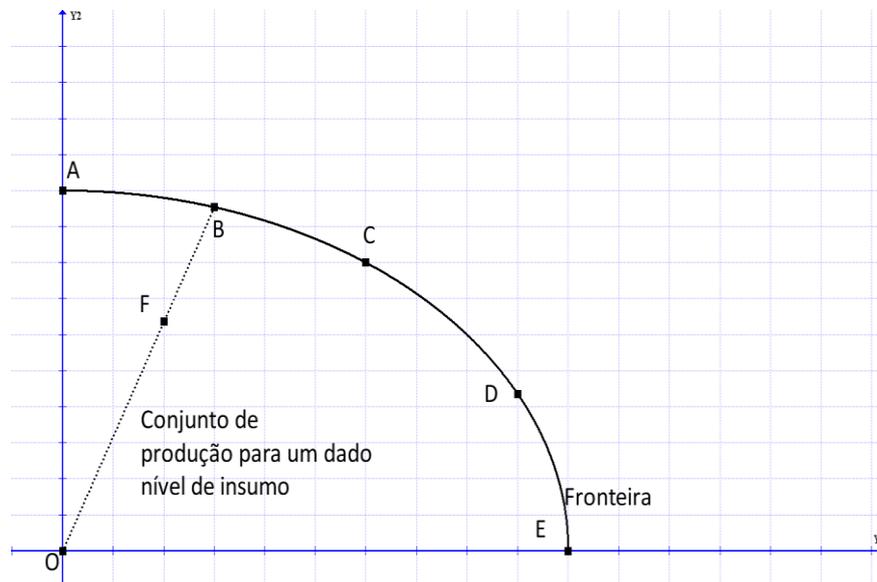
Em que $\rho \geq 1$ é a redução do vetor insumo para gerar um dado vetor de produtos e ser parte do subconjunto eficiente do CPP. Nota-se que ρ é a inversa da ET de Farrell orientada aos *inputs*. Seguindo a mesma nomenclatura e o raciocínio anterior, a função distância orientada aos produtos indica o máximo aumento equiproporcional do vetor de produto com o dado vetor de insumo:

$$\bar{D}_o(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \text{Min} \{ \beta: (\mathbf{x}, \mathbf{y}/\beta) \in \text{CPP} \},$$

Em que $\beta \leq 1$ é a aumento do vetor produto com um dado vetor de insumo para ser parte do subconjunto eficiente do CPP. Em outras palavras, calcula o quanto o nível de produto observado está distante do produto máximo potencial, para um dado conjunto de insumos utilizados na sua produção. Desta forma, β é a inversa da ET de Farrell orientada aos *outputs*.

A Figura 5 ilustra o conceito de função distância orientada aos *outputs* através de um exemplo onde dois produtos y_1 e y_2 são produzidos usando um vetor dado de insumos x . O conjunto de possibilidade de produção é representado pelo espaço limitado pela fronteira do CPP e os eixos de y_1 e y_2 . A função distância no ponto “F” é definida com sendo igual a $\beta = \overline{OF} / \overline{OB}$ que é menor do que 1. Neste caso, a unidade de produção “F” é ineficiente, pois, com o insumo dado x , se poderia operar no ponto “B” sobre a fronteira do CPP. Assim, β indica em quanto a unidade “F” pode aumentar proporcionalmente os produtos para ter eficiência técnica global. Se a unidade de produção estivesse operando no ponto “A”, “B”, “C”, “D” ou “E” seria eficiente e a seu β seria igual a 1.

Figura 5 - Conjunto de Possibilidades de Produção



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para quantificar a eficiência e a produtividade com múltiplos insumos e produtos com funções distância utilizam-se duas abordagens clássicas: a paramétrica e a não-paramétrica. Os métodos paramétricos partem da escolha de uma função distância paramétrica que expresse a relação funcional entre os produtos e insumos, para representar a fronteira do CPP,

decompondo o desvio da fronteira em ruído estocástico e ineficiência técnica. Essa função é estimada usando-se técnicas de programação linear ou máxima verossimilhança. Quanto aos métodos não-paramétricos, o modelo de Análise Envoltória de Dados (DEA) é o mais utilizado. Este representa o CPP por meio de fronteira determinísticas e funções distância, aferidas com problemas de programação matemática, sem a necessidade de definir previamente uma função estocástica de produção e um tipo de distribuição (comportamento) dos erros desconhecidos, ficando livre das possíveis falhas decorrentes dessas especificações. Contudo, esse método, sendo determinístico, ignora as perturbações aleatórias do processo produtivo não controladas pelos gestores.

3.1 Análise Envoltória de Dados (DEA)

3.1.1 Modelo DEA/CCR

A DEA tem como objetivo possibilitar a medição da eficiência de DMUs a partir de múltiplos insumos e produtos, não precisando dos preços de mercado. Como, em muitos casos, estes preços dos insumos e produtos são parciais ou totalmente desconhecidos, a DEA determina pesos para as variáveis (insumos e produtos) na mensuração da eficiência. Essa flexibilidade na ponderação atribuída aos *inputs* e *outputs*, permite captar os diferentes contextos (mercados) em que as unidades avaliadas operam o que determina as diferentes formas combinam os produtos e insumos, o que deve ser levado em consideração na hora de avaliar suas ineficiências. Dessa forma, cada unidade avaliada é comparada com o conjunto de unidades eficientes que ponderam as variáveis de forma semelhante, ou seja, que tem seu mesmo perfil tecnológico.

Inicialmente proposto por Charnes, Cooper e Rhodes em 1978 para estimar a eficiência técnica global de Farrell (ET), o método DEA foi nomeado DEA-CCR, homenageando seus autores (COOPER et al., 2006). Este método, desenhado de início para análises com retornos constantes de escala, fora posteriormente desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper (1984), para estimar a eficiência técnica pura (ETP) onde foi incluída a possibilidade de retornos variáveis de escala, surgindo o Modelo DEA-BCC, igualmente relacionando as iniciais de seus autores (ROSANO-PEÑA, 2008).

A DEA-CCR pode ser orientado ao insumo ou ao produto. Na ótica orientada aos insumos (x), seguindo o conceito de Farrell, buscam-se as unidades mais eficientes

(*benchmark*) considerando a máxima redução dos níveis de insumos, mantendo-se a produção constante. A formulação do modelo DEA-CCR orientados aos insumos para a DMU_k (de um grupo de N organizações homogêneas) é apresentada em (1).

$$\text{Max } h_k = \sum_{r=1}^m u_r y_{rk} \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} &\leq 0 \\ \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} &= 1 \\ u_i, v_i &\geq 0 \end{aligned}$$

Em que: y é o vetor produto; x – o vetor insumos; u, v = pesos; $r = 1 \dots m$; $i = 1 \dots n$; $j = 1 \dots N$

Já pela ótica do modelo orientada aos produtos, objetiva-se a maximização da produção sem que haja incremento no nível de insumos utilizados. Dessa forma, a formulação do modelo DEA-CCR orientados aos produtos para a DMU_k (de um grupo de N organizações homogêneas) é apresentada em (2).

$$\text{Min } \delta_k = \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} \quad (2)$$

Sujeito a:

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rk} = 1$$

$$u_i, v_i \geq 0$$

Em que: y é o vetor produto; x – o vetor insumos; u, v = pesos; $r = 1...m$; $i = 1...n$; $j = 1...N$

Os resultados obtidos em (1) e (2) devem ser análogos. Apenas as DMUs Farrell eficientes com $h=1$ em (1) alcançarão, em (2), $\delta = 1$. As ineficientes, no modelo orientado aos produtos, apresentarão $\delta > 1$, inverso ao modelo (1) ($\delta = 1/h$). Assim, se h_k em (1) for 0,8, em (2) o resultado será $\delta_k = 1,25 = 1/0,8$. Isso indica que a unidade k deverá aumentar os *outputs* de forma proporcional (radial) em 25% ($1,25-1$) ou reduzir os *inputs* em 20% ($1-0,8$) para se tornar eficiente.

Na literatura, o método DEA com frequência é completado com outras modelagens, que em função dos objetivos propostos, são mais exaustivos. Dois deles são o método de meta-fronteira e a análise de janelas, utilizados nesta pesquisa.

3.1.2 Modelo DEA utilizando de Metafronteira

O estudo da eficiência através de metafronteiras foi inicialmente desenvolvido por Hayami e Ruttan (1971) e posteriormente complementado por O'Donnell et al. (2008) para utilizar-se na análise de fronteiras eficientes. Esta metodologia é aplicada quando há heterogeneidade tecnológica entre as DMUs, seja em função do tamanho da propriedade, das condições climáticas ou dos contextos diferenciados em que operam. Permite estimar uma metafronteiras, que envelopa os pontos de produção dos municípios mais eficiente, e fronteiras de grupos. Assim é possível decompor as diferenças nos desempenhos entre as firmas em eficiência técnica (dentro do grupos) e efeitos de *gap* tecnológico (entre os grupos). Assim, a utilização desta metodologia neste estudo, que considera unidades espalhadas ao longo de todo território nacional com diferentes custos logísticos, permite identificar a existência ou não de defasagem de eficiência entre os cenários “dentro da porteira” e “fora da porteira”.

Ao utilizar dois subgrupos, o método calcula três indicadores de eficiência. O primeiro estima a eficiência convencional ($\delta_k^{g1}, \delta_k^{g2}$) para cada uma das DMUs classificando cada uma em relação aos agrupamentos. Este índice indica a eficiência de gestão de cada unidade dentro de seu grupo. Portanto, pode ser chamada de intergrupo. O segundo indicador (δ_k^M), utilizando a amostra completa, estima a eficiência, a distância da DMU com relação à meta – fronteira (fronteira comum). O terceiro é denominado razão de *gap* tecnológico e calculado δ_k^M/δ_k^g . Este indicador mede o desvio da fronteira específica de cada grupo da meta-fronteira. Assim, é chamada de intragrupo, de tal forma que quanto maior o valor para um grupo, mais avançada é a tecnologia de produção que ele adota.

Para testar a significância da defasagem da eficiência entre os cenários dentro e fora da porteira foi utilizado o Teste U de *Mann-Whitney*. Em estatística, o teste U de *Mann-Whitney* (também chamado de *Wilcoxon-Mann-Whitney*) é um teste não paramétrico aplicado em duas amostras independentes, com o objetivo de avaliar a heterogeneidade de duas amostras proveniente de cenários deferentes. É de fato a versão da rotina de teste T de *Student* e o utilizado para comparar índices de eficiência, já que estes não seguem uma distribuição normal.

3.1.3 Modelo de Janelas

A análise de janela consiste em um método estruturado para se misturar, em uma mesma aplicação, DMUs referentes a diversos períodos diferentes, tratando-as como independentes. Desta forma, as N DMUs são analisadas em T períodos ($t=1, 2, \dots, T$) e utilizam n insumos x_n^t para produzir m produtos y_m^t . A amostra tem, por conseguinte, N*T observações.

De acordo com Cook et al. (2001), essa é uma das formas de se incluir o fator tempo dentro da técnica DEA. Assim, o desempenho de uma DMU em um ano pode ser comparado com o seu próprio desempenho em outro ano, bem como com a eficiência das outras DMUs. Isto aumenta o número de unidades analisadas, o que pode ser útil quando se lida com pequenas amostras. Porém, esta abordagem assume implicitamente que não há mudanças tecnológicas dentro de cada uma das janelas.

Cook et al. (2001) indicam que atualmente a disponibilidade de dados históricos da mesma DMU são frequentes, possibilitando análises quanto a evolução na eficiência de determinada firma ao longo do tempo. Ao utilizar a técnica de janelas, o fator tempo é incluso

no método DEA, tratando cada ano de produção como uma DMU diferente. Após aplicação do DEA sobre as janelas, pode-se calcular tanto a média das eficiências obtidas em todos os períodos, quanto o cálculo do desvio padrão entre estas. Para calcular os ajustes para com a fronteira eficiente, utiliza-se o resultado das folgas entre as DMUs, as quais serão a média obtida nos anos (ROCHA et al., 2015).

3.2 Índice de Produtividade de Malmquist (IPM)

Outra maneira de se avaliar a dinâmica do desempenho de DMUs é através do Índice de Malmquist (IPM). Este indicador foi concebido por Sten Malmquist em 1953, que construiu um índice de quantidade utilizando funções distância de Shephard dentro do contexto da teoria do consumidor. Mas, posteriormente o índice ganhou destaque no contexto da teoria da produção quando se tentou avaliar processos produtivos em que múltiplos insumos são transformados em múltiplos produtos. Este tipo de indicador é denominado de produtividade total de fatores (PTF). Segundo Caves, Christensen e Diewert (1982), este método é utilizado para medir a evolução na produtividade de empresas ao longo do tempo.

O IPM tem muitas virtudes, dentre elas pode-se destacar a utilização de funções distância orientadas aos insumos ou aos produtos que dispensam a utilização de uma relação funcional entre insumos e produtos para caracterizar o CPP, o que é muito útil quando os objetivos dos produtores são diferentes, ou ainda, quando estes são desconhecidos. Outra característica desejável é a possibilidade do desmembramento das mudanças de produtividade total dos fatores em mudança da eficiência e mudança tecnológica, permitindo, dessa forma, conhecer a natureza da mudança do progresso.

Para ilustrar o processo de decomposição do IPM, considere o caso de um vetor produto $\mathbf{y} \in \mathbb{R}^m$ e um vetor insumo $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^n$. Definindo respectivamente \mathbf{y}^t , \mathbf{y}^{t+1} , \mathbf{x}^t e \mathbf{x}^{t+1} como as quantidades observadas de produtos e de insumos nos períodos t e $t+1$, o índice da IPM é determinado pela razão:

$$IPM = \frac{PTF^{t+1}}{PTF^t} = \frac{\frac{v_1^{t+1}y_1^{t+1} + v_2^{t+1}y_2^{t+1} + \dots + v_m^{t+1}y_m^{t+1}}{u_1^{t+1}x_1^{t+1} + u_2^{t+1}x_2^{t+1} + \dots + u_n^{t+1}x_n^{t+1}}}{\frac{v_1^t y_1^t + v_2^t y_2^t + \dots + v_m^t y_m^t}{u_1^t x_1^t + u_2^t x_2^t + \dots + u_n^t x_n^t}} \quad (5)$$

Em que $\mathbf{u}_r \in \mathbb{R}^m$ e $\mathbf{v}_i \in \mathbb{R}^n$ são as respectivas ponderações estimados pela DEA que permitem criar o valor agregado dos \mathbf{y} e \mathbf{x} .

De acordo com Caves, Christensen e Diewert (1982), em termos de funções distância, o IPM orientados aos *outputs* quando a tecnologia de referência é a do período t é definido como:

$$IPM_o^t = \frac{\vec{D}_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{\vec{D}_o^t(x^t, y^t)} \quad (6)$$

Em palavras, a Equação (6) expressa a evolução da produtividade da unidade avaliada do período t para $t+1$ em relação à melhor prática do período t . Quando se considera a tecnologia de referência do período $t+1$, esse mesmo índice pode ser definido como:

$$IPM_o^{t+1} = \frac{\vec{D}_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{\vec{D}_o^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (7)$$

Para evitar qualquer escolha arbitrária do período de referência, o índice de Malmquist é especificado como a média geométrica dos índices (6) e (7). Assim, tem-se que:

$$IPM_o = \left(\left(\frac{\vec{D}_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{\vec{D}_o^t(x^t, y^t)} \right) \left(\frac{\vec{D}_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{\vec{D}_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right)^{1/2} \quad (8)$$

Nota-se que o cálculo do IPM envolve quatro funções distância. Considerando-se que a função distância é igual ao recíproco do índice de eficiência técnica (ET) de Farrell calculado pelo DEA, as funções distância orientadas aos outputs podem ser representadas como: $(\vec{D}_o^t(x^t, y^t))^{-1} = ET_t^t$; $(\vec{D}_o^t(x^{t+1}, y^{t+1}))^{-1} = ET_{t+1}^t$; $(\vec{D}_o^{t+1}(x^t, y^t))^{-1} = ET_t^{t+1}$; $(\vec{D}_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}))^{-1} = ET_{t+1}^{t+1}$; em que ET é a eficiência técnica do período subscrito com respeito à fronteira eficiente do período sobrescrito.

Segundo Färe et al (1994), uma forma equivalente de definir o índice de Malmquist é dada por:

$$IPM_o^{t,t+1} = \frac{ET_t^t}{ET_{t+1}^{t+1}} \left(\frac{ET_{t+1}^{t+1}}{ET_{t+1}^t} \frac{ET_{t+1}^t}{ET_t^t} \right)^{1/2} \quad (9)$$

Dessa forma, segundo Rosano-Peña et al. (2012), diferentemente dos índices de produtividade clássicos, o IPM permite que se separe a evolução da eficiência produtiva dos deslocamentos da fronteira. O primeiro quociente do lado direito de (9) mede o quão distante a unidade avaliada encontra-se da fronteira eficiente entre os períodos t e $t+1$, captando a evolução da ET, efeito chamado de *catching-up*. Desta forma, mede a variação eficiência relativa, podendo ser menor, igual ou maior que um em função da queda, manutenção ou melhoria na eficiência respectivamente. Já o segundo quociente de (9) captam o deslocamento médio geométrico da fronteira tecnológica entre os dois períodos avaliados em relação ao nível de *inputs* x^t e x^{t+1} . Representa a mudança tecnológica (técnica e organizacional). Se o deslocamento for maior que um, indicará progresso resultante da inovação no setor e, se menor, retrocesso. Assim, o índice de Malmquist é interpretado da seguinte forma:

- a) $IPM > 1$; implica que a Produtividade Total de Fatores – PTF no período $t+1$ é superior ao período t .
- b) $IPM = 1$; implica que a distância entre a produção observada em $t+1$ e o produto potencial em t se manteve constante.
- c) $IPM < 1$; induz que a PTF decresceu.

3.3 Teste *Wilcoxon-Mann-Whitney*

A logística de distribuição para o agronegócio brasileiro pode ser considerada um dos principais entraves à eficiência de produtores e produtos agrícolas brasileiros. Portanto, este estudo visa também, dentre os diversos objetivos, verificar se há diferenças nas medidas de eficiência entre os produtores que dispõem de maiores e menores infraestrutura logística de distribuição. Para isso, utilizou-se do Teste de *Wilcoxon-Mann-Whitney*. Esta ferramenta objetiva comprovar se amostras diferentes foram ou não retiradas da mesma população. Este é

um alternativo ao Teste “T”, quando as suposições de normalidade não são verificadas ou quando a amostra for pequena.

Inicialmente, é realizada a classificação dos valores observados através do *rank* ou *score* de cada. Após realizado a ordenação, o teste consiste na substituição dos dados iniciais, pelos resultantes de sua posição no *rank*. Por fim, dá-se o cálculo estatístico do teste.

3.4 Base de Dados – Municípios e Variáveis

Embora a soja seja produzida ao longo de todos os biomas brasileiros, o volume produzido desta cultura está concentrado em algumas regiões específicas, conforme demonstrado em capítulos anteriores. De acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2015), as Regiões Centro-Oeste e Sul foram responsáveis por aproximadamente 81% do volume produzido na safra 2014/15. Mediante essa informação, a seleção dos municípios ocorreu em função da representatividade do mesmo em relação ao volume produzido brasileiro total, como também pela importância que dado município tem para com a região. Portanto, para fins de análise utilizou-se os principais municípios brasileiros sojicultores definidos pela CONAB como modelos em seus Estados.

A Tabela 10 a seguir lista os municípios (DMUs), sua Mesorregião e Estado, bem como o número de vezes que participa na análise de janela, pois, como já fora explicado, com esta técnica os municípios são analisados em vários períodos.

Tabela 10 – Municípios e Microrregiões dos Estados pesquisados

| Estado | Mesorregião | Município | Quantidade de DMUs |
|---------------|------------------------|--------------------|---------------------------|
| Bahia | Oeste Baiano | Barreiras | 8 |
| Goiás | Sudoeste Goiano | Rio Verde | 8 |
| Goiás | Leste Goiano | Cristalina | 4 |
| Maranhão | Sul Maranhense | Balsas | 8 |
| Minas Gerais | Noroeste de Minas | Unaí | 8 |
| Mato Grosso | Sudeste Mato-grossense | Primavera do Leste | 8 |
| Mato Grosso | Norte Mato-grossense | Sapezal | 8 |
| Mato Grosso | Norte Mato-grossense | Sorriso | 8 |

| | | | |
|--------------------|-----------------------------|------------------|-----------|
| Mato Grosso do Sul | Leste de Mato Grosso do Sul | Chapadão do Sul | 8 |
| Paraná | Centro Ocidental Paranaense | Campo Mourão | 8 |
| Paraná | Norte Central Paranaense | Londrina | 6 |
| Rio Grande do Sul | Noroeste Rio-Grandense | São Luiz Gonzaga | 7 |
| Rio Grande do Sul | Noroeste Rio-Grandense | Passo Fundo | 8 |
| TOTAL | | | 97 |

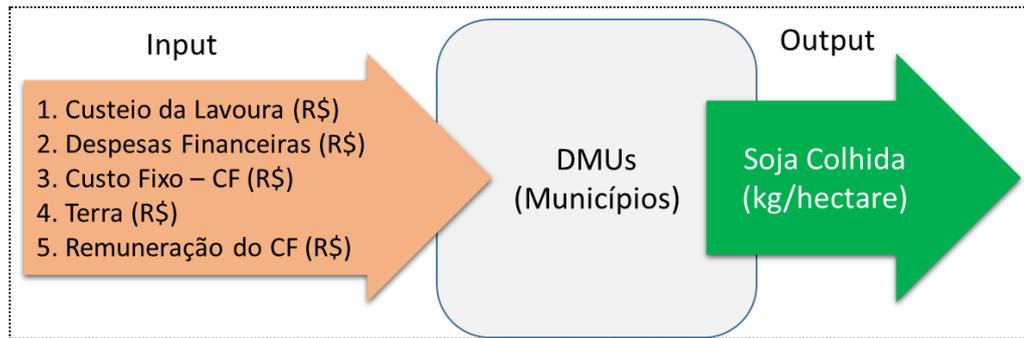
Fonte: Elaborado pelo autor.

Desta forma, para análise da eficiência através da DEA, modelo de janela, foram utilizadas um total de 97 DMUs composta por 13 municípios, sendo todas referência para a sua determinada Região. Uma peculiaridade referente exclusivamente ao Estado do Rio Grande do Sul, trata-se da evolução da análise para municípios vizinhos, ao longo do período de 2007 a 2014. Tal mudança é explicada devido à proximidade entre os municípios e a disponibilidade de fazendas-modelo, não alterando o objetivo principal do estudo, visto que as condições climáticas e de relevo são similares em ambos os municípios. As DMUs Cruz Alta, nos anos de 2013 e 2014, foi agrupada às DMUs Passo Fundo que detém a base de dados de 2007 a 2012. Embora ambos municípios tenham divisas em comum, a distância geográfica entre as cidades é de 149 quilômetros. O mesmo caso ocorre entre Santa Rosa (2008) e São Luiz Gonzaga (2009 a 2014) sendo que a distância entre ambas cidades é de 116 quilômetros.

Além de analisar os municípios selecionados, neste trabalho buscou-se testar o impacto da logística de escoamento da soja na eficiência. Para isto foram desenhados dois cenários: 1) aquele limitado à produção interna à propriedade e 2) aquele que incorpora ao desempenho da propriedade os custos logísticos de distribuição. Estes dois grupos serão utilizados na análise da metafronteira e seus diferentes níveis de eficiência serão examinados com o teste U de *Mann-Whitney*.

O primeiro cenário, conforme observa-se na Figura 6, contempla como insumos: mão-de-obra, área plantada, capital e insumos agrícolas diretos (fertilizantes, agroquímicos e sementes), todos mensurados em R\$/hectare. Como produto considerou-se a produção em sacas de soja por hectare.

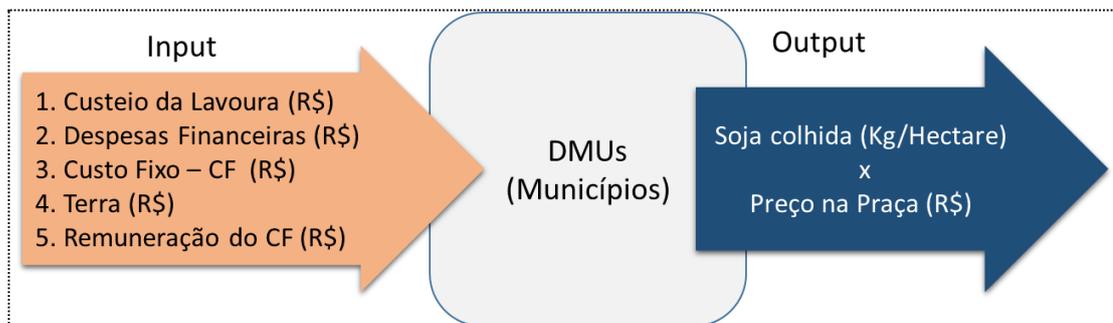
Figura 6 - Cenário “dentro da porteira”



Fonte: Elaborado pelo autor.

O segundo cenário, conforme se observa na Figura 7, contempla como insumos as mesmas variáveis do cenário anterior: mão-de-obra, área plantada, capital e insumos agrícolas diretos (fertilizantes, agroquímicos e sementes). Como produto, diferentemente do cenário anterior, considerou-se a receita média das sacas por hectare, estimada considerando o preço na praça referência de cada município. Esta receita inclui o impacto dos custos da logística de distribuição.

Figura 7 - Cenário “dentro e fora da porteira”



Fonte: Elaborado pelo autor.

As unidades de medida das variáveis selecionadas determinam a escolha do método DEA-CCR orientado ao produto. A normalização dos valores pelos hectares de terra ameniza a escala de operações das unidades produtivas analisadas, o que justifica a utilização dos métodos com retornos constantes de escala, ou seja, o método DEA-CCR. A orientação ao produto está determinada pelo pressuposto de que os produtores rurais, diante do constante aumento da demanda, buscam maximizar a produção com os recursos disponíveis.

Os *inputs* e *outputs* escolhidos neste trabalho seguem as variáveis clássicas encontradas na revisão da literatura sobre a agricultura (GOMES et al., 2005). Ressalta-se que os insumos têm uma alta representatividade na estrutura do custo de produção das propriedades agrícolas. Os dados dos *inputs* e *outputs* foram obtidos a partir da Série Histórica de Custos de Produção para Culturas de Verão, elaborado pela Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, filtrado para os anos de 2007 a 2014. Destaca-se que a experiência acumulada desde 1976 da instituição em questão, principalmente no que tange a elaboração de custos de produção relativos à agricultura, implicou no destaque do órgão como referência em fonte de dados para estudos, políticas e tomada de decisões de diversas entidades (CONAB, 2010). Ressalta-se aqui a atualidade dos dados, compreendendo uma série histórica desde 1998 a 2014. Por este motivo, optou-se pela não utilização das informações contidas no Censo Agropecuário de 2006 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

A metodologia utilizada pela CONAB para elaboração e padronização dos dados é conhecida por Método de Painel. Esta técnica consiste no levantamento das informações através de um encontro técnico, onde participam produtores rurais, representantes de classe, cooperativas e associações, entidades de assistência técnica e instituições não estatais ligados à agricultura. Neste encontro, é caracterizada a unidade produtiva modelo da região e estimado os valores técnicos no que tange aos *inputs* e *outputs*, gerando assim informações que são consolidadas pelos técnicos da CONAB. Os preços utilizados para os cálculos destes valores provêm, além da coleta local via painéis, de pesquisas de preço realizadas pelas Superintendências da Companhia a partir de contatos com fornecedores de insumos e serviços. A partir da Tabela 11, percebe-se a disparidade dos dados em função das localidades de cada município.

Tabela 11 – Estatística da Base de Dados

| | Valor Máximo | Valor Mínimo | Valor Médio | Desvio Padrão |
|---|---------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| Despesas de Custeio da Lavoura (R\$) | 1971,74 | 680,42 | 1.166,34 | 233,16 |
| Despesas Financeiras e Pós-colheita (R\$) | 501,05 | 146,09 | 295,46 | 77,89 |
| Custo Fixo (R\$) | 693,39 | 102,47 | 251,67 | 100,23 |
| Terra (R\$) | 5567,88 | 32,45 | 302,90 | 121,41 |
| Remuneração Capital Fixo (R\$) | 193,44 | 11,06 | 66,47 | 37,63 |
| Produção (Kg/Ha) | 3.300,00 | 1.800,00 | 2.881,67 | 299,55 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

A utilização das séries históricas, compostas por dados desde 2007 a 2014, exige sua deflação. Para isto utilizou-se do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), conforme exposto na Tabela 12. Este índice, produzido pelo IBGE desde 1979, acompanha a inflação e tem como unidade de coleta os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços sejam estes públicos ou privados. Quanto ao período, este é disponibilizado mensalmente. Por ser foco neste estudo a safra de soja, os índices considerados foram anuais, com referência ao mês de janeiro.

Tabela 12 – Índice IPCA – Mês Referência Janeiro

| Ano | Inflação | IPCA | IPCA Acumulado |
|------------|-----------------|-------------|-----------------------|
| 2007 | - | - | - |
| 2008 | 5,9% | 1,059 | 1,059 |
| 2009 | 4,31% | 1,0431 | 1,104 |
| 2010 | 5,91% | 1,0591 | 1,169 |
| 2011 | 6,5% | 1,065 | 1,245 |
| 2012 | 5,84% | 1,0584 | 1,318 |
| 2013 | 5,91% | 1,0591 | 1,396 |
| 2014 | 6,40% | 1,064 | 1,486 |

Fonte: IBGE (2016).

Para avaliar a dinâmica da produtividade através do Índice de Produtividade de Malmquist-IPM, 24 DMUs foram separadas em dois blocos de dados sendo:

- i) Bloco “A”: DMUs no ano de 2007;
- ii) Bloco “B”: DMUs no ano de 2014;

Dessa forma, calculou-se a média para cada *input* e *output* de ambos os blocos. Entretanto, em função da indisponibilidade de dados para todos os municípios de 2007 a 2014, apenas o município “Cristalina” não incluído na análise do IPM.

Para calcular os índices de eficiência no Modelo CCR foi utilizado o programa MaxDEA Pro 6.1, criado pelo *Beijing Realworld Research and Consultation Company Limited* tendo como responsável CHENG Gang e QIAN Zhenhua. Para cálculo dos Índices de Malmquist (IMP) utilizou-se o programa DEAP (COELLI, 1996). Já para a análise estatística

dos índices de eficiência e o teste *Wilcoxon-Mann-Whitney*, o *software* utilizado fora o Programa “R”, versão 3.3.1.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

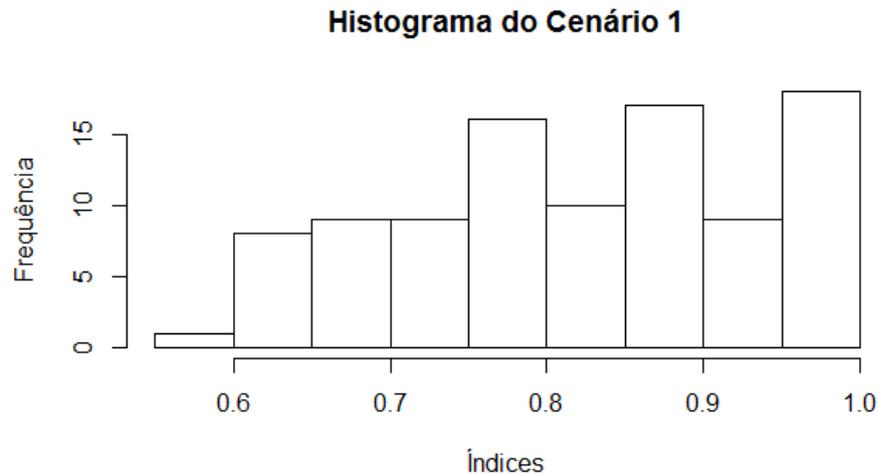
A partir dos dados da amostra selecionada e dos métodos descritos anteriormente é apresentada nessa seção a análise dos resultados. Esta análise está estruturada da seguinte forma: Na sessão 5.1. são apresentados os resultados do primeiro cenário, que foi obtido através do método DEA-CCR orientado ao produto das DMUs, compreendendo apenas o custo de produção e a quantidade de soja produzidas (em quilos). Já na seção 5.2 foram avaliadas as DMUs incluindo os custos da comercialização do produto, embutido no preço da saca de soja, ou seja, o segundo cenário.

Seguidamente, objetivou-se, na sessão 5.3, analisar a defasagem de eficiência entre ambos os cenários (1 e 2) – sem e com os custos logísticos de distribuição, através da metodologia de metafronteira e do teste U de *Mann-Whitney*. Esta seção fornece os resultados da avaliação do impacto da logística na eficiência das unidades produtivas. Finalmente, a sessão 5.4 apresenta os resultados do IPM que buscou avaliar a dinâmica da produtividade ao longo do tempo das unidades avaliadas.

Porém, antes da análise julga-se necessário lembrar que o modelo CCR busca a identificação da eficiência técnica global, já o modelo BCC teve como objetivo estimar a ineficiência técnica pura que desconsidera o tamanho ótimo das propriedades. Ambos os índices variam de 0 a 1, sendo quanto mais próximo de 1, maior a eficiência. Para o IPM, um índice menor que 1 indica retrocesso, igual a 1 significa a constância e maior que 1 significa um progresso da produtividade.

5.1 Análise da Eficiência no Modelo CCR/CRS – Cenário 1

Iniciam-se as análises para o cenário 1, onde considera-se como produto apenas a produção em quilos por hectare, ou como aqui definido, produção “dentro da porteira”. O modelo CCR, como já mencionado, propõe analisar a eficiência da unidade produtiva considerando retornos constantes de escala. Após a utilização do *software Max DEA*, obteve-se a seguinte distribuição de frequência dos índices, expostas na Figura 8 e na Tabela 13 a seguir.

Figura 8 - Distribuição dos índices de eficiência - Cenário "dentro da porteira"

Fonte: Dados de pesquisa

Verifica-se, a partir dos dados da Figura 8, que a distribuição dos índices ficou relativamente concentrada em valores acima de 0,6, com um valor mínimo de 0,55, um máximo de 1 e uma média de 0,83. Sendo assim, a partir desses dados pode-se aferir que em média os municípios sojicultores ineficientes podem elevar o valor da produção com os insumos disponíveis. Isto pode ser atingido apenas imitando as melhores práticas, ou seja, tendo como referência os municípios eficientes da amostra.

Tabela 13 – Resumo dos Índices de Eficiência, β (beta) – Cenário 1

| Índice | Resultado |
|---------------|------------------|
| Média | 0,83 |
| Mediana | 0,83 |
| Desvio padrão | 0,12 |
| Curtose | -0,86 |
| Assimetria | -0,23 |

Fonte: Dados de pesquisa.

Já a partir dos dados exibidos na Tabela 13, observa-se também que apesar de a média e a mediana serem iguais, a dispersão dos dados não segue uma distribuição normal, ou seja, provoca uma distribuição assimétrica negativa, haja vista que o índice de assimetria foi ≤ 0 . Em relação ao achatamento da curva, o índice de curtose implica em uma curva leptocúrtica,

já que que o índice é $\leq 0,263$. Em consonância com os outros índices, o desvio padrão para este cenário ficou em 0,12, o que indica também alta dispersão dos valores. Com isso, os índices sugerem que a distribuição dos betas é menos concentrada e simétrica que a distribuição normal.

A Tabela 14 apresenta o *ranking* das melhores práticas. Neste, estão na primeira posição as DMUs que obtiveram o *score* igual a 1. As demais seguem a ordem normal de distribuição. Logo, dentre as melhores práticas, doze municípios unidades são eficientes: Balsas 2010, Barreiras 2010, Barreiras 2013, Chapadão do Sul 2008, Rio Verde 2008, Rio Verde 2009, Rio Verde 2010, Rio Verde 2013, Rio Verde 2014, São Luiz Gonzaga 2010, Sapezal 2013 e Sorriso 2014.

Tabela 14 – Ranking 20 melhores práticas – Cenário 1 Modelo CCR – Orientado ao Produto

| <i>Rank</i> | <i>DMU</i> | <i>Score</i> | <i>Benchmark</i> |
|-------------|--------------------|--------------|---|
| 1 | Balsas2010 | 1.00 | Balsas2010 |
| 1 | Barreiras2010 | 1.00 | Barreiras2010 |
| 1 | Barreiras2013 | 1.00 | Barreiras2013 |
| 1 | ChapadãodoSul2008 | 1.00 | ChapadãodoSul2008 |
| 1 | RioVerde2008 | 1.00 | RioVerde2008 |
| 1 | RioVerde2009 | 1.00 | RioVerde2009 |
| 1 | RioVerde2010 | 1.00 | RioVerde2010 |
| 1 | RioVerde2013 | 1.00 | RioVerde2013 |
| 1 | RioVerde2014 | 1.00 | RioVerde2014 |
| 1 | SãoLuizGonzaga2010 | 1.00 | SãoLuizGonzaga2010 |
| 1 | Sapezal2013 | 1.00 | Sapezal2013 |
| 1 | Sorriso2014 | 1.00 | Sorriso2014 |
| 13 | RioVerde2012 | 0.99 | RioVerde2013 |
| 14 | PassoFundo2007 | 0.97 | Balsas2010; Barreiras2010; RioVerde2014 |
| 15 | Sorriso2010 | 0.97 | RioVerde2008; RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 16 | Londrina2007 | 0.97 | Barreiras2010; RioVerde2010; RioVerde2014 |
| 17 | PassoFundo2012 | 0.96 | RioVerde2013 |
| 18 | Balsas2013 | 0.96 | Balsas2010; Barreiras2010; RioVerde2014; Sorriso2014 |

| | | | |
|----|--------------------|------|---|
| 19 | SãoLuizGonzaga2009 | 0.96 | Barreiras2013; SãoLuizGonzaga2010 |
| 20 | Balsas2014 | 0.95 | Balsas2010; Barreiras2010; RioVerde2014; Sorriso2014 |

Fonte: Dados de pesquisa.

O município de Rio Verde, no Estado de Goiás, foi destaque neste *ranking*, pois está presente seis vezes entre as vinte melhores práticas, sendo que ainda apresentou o *score* máximo (= 1) em cinco oportunidades. Além dos vastos campos agricultáveis, o município conta na atualidade com grande incentivo privado, levando em consideração as diversas empresas multinacionais e também empresas nacionais do agronegócio presentes na região.

Em função da atividade agropecuária, estão presentes desde 2009 no município grandes organizações comercializadoras de grãos como Perdigão, Cargill, Siol Alimentos, Kowalski Alimentos, Comigo e Brejeiro (RIO VERDE, 2009). Além das empresas do elo da comercialização, ressalta-se também diversas companhias de fornecimentos de insumos. A região também é privilegiada com instituições de ensino privadas e públicas, as quais têm papel fundamental na formação de profissionais qualificados. Em termos econômicos, o município vem se mantendo como quarto maior PIB do Estado de Goiás somando em 2013 aproximadamente R\$ 7,3 bilhões, com participação da agropecuária em aproximadamente 16,1% desse total (IBGE, 2013).

Outro município que merece destaque no quesito eficiência é o de Barreiras, no Estado da Bahia, que se apresentou como eficiente (*score* = 1) em dois casos (Barreiras2010 e Barreiras2013), sendo que nesse município as plantações de soja se iniciaram na década de 1990 e vem se expandindo e impulsionando o crescimento econômico da região (FREITAS, 2011). Vale destacar que na região em que está localizado esse município os resultados são considerados expressivos devido à expansão da área cultivada, da oferta de bens agrícolas e em especial da elevação da produtividade (SICSÚ; LIMA, 2000)

Os municípios de Londrina, Passo Fundo e São Luiz Gonzaga, representando a Região Sul do Brasil, região tradicional na sojicultura desde meados da década de 60 representaram apenas 25% das observações. Ainda que essas regiões possuem o custo de oportunidade da terra superiores à de regiões de fronteira, as mesmas conseguiram ser eficientes nos demais custos e na maximização do produto o suficiente para figurarem neste *ranking*. Por outro lado, os municípios de Balsas, Barreiras, Rio Verde, Sapezal e Sorriso, localizados nas Regiões Centro-Oeste e Nordeste do Brasil, representaram os outros 75% das vinte melhores práticas.

Tabela 15 - Ranking 20 piores práticas – Cenário 1 Modelo CCR – Orientado ao Produto

| <i>Rank</i> | <i>DMU</i> | <i>Score</i> | <i>Produto</i> | <i>Projeção</i> | <i>% Diferença</i> | <i>Benchmark</i> |
|-------------|----------------------|--------------|----------------|-----------------|--------------------|---|
| 97 | Unai2008 | 0.56 | 2700.00 | 4825.98 | -79% | Barreiras2010; RioVerde2010; RioVerde2014 |
| 96 | SãoLuizGonzaga2014 | 0.61 | 1800.00 | 2948.43 | -64% | Balsas2010; Barreiras2010; RioVerde2014 |
| 95 | SãoLuizGonzaga2012 | 0.61 | 1800.00 | 2929.17 | -63% | Barreiras2010; RioVerde2010; RioVerde2014 |
| 94 | PassoFundo2013 | 0.62 | 2700.00 | 4336.86 | -61% | Barreiras2013; RioVerde2013; SãoLuizGonzaga2010 |
| 93 | SãoLuizGonzaga2013 | 0.62 | 1800.00 | 2886.81 | -60% | Balsas2010; Barreiras2010; RioVerde2014 |
| 92 | Barreiras2014 | 0.63 | 3000.00 | 4782.92 | -59% | Barreiras2010; RioVerde2013 |
| 91 | ChapadãoSul2014 | 0.64 | 3100.00 | 4853.48 | -57% | Barreiras2010; RioVerde2010; RioVerde2013 |
| 90 | Balsas2008 | 0.64 | 2700.00 | 4206.53 | -56% | Barreiras2010; RioVerde2014; Sorriso2014 |
| 89 | PrimaveradoLeste2008 | 0.66 | 3000.00 | 4564.00 | -52% | Barreiras2010; RioVerde2014; Sorriso2014 |
| 88 | PassoFundo2008 | 0.67 | 2500.00 | 3735.98 | -49% | Barreiras2010; RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 87 | PassoFundo2014 | 0.67 | 2700.00 | 4021.07 | -49% | RioVerde2013 |
| 86 | SãoLuizGonzaga2011 | 0.67 | 1800.00 | 2675.36 | -49% | Barreiras2010; RioVerde2010; RioVerde2014 |
| 85 | Unai2011 | 0.68 | 2700.00 | 3958.54 | -47% | Barreiras2010; RioVerde2010; RioVerde2013 |
| 84 | Sapezal2008 | 0.69 | 3000.00 | 4355.03 | -45% | Barreiras2010; RioVerde2010; RioVerde2014 |
| 83 | PrimaveradoLeste2012 | 0.70 | 3000.00 | 4315.47 | -44% | Barreiras2010; RioVerde2013 |
| 82 | PassoFundo2009 | 0.70 | 2500.00 | 3563.82 | -43% | RioVerde2010; RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 81 | Unai2012 | 0.70 | 2700.00 | 3834.22 | -42% | RioVerde2013 |
| 80 | Unai2007 | 0.71 | 2700.00 | 3820.75 | -42% | RioVerde2010; RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 79 | Sapezal2007 | 0.72 | 3000.00 | 4193.15 | -40% | BarreirasPC2010; RioVerde2010; RioVerde2014 |
| 78 | PrimaveradoLeste2009 | 0.73 | 3000.00 | 4112.53 | -37% | Barreiras2010; RioVerde2014; Sorriso2014 |

Fonte: Dados de pesquisa.

Sendo assim, nota-se então a partir deste *ranking*, a predominância neste cenário por parte de regiões de fronteira agrícola, ou seja, dispostas no cerrado, interior do país. Este resultado gerado pelo modelo CCR corrobora com a afirmação de que regiões de fronteira agrícola são mais eficientes “dentro da porteira”, em virtude do baixo custo de oportunidade da terra atrelado a maior escala de produção. Por outra perspectiva, o *ranking* exposto na Tabela 15 revela as vinte piores práticas ao levar-se em consideração o cenário 1.

Conforme apresentado na Tabela 15, as posições destas DMUs ocorrem de maneira invertida à tabela anterior, pois as piores práticas estão no topo da tabela e com *rank* ordenado de maneira decrescente. Por conseguinte, o município de Unai 2008 foi a DMU mais distante da fronteira eficiente. Este obteve um score de 0,60, ficando aquém da fronteira um montante de aproximadamente 2125,98 quilos/hectare, o que representa um percentual de melhoria necessária de algo em torno de 79%, mantendo-se constante os insumos utilizados. Como referência para esta DMU, têm-se Barreiras 2010, Rio Verde 2010 e Rio Verde 2014.

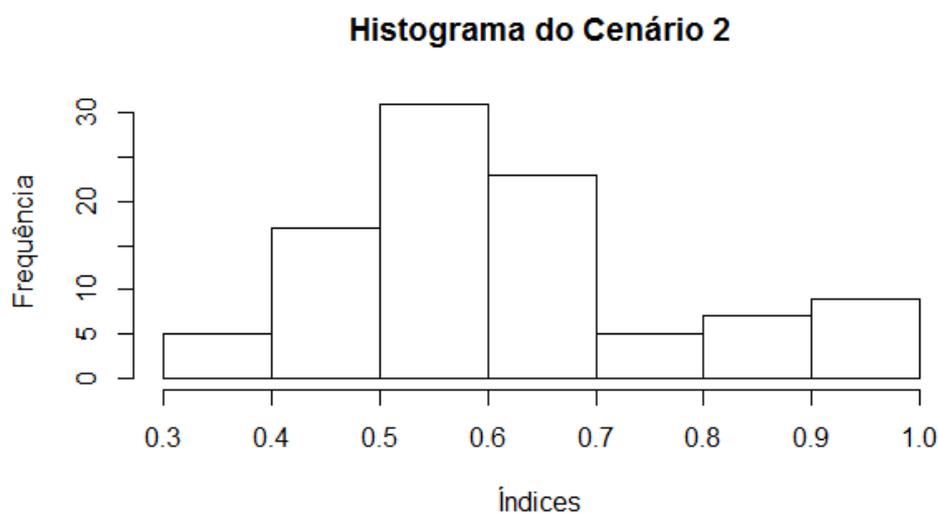
Os resultados calculados para este cenário apontam para um desequilíbrio entre zonas tradicionais e de fronteira agrícola, no que tange à ineficiência “dentro da porteira” (cenário 1). Calcula-se que exatamente 40% das observações é composta pelos municípios de Passo Fundo (4) e São Luiz Gonzaga (4), os quais estão localizados na Região Sul do país. Estes três municípios somaram um total de 8 observações, distribuídas praticamente em todos os anos analisados. Dada esta concentração de DMUs ineficientes distribuídas em apenas dois municípios, é possível afirmar que os mesmos tendem a mudar de atividade, em vista que na sojicultura nesse período apresentaram uma ineficiência.

O restante das observações não mencionadas se concentraram em 6 municípios: Unai (4), Primavera do Leste (3), Balsas (1), Barreiras (1), Chapadão do Sul (1) e Sapezal (2). Para aquelas que figuraram entre uma e duas observações, pode ser possível apontar para um fator externo ao processo, como uma variável não-controlada, para explicar essa ineficiência. Já os municípios de Unai e Primavera do Leste, se assemelham ao mesmo perfil que os municípios sulistas, ou seja, emerge como uma possibilidade a mudança de atividade, dada a ineficiência aferida. Ainda que ambos municípios tenham largas extensões de áreas destinadas a produção de soja, para que estes se tornem eficientes, os mesmos devem trabalhar em prol, principalmente do aumento na produção ou de uma redução nos custos de produção, haja vista que neste cenário analisaram-se apenas os fatores internos à propriedade.

5.2 Análise da Eficiência no Modelo CCR/CRS – Cenário 2

Após a análise restrita à propriedade rural na seção anterior, na qual se buscou avaliar a eficiência dos municípios em diferentes anos, analisando apenas fatores restritos à produção na unidade, buscou-se extrapolar a análise para um macroambiente, considerando também os custos logísticos com a logística de distribuição. Sendo que diferentemente do cenário anterior, para esse segundo cenário considerou-se a receita média das sacas por hectare, como o *output*, estimada considerando o preço na praça referência de cada município. Vale destacar que essa receita inclui o impacto dos custos da logística de distribuição. Fazendo-se uso do mesmo *software* para ambas análises, gerou-se uma série de índices, as quais são apresentadas na Figura 9:

Figura 9 - Distribuição dos índices de eficiência - Cenário "dentro e fora da porteira"



Fonte: Dados de pesquisa.

Diferentemente do primeiro cenário, os dados do segundo cenário, por envolverem mais variáveis que impactam diretamente no produto, deslocaram a curva de melhores práticas para baixo. Para este cenário, o mínimo desta série ficou em 0,34, a média igual a 0,64 e o máximo igual a 1. Verifica-se também que ocorre uma concentração dos índices no intervalo de 0,4 a 0,7, o que acaba por distinguir esses resultados dos resultados observados no cenário anterior. Desta forma, entende-se que os custos logísticos acarretaram em uma

redução de aproximadamente 25,6% na média dos valores do cenário, se comparados ao cenário anterior.

De maneira complementar, a Tabela 16 traz o resumo da estatística descritiva para este cenário. Assim como no primeiro cenário, a disposição dos índices neste cenário não segue a distribuição normal. No entanto, o desvio padrão igual a 0,16 indica uma menor concentração dos índices. Para este caso, o índice de assimetria é ≥ 0 , o que implica em uma distribuição assimétrica positiva, com um índice de achatamento também menor que 0,36, apontando para uma curva leptocúrtica.

Tabela 16 – Resumo dos Índices de Eficiência, β (beta) – Cenário 2

| Índice | Resultado |
|---------------|------------------|
| Média | 0,64 |
| Mediana | 0,61 |
| Desvio padrão | 0,16 |
| Curtose | -0,36 |
| Assimetria | 0,63 |

Fonte: Dados de pesquisa.

Dessa forma, a fim de identificar quais municípios tiveram sua eficiência afetada pela logística, é apresentado abaixo o *ranking* das práticas eficientes com seus respectivos *scores*, utilizando o modelo CCR orientado ao produto. Embora este cenário tenha envolvido variáveis que, na teoria, prejudicam as regiões que ficam mais distantes dos locais de escoamento da produção, os municípios de Barreiras, Rio Verde, Sapezal e Sorriso se sobressaíram, representando a fronteira eficiente, com índice igual a 1.

Tabela 17 – Ranking 20 melhores práticas – Cenário 2 Modelo CCR – Orientado ao Produto

| Rank | DMU | Score | Benchmark |
|-------------|---------------|--------------|------------------|
| 1 | Barreiras2013 | 1.00 | Barreiras2013 |
| 1 | RioVerde2013 | 1.00 | RioVerde2013 |
| 1 | RioVerde2014 | 1.00 | RioVerde2014 |
| 1 | Sapezal2013 | 1.00 | Sapezal2013 |

| | | | |
|----|----------------------|------|--|
| 1 | Sorriso2014 | 1.00 | Sorriso2014 |
| 6 | CampoMourão2014 | 0.97 | RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 7 | Balsas2014 | 0.97 | RioVerde2014; Sorriso2014 |
| 8 | SãoLuizGonzaga2010 | 0.94 | Barreiras2013; RioVerde2013 |
| 9 | Balsas2013 | 0.92 | RioVerde2014; Sorriso2014 |
| 10 | CampoMourão2013 | 0.91 | RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 11 | Cristalina2014 | 0.91 | Barreiras2013; RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 12 | PrimaveradoLeste2014 | 0.91 | RioVerde2014; Sorriso2014 |
| 13 | Sapezal2014 | 0.90 | RioVerde2014; Sorriso2014 |
| 14 | Sorriso2013 | 0.88 | Barreiras2013; RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 15 | Barreiras2010 | 0.85 | RioVerde2014; Sorriso2014 |
| 16 | Cristalina2013 | 0.81 | RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 17 | ChapadãoodoSul2013 | 0.81 | RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 18 | Unaí2014 | 0.80 | RioVerde2014; Sorriso2014 |
| 19 | PrimaveradoLeste2013 | 0.79 | RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 20 | SãoLuizGonzaga2009 | 0.79 | Barreiras2013 |

Fonte: Dados de pesquisa.

Abaixo da fronteira eficiente, ou seja, das DMUs que obtiveram o *score* igual a 1, encontra-se um grupo com 8 unidades que se aproximam dessa curva, sendo que obtiveram um *score* mínimo de 0,9. Nesta faixa estão Campo Mourão (2), Balsas (2), São Luiz Gonzaga, Cristalina, Primavera do Leste e Sapezal. Ressalta-se que para esta faixa também há predominância de municípios de fronteira agrícola, somando 5 observações, ou seja, aproximadamente 62,5% dos totais de DMUs nessa faixa.

Dentre as melhores práticas levando em consideração o cenário 1 na Tabela 14 e o segundo cenário na Tabela 17, verifica-se que apenas quatro municípios, independentemente dos anos, se mantiveram na fronteira eficiente durante ambos cenários, foram: Sorriso, Sapezal, Rio Verde e Barreiras. Vale destacar que esses municípios se localizam nos Estados de Mato Grosso, Goiás e Bahia, e pertencem ao grupo aqui considerado como fronteira agrícola. Dessa forma, apesar de estarem mais distantes dos principais portos de escoamento da produção, é possível inferir que, mesmo com a introdução dos custos logísticos de distribuição, esses municípios ainda apresentam eficiência nesse tipo de produção.

Por outro lado, existem também aqueles municípios que se encontram entre as piores práticas nesse segundo cenário, sendo que os mesmos podem ser observados na Tabela 18 a seguir.

Tabela 18 - Ranking 20 piores práticas – Cenário 2 Modelo CCR – Orientado ao Produto

| <i>Rank</i> | <i>DMU</i> | <i>Score</i> | <i>Produto</i> | <i>Projeção</i> | <i>% Diferença</i> | <i>Benchmark</i> |
|-------------|-----------------------|--------------|----------------|-----------------|--------------------|--|
| 97 | Unai2007 | 0.34 | 1343.70 | 3896.30 | -190% | RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 96 | Unai2008 | 0.37 | 1777.50 | 4836.65 | -172% | RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 95 | Sapezal2007 | 0.38 | 1516.50 | 3964.48 | -161% | RioVerde2013; Sorriso2014 |
| 94 | RioVerde2007 | 0.39 | 1518.83 | 3942.98 | -160% | RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 93 | Chapadão do Sul2007 | 0.40 | 1455.50 | 3664.43 | -152% | Barreiras2013; RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 92 | Balsas2008 | 0.42 | 1764.00 | 4241.81 | -140% | RioVerde2014; Sorriso2014 |
| 91 | São Luiz Gonzaga2012 | 0.43 | 1252.50 | 2915.09 | -133% | RioVerde2014; Sorriso2014 |
| 90 | Primaverado Leste2007 | 0.44 | 1516.50 | 3465.79 | -129% | RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 89 | Balsas2007 | 0.45 | 1328.40 | 2942.34 | -121% | RioVerde2014; Sorriso2014 |
| 88 | Balsas2009 | 0.46 | 1525.50 | 3334.99 | -119% | RioVerde2014; Sorriso2014 |
| 87 | Primaverado Leste2008 | 0.46 | 2087.00 | 4552.96 | -118% | RioVerde2014; Sorriso2014 |
| 86 | Passo Fundo2008 | 0.46 | 1725.42 | 3740.95 | -117% | RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 85 | Passo Fundo2009 | 0.47 | 1684.17 | 3572.58 | -112% | RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 84 | Barreiras2007 | 0.48 | 1409.28 | 2961.48 | -110% | RioVerde2014; Sorriso2014 |
| 83 | Sorriso2007 | 0.48 | 1516.50 | 3151.19 | -108% | Barreiras2013; RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 82 | Passo Fundo2007 | 0.48 | 1145.04 | 2377.24 | -108% | RioVerde2014; Sorriso2014 |
| 81 | Campo Mourão2007 | 0.48 | 1364.85 | 2827.82 | -107% | RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 80 | Londrina2007 | 0.49 | 1516.50 | 3107.16 | -105% | RioVerde2013; RioVerde2014 |
| 79 | Unai2012 | 0.49 | 1916.55 | 3925.60 | -105% | RioVerde2013 |
| 78 | Primaverado Leste2012 | 0.49 | 2135.50 | 4360.95 | -104% | RioVerde2013; RioVerde2014 |

Fonte: Dados de pesquisa.

A Tabela 18 apresenta os dados para a discussão das piores práticas obtidas no cenário 2. Verifica-se que a faixa de valores obtidos neste cenário para piores práticas é muito inferior se comparado ao cenário anterior. Enquanto que as vinte piores práticas no primeiro cenário possuem um *score* que varia entre 0,56 a 0,73, o *ranking* para o cenário “dentro e fora da porteira” varia de 0,34 a 0,49. Esta variação reflete o impacto geral dos custos logísticos da logística de distribuição em ambos grupos de DMUs.

Por conseguinte, há de se realçar que o município de Unai figurou como a pior, ou as piores DMUs nesse cenário, dado que a DMU “Unai2007” obteve o *score* mínimo de 0,34, ficando aquém da fronteira em 2.552,60 unidades de medida, o que representa um aumento na receita com o produto em aproximadamente 190%, mantendo-se constantes o dado nível de insumos. Há de se relatar a questão do fato desse município ficar geograficamente distante dos portos de escoamento da produção, o que pode ter contribuído para os resultados observados nesse cenário.

Cabe ainda ressaltar que as DMUs “RioVerde2013” e “RioVerde2014” são referências de melhoria para “Unai2007”, assim como para outras 18 DMUs que se encontram no *ranking*, ou seja, o município de Rio Verde seria utilizado como parâmetro para a melhoria das demais DMUs. Em termos de equilíbrio entre áreas, as zonas de fronteira dominam os índices de piores práticas frente a regiões tradicionais. Enquanto que no primeiro cenário estas representavam 60% das observações, no segundo cenário a representatividade obteve ligeira alta, passando para 70%. Estes dados corroboram para a teoria de que, embora alguns municípios de fronteira consigam manter sua eficiência mesmo com os custos logísticos agregados, a maioria tende a piorar seu *score*, haja visto que o custo de deslocamento e a infraestrutura deficitária de armazenagem têm grande impacto na eficiência pós-colheita, o que já pôde ser observado no estudo de Correa e Ramos (2010).

5.3 Avaliação Inter/Intragrupo e Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney

No Brasil, o custo logístico para o escoamento da produção de grãos em áreas de difícil acesso e afastadas de grande centro é bastante elevado (CORREA; RAMOS, 2010), o que acaba por afetar a eficiência da produção de soja no país. Ao levar esse contexto em consideração, e como os níveis de eficiência medidos relativamente a uma fronteira não podem ser comparados com os níveis de eficiência medidos relativamente à outra fronteira, analisou-se o desempenho dos municípios dos dois grupos em relação à metafronteira, sendo que os resultados estão registrados na Tabela 14.

Tabela 19 – Resumo Estatístico dos Resultados

| | | Cenário | |
|---|------------|---------|------|
| | | 1 | 2 |
| Eficiência Intergrupo (fronteira de grupo) | Média | 0,83 | 0,64 |
| | Desvio | 0,12 | 0,16 |
| | Mínimo | 0,55 | 0,34 |
| | Eficientes | 12 | 5 |
| Eficiência Intragrupo (metafronteira) | Média | 0,82 | 0,61 |
| | Desvio | 0,11 | 0,16 |
| | Mínimo | 0,55 | 0,34 |
| | Eficientes | 8 | 4 |
| Razão de Gap Tecnológico | Média | 0,99 | 0,96 |
| | Desvio | 0,01 | 0,04 |
| | Mínimo | 0,95 | 0,78 |

Fonte: Dados de pesquisa.

Na Tabela 19, pode-se notar as diferenças entre os dois cenários. Na análise intergrupo, o número de DMUs eficientes no segundo cenário é menor, conforme pode ser visualizado nas seções anteriores, sendo que esse número decresce de 12 no primeiro cenário para 5 no segundo. Além disso, como se esperava desde o ponto de vista teórico, as médias relativas à metafronteira do primeiro cenário são maiores que do segundo, e os desvios padrão indicam que o primeiro cenário é menos heterogêneo que o segundo. Estes resultados indicam que quando se toma como referência a metafronteira, o primeiro cenário é o que apresenta a maior eficiência, ou seja, a inclusão dos custos logísticos torna as unidades produtivas mais ineficientes.

Assim, ao se levar em consideração as médias dos dois cenários, pode deduzir-se que os impactos dos custos logísticos representam um decréscimo de aproximadamente 0,21 (0,82-0,61) na média da eficiência. Em outras palavras, com base nos dados analisados, a solução dos entraves logísticos, já identificados na literatura, por Correa e Ramos (2010), poderiam elevar a eficiência da sojicultora em algo em torno de 20%.

As estimativas da fronteira para cada grupo e da metafronteira permitem calcular Razão de *Gap* Tecnológico, registrado na Tabela 19. Ele avalia a distância da fronteira de cada cenário à metafronteira. Como explicado na metodologia, um incremento deste valor implica numa redução do hiato entre a fronteira do grupo e a metafronteira. A média da razão

de Gap tecnológico do primeiro cenário é maior, confirmando mais uma vez que esse cenário é o mais eficiente.

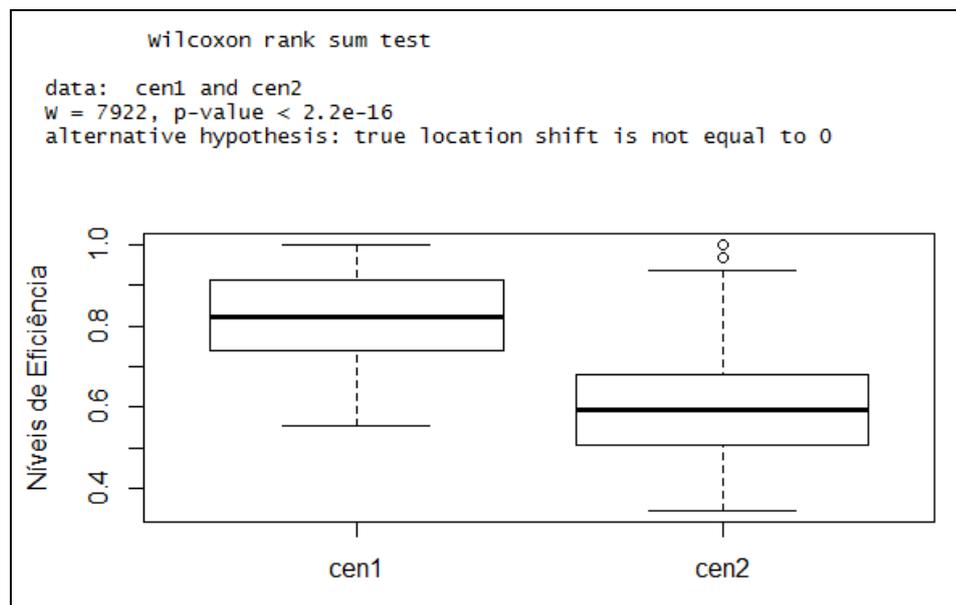
Para comprovar se efetivamente a diferença entre os dois cenários é significativa, utilizou-se o Teste de *Wilcoxon-Mann-Whitney*. Onde levou-se em consideração:

H_0 : Não existe diferenças entre os dois cenários;

H_1 : Existe diferenças entre os dois cenários;

Conforme pode ser aferido Figura 10, o teste indicou um p-valor menor que 0,01. Isto sugere a não rejeição da hipótese H_1 , ou seja, pode confirmar a existência de diferenças significativas entre os dois cenários, sendo assim, confirma, de fato, o impacto dos custos logísticos na eficiência da sojicultora.

Figura 10 - Resultado e Boxplot - Wilcoxon Rank (CRS)



Fonte: Dados de pesquisa.

De maneira complementar, o *boxplot* exposto na Figura 10 comprova a distribuição diferente entre ambas séries históricas, haja visto que não há interseção entre as medianas e os 1º e 3º quartis.

5.4 Análises dos resultados do IPM

Uma vez validado o impacto dos custos logísticos na eficiência da sojicultora, o seguinte passo foi a avaliação do desempenho da produtividade no tempo. Usou-se o Índice de Produtividade de Malmquist (IPM) com orientação ao produto para o 1º cenário no período de 2007 e 2014. Os resultados médios dos Índices de Malmquist, Mudança na Eficiência Técnica e Mudança Tecnológica para os municípios avaliados estão registrados na Tabela 15. Conforme visto na metodologia, os valores inferiores à unidade (< 1) indicam a queda, ou seja, a variação negativa; os superiores a unidade (> 1) correspondem ao crescimento; os iguais a um ($= 1$) mostram que não houve mudanças.

A média agregada do IPM dos municípios no período 2007-2014 indica um decréscimo de 8% da produtividade. Esse desempenho do IPM se deu em razão do retrocesso nas mudanças tecnológicas de 12%, cujo efeito foi amortecido pela evolução positiva da eficiência técnica (3%).

Tabela 20 - Resultados para o Índice Malmquist – Orientação Produto

| DMU | Município | Índice de Malmquist | Mudança na Eficiência Técnica | Mudança Tecnológica |
|-----|------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|
| 1 | Barreiras | 0.77 | 1.00 | 0.77 |
| 2 | Rio Verde | 0.99 | 1.04 | 0.95 |
| 3 | Balsas | 0.63 | 1.00 | 0.63 |
| 4 | Unaí | 1.05 | 1.00 | 1.05 |
| 5 | Primavera | 0.99 | 1.15 | 0.86 |
| 6 | Sapezal | 1.29 | 1.10 | 1.17 |
| 7 | Sorriso | 0.89 | 1.00 | 0.89 |
| 8 | Chapadão do Sul | 0.85 | 0.97 | 0.88 |
| 9 | Campo Mourão | 1.03 | 1.10 | 0.94 |
| 10 | Londrina | 0.89 | 1.04 | 0.86 |
| 11 | São Luiz Gonzaga | 0.75 | 1.00 | 0.75 |
| 12 | Passo Fundo | 0.91 | 0.94 | 0.97 |
| | Média | 0.91 | 1.03 | 0.88 |

Fonte: Dados de pesquisa.

A Tabela 20 evidencia que a minoria dos municípios mostrou progresso no IPM e destaca que existe ainda uma grande heterogeneidade entre as DMUs, com índices oscilando

de 1,29 a 0,63. Apenas 3 municípios apresentaram taxas médias de crescimento positiva. Sendo assim, o município mais produtivo foi Sapezal, o que pode ser explicado pelo progresso nos índices de mudança tecnológica e eficiência. Outra observação interessante nesse período, conforme resultados na Tabela 15, é que o índice de mudanças da eficiência sugere que o efeito *catching-up* (a incorporação do progresso técnico) poderia ser maior para um grande número de municípios, ou seja, existe uma margem que poderá ser atingida.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho estimou as fronteiras de eficiência e avaliou a produtividade dos principais municípios sojicultores brasileiros, utilizando-se do método da Análise Envoltória de Dados (DEA), da análise de janela com retornos constantes (CRS) e orientação a produção. Complementarmente, utilizou-se da abordagem metafronteira e do teste de *Wilcoxon-Mann-Whitney*, a fim de verificar o impacto dos custos logísticos de distribuição na eficiência dos municípios, modelando-se dois grupos: 1) cenário limitado à produção interna à propriedade e 2) cenário que incorpora ao desempenho da propriedade os custos logísticos de distribuição, aferidos na receita média de sacas por hectare. Por fim, utilizou-se o Índice de Malmquist (IMP) visando analisar a dinâmica dos níveis de produtividade e verificar a variação na eficiência técnica e a mudança tecnológica. A integração desses métodos mostrou-se adequada para estimar o desempenho da sojicultura e comprovar o impacto dos custos logísticos de distribuição na sua eficiência, bem como identificar quais municípios devem trabalhar na elevação dessa eficiência para se manter no mercado.

Os resultados mostram que, em média, a eficiência “dentro da fazenda” (1º cenário) está estimada em 82% do que poderia, enquanto com a inclusão dos custos logísticos (2º cenário) a eficiência se torna em aproximadamente 62% do que seria considerada produtividade máxima. Sendo assim, os resultados também confirmam o impacto dos custos logísticos de distribuição na eficiência da sojicultora e indicam que a solução dos gargalos logísticos, nos quais o país enfrenta, poderia elevar a eficiência da sojicultura em 20%. Além disso, a média do IPM no período 2007-2014 indica um decréscimo de aproximadamente 8% da produtividade nessa atividade, explicado pelo retrocesso nas mudanças tecnológicas por volta 12%, cujo efeito foi amortecido pela evolução positiva da eficiência técnica (3%).

A relevância destes resultados é tanto de ordem acadêmica quanto econômica e política. Em vista que o trabalho contribuiu do ponto de vista acadêmico, preenchendo uma lacuna no que tange ao estudo da eficiência da sojicultora relacionada ao impacto logístico nas regiões produtoras específicas. Do ponto de vista econômico e político, este trabalho é relevante devido ao fato de que os gestores públicos e privados terão à sua disposição dados e informações capazes de auxiliá-los nas tomadas de decisão, dado que o evidente nível de ineficiência e o significativo impacto dos custos logísticos de distribuição revelam a necessidade de intervenções que melhorem a competitividade da cadeia dessa cultura.

Cabe ainda destacar que existe um grande potencial de pesquisas no que se refere à eficiência da sojicultura no Brasil, sendo assim, como sugestão de estudos futuros, pode-se citar pesquisas que destrinchem a influência de cada um dos fatores relacionados aos custos logísticos de distribuição, bem como pesquisas desvendem os fatores determinantes da ineficiência, além dos custos logísticos, e além disso, pesquisas que busquem determinar a inter-relação espacial da eficiência dos municípios sojicultores, principalmente com a utilização dos dados do próximo Censo Agropecuário.

Para finalizar, cabe ressaltar que alguns cuidados devem ser tomados no uso dos resultados encontrados, pois, de acordo com Rosano-Peña et al. (2012), o método DEA, como qualquer outra metodologia, possui limitações devido ao fato de ser uma técnica determinística e estimar a eficiência relativa. Logo, a DEA é muito susceptível aos dados utilizados e seus resultados estão condicionado às unidades avaliadas, às variáveis incluídas na pesquisa e ao princípio de que todos os demais fatores envolvidos são idênticos. Portanto, o acréscimo ou exclusão de unidades e variáveis (*inputs* e *outputs*) podem acabar afetando os resultados encontrados.

REFERÊNCIAS

- ABIOVE. **Associação Brasileira das Indústrias de óleo vegetal**. Disponível em: <www.abiove.com.br>. Acesso em: 03 jan. 2017.
- ABREU, U. D.; GOMES, E. G.; LOPES, P. S.; TORRES, R.; SANTOS, H. Avaliação sistêmica da introdução de tecnologias na pecuária de gado de corte do Pantanal por meio de modelos de análise envoltória de dados (DEA). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p. 2069-2076, 2008.
- AGROSTAT. **Estatística de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro – 2017**. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>>. Acesso em: 04 fev. 2017.
- ALVIM, M. I. D. S. A.; VALLE, S. M. L. R. D.; LIMA, J. E.; SILVA, O. M. D. Análise da competitividade da produção de soja nos sistemas de plantio direto e plantio convencional na região do cerrado brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 42, n. 02, p. 223-242, 2004.
- ATLAS do Desenvolvimento Humano no Brasil, IDH-M. **O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)**. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>> . Acesso em: 11 fev. 2016.
- AKRAMOV, K.; MALEK, M. Analyzing profitability of maize, rice, and soybean production in Ghana: Results of PAM and DEA analysis. **Ghana Strategy Support Program (GSSP) Working**, p. 28, 2012.
- ARBACHE, F. S. **Gestão de logística, distribuição e trade marketing**. 4. ed. Editora FGV, 2011.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 616 p.
- BELLONI, J. A. **Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de universidades federais brasileiras**. 2000. 156 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- CHING, H. Y. **Gestão estratégica de estoques na cadeia de logística integrada**. São Paulo: Editora Atlas, 2001.
- COELLI, T. **A guide to DEAP version 2.1: a data envelopment analysis (computer) program**. Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, Australia, 1996.
- COELLI, T. J.; RAO, D. S. P.; O'DONNELL, C. J.; BATTESE, G. E. An introduction to efficiency and productivity analysis. **Springer Science & Business Media**, 2005.
- COELLI, T. J.; RAO, D. S. Total factor productivity growth in agriculture: a Malmquist index analysis of 93 countries, 1980–2000. **Agricultural Economics**, v. 32, n. s1, p. 115-134, 2005.

CNT. Confederação Nacional dos Transportes. Boletim Estatístico, 2015. Disponível em: <<http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/BOLETIM%20ECONOMICO/2015/Boletim%20Estat%20C3%ADstico%20-%202012%20-%202015.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2016.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos de produção agrícola: a metodologia da CONAB**. Brasília: MAPA, 2010. 60p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira. Grãos – Safra 2013/2014. 12º levantamento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_10_14_35_09_boletim_graos_setembro_2014.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2016.

COOK, W. D.; COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. **Date Envelopment Analysis: a comprehensive text with models, applications, reference and DEA–Solver software**. 1 ed. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2001.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. Introduction to data envelopment analysis and its uses: with DEA-solver software and references. **Springer Science & Business Media**. 2006.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; ZHU, J. Data envelopment analysis. **Springer US**, 2004.

CORONEL, D. A.; MACHADO, J. A. D.; DE CARVALHO, F. M. A. Competitividade das exportações do complexo soja brasileiro. **Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD**, n. 114, p. 133-152, 2011.

CORREA, V. H. C.; RAMOS, P. A precariedade do transporte rodoviário brasileiro para o escoamento da produção de soja do Centro-Oeste: situação e perspectivas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 48, n. 2, p. 447-472, 2010.

COTRIM, N. Q. S.; MACHADO, G. R. Logística de distribuição: um estudo do nível de serviço logístico em uma multinacional líder no segmento de produtos lácteos frescos (PLF). **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 7, n. 12, p. 1-20, 2011.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. **Diretório dos grupos de pesquisa no Brasil**. Disponível em: <http://dgp.cnpq.br/dgp/faces/consulta/consulta_parametrizada.jsf>. Acesso em: 15 maio 2016.

DA SILVA, C. A. B.; BATALHA, M. O. Competitividade em sistemas agroindustriais: metodologia e estudo de caso. In: **II Workshop brasileiro de gestão de sistemas agroalimentares**. 1999.

DAVIS, J. H.; GOLDBERG, R. A. **A concept of agribusiness**. Division of Research. **Graduate School of Business Administration**. Boston: Harvard University, 1957.

DEPARTAMENTO DO AGRONEGÓCIO, Safra Mundial de Soja 2015/16 - 11º Levantamento do USDA. In: **Informativo DEAGRO**. Março, 2016. Disponível em:

<http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2016/03/boletim_soja_marco2016.pdf>. Acesso em 23 jun. 2016.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S., NORRIS, M.; ZHANG, Z. Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries. **The American Economic Review**, v. 84, n. 1, p. 66-83, 1994.

FARIA, A. C.; COSTA, M. F. G. **Gestão de Custos Logísticos**. São Paulo: Atlas, 2007.

FARREL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistic Society**, Series A (General), v. 120, p. 253-290, 1957.

FILIPPI, A. C. G. **Caracterização e análise da viabilidade de condomínios de armazéns rurais: um estudo multicaso**. 2017. 204 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

FRASER, I.; CORDINA, D. An application of data envelopment analysis to irrigated dairy farms in Northern Victoria, Australia. **Agricultural Systems**, v. 59, n. 3, p. 267-282, 1999.

FLEURY, P. F. A infra-estrutura e os desafios logísticos das exportações brasileiras. **Centro de Estudos em Logísticas (CEL), Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)**. 2005.

FREITAS, M. de C. M. de. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, v. 07, n. 12, p. 1-12, 2011.

GABAN, A. C.; GUARNIERI, P. Identificação de gargalos na logística agroindustrial: revisão sistemática da literatura. **53º Congresso da SOBER: Agropecuária, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa (PB), 26 a 29 de julho de 2015.

GOLDBERG, R. A. Agribusiness coordination: a systems approach to the wheat, soybean, and Florida orange economics. **Division of Research, Harvard University**, 1968.

GOLDSMITH, P.; HIRSCH, R. **The Brazilian soybean complex**. 2006.

GOMES, C. F. S.; RIBEIRO, P. C. C. **Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

GOMES, E. G.; MANGABEIRA, J. A. D. C. Uso de análise de envoltória de dados em agricultura: o caso de Holambra. **Engevista**, v. 06, n. 01, p. 19-27, 2004.

GOMES, E. G., MANGABEIRA, J. A. D. C., MELLO, J. C. C. B. S. Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 43, n. 4, p. 607-631, 2005.

GOMES, E. G. Uso de modelo DEA em agricultura: revisão de literatura. **Engevista**, v. 10, n. 1, 2008.

GOMES, E. G., SOARES DE MELLO, J. C. C. B., MANGABEIRA, J. A. D. C. Estudo da sustentabilidade agrícola em município amazônico com análise envoltória de dados. **Pesquisa Operacional**, v. 29, n. 1, p. 23-42, 2009.

GROSSKOPF, S. The role of the reference technology in measuring productive efficiency. **The Economic Journal**, v. 96, n. 382, p. 499-513, 1986.

GUARNIERI, P. **Nível de Formalização na Logística de Suprimentos da Indústria Automotiva—Análise do Caso das Montadoras**. 2006. 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa. 2006.

GUARNIERI, P. et al. WMS-Warehouse Management System: adaptação proposta para o gerenciamento da logística reversa. **Produção, São Paulo**, v. 16, n. 1, 2006.

GUARNIERI, P.; HATAKEYAMA, K. Formalização da logística de suprimentos: caso das montadoras e fornecedores da indústria automotiva brasileira. **Revista Produção**, v. 20, n. 2, p. 186-199, 2010.

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. Induced innovation and agricultural development. **Staff Papers Series**, v. 71, n. 1, 1971.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=44>. Acesso em: 31 jan. 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. Disponível em:

<<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=521880&idtema=152&search=goias%7Crio-verde%7Cproduto-interno-bruto-dos-municipios-2013>>. Acesso em: 11 fev. 2016.

SALGADO JUNIOR, A. P.; BONACIM, C. A. G.; PACAGNELLA JUNIOR, A. C. Aplicação da análise envoltória de dados (DEA) para avaliação de eficiência de usinas de açúcar e álcool da região nordeste do estado de São Paulo. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 11, n. 03, p. 494-513, 2009.

JUNIOR, S. N.; NOGUEIRA, E. A. Centrais Regionais de Armazenagem como apoio à Comercialização de Grãos: Panorama do Mercado Agrícola. Instituto de Economia Agrícola. **Informações Econômicas**, SP, V.37, n.7, Julho de 2007.

KHAI, H. V.; YABE, M.; YOKOGAWA, H.; SATO, G. Analysis of productive efficiency of soybean production in the Mekong River Delta of Viet Nam. **Journal-faculty of Agriculture Kyushu University**, v. 53, n. 1, p. 271, 2008.

KUSSANO, M. R.; BATALHA, M. O. Custos logísticos agroindustriais: avaliação do escoamento da soja em grão do Mato Grosso para o mercado externo. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 19, n. 03, 2012.

- LAZZARINI, S. G.; NUNES, R. **Competitividade do sistema agroindustrial da soja**. São Paulo, PENSA/USP, 2000.
- LEITE, P. R.; BRITO, E. P. Z. Logística reversa de produtos não consumidos: práticas de empresas no Brasil. **GESTÃO. Org-Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, v. 3, n. 3, 2005.
- LIMA, M. P. Custos logísticos na economia brasileira. **Revista Tecnológica**, v. 11, n. 122, p. 64-69, 2006.
- LOPES, B. A. G. **Ecoeficiência na agropecuária: uma aplicação de Análise Envoltória de Dados - DEA nos municípios brasileiros da Região Norte**. 2014. 183 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2014.
- MARGARIDO, M. A. **Formação de preços da soja no Brasil**, 1998.
- MARTINS, A. G.; AGUIAR, D. R. Efetividade do hedge de soja em grão brasileira com contratos futuros de diferentes vencimentos na *Chicago Board of Trade*. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 2, n. 4, p. 449-72, 2004.
- MARTINS, R. S.; ARAÚJO, M. P.; SALVADOR, E. L. Logística do transporte rodoviário do complexo soja no estado do Paraná. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, xl. **Anais...** Passo Fundo. 2002.
- MARTINS, R. S.; REBECHI, D.; PRATI, C. A.; CONTE, H. Decisões estratégicas na logística do agronegócio: compensação de custos transporte-armazenagem para a soja no estado do Paraná. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 09, n. 01, p. 53-78, 2005.
- MOSCHINI, G.; LAPAN, H.; SOBOLEVSKY, A. Roundup Ready® Soybeans and Welfare Effects in the Soybean Complex. **Agribusiness**, v. 16, n. 1, p. 33-55, 2000.
- MULWA, R.; EMROUZNEJAD, A.; MUHAMMAD, L.. Economic efficiency of smallholder maize producers in Western Kenya: a DEA meta-frontier analysis. **International Journal of Operational Research**, v. 4, n. 3, p. 250-267, 2009.
- NEUHAUS, A. Condomínios leiteiros na região noroeste do Rio Grande do Sul. 2001. 83 p. **Monografia (Especialização em Desenvolvimento Rural e Agroecologia.)** – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- O'DONNELL, C. J.; RAO, D. S. P.; BATTESE, G. E. Metafrontier frameworks for the study of firm-level efficiencies and technology ratios. **Empirical Economics**, v. 34, n. 2, p. 231-255, 2008.
- OJIMA, A. L. R. O. Perfil da logística de transporte de soja no Brasil. **Informações Econômicas**, v. 36, n. 1, p. 17-25, 2006.
- OJIMA, A. O.; YAMAKAMI, A. A otimização logística e a competitividade da soja na região Centro-Oeste: uma aplicação de um modelo de equilíbrio espacial de programação quadrática. In: **Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural**. 2004.

PONTES, H. L. J.; DO CARMO, B. B. T.; PORTO, A. J. V. Problemas logísticos na exportação brasileira da soja em grão. **Sistemas & Gestão**, v. 4, n. 2, p. 155-181, 2009.

POZO, H. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais**. Atlas. São Paulo. 2002.

REIG-MARTÍNEZ, E.; PICAZO-TADEO, A. J. Analysing farming systems with Data Envelopment Analysis: citrus farming in Spain. **Agricultural Systems**, v. 82, n. 1, p. 17-30, 2004.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1989.

RIO VERDE. Prefeitura Municipal. **Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 2009. Disponível em: <<http://www.rioverdegoias.com.br/i.php?si=not&ler=2&id=4637>>. Acesso em: 22 fev. 2016.

ROCHA, R. T.; REBELATTO, D. A. N.; DE CASTRO CAMIOTO, F. Análise da eficiência de fatores nos países do BRICS a partir da aplicação da Análise por Envoltória de dados. **Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**, v. 6, n. 1, 2015.

ROSANO-PEÑA, C. Um Modelo de Avaliação da Eficiência da Administração Pública através do Método Análise Envoltória de Dados (DEA). **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, Paraná, v. 12, n. 1, p. 83-106, 2008.

ROSANO-PEÑA, C.; ALBUQUERQUE, P. H. M.; CARVALHO, J. M. A eficiência dos gastos públicos em educação: evidências georreferenciadas nos municípios goianos. **Economia Aplicada**, v.16, n. 03, p. 421-443, 2012.

ROSANO-PEÑA, C.; DAHER, C. E.; MEDEIROS, O. R. Ecoeficiência e Impacto da Regulação Ambiental na Agropecuária Brasileira com Funções Distância Direcionais. In: **Encontro da ANPAD**, 37., 2013.

ROSANO-PEÑA, C.; GUARNIERI, P.; SOBREIRO, V. A.; SERRANO, A. L. M.; KIMURA, H. A measure of sustainability of Brazilian agribusiness using directional distance functions and data envelopment analysis. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 21, n. 3, p. 210-222, 2014.

SALA-GARRIDO, R.; MOLINOS-SENANTE, M.; HERNÁNDEZ-SANCHO, F. Comparing the efficiency of wastewater treatment technologies through a DEA metafrontier model. **Chemical Engineering Journal**, v. 173, n. 3, p. 766-772, 2011.

SAMPAIO, L. M. B.; SAMPAIO, Y.; BERTRAND, J. Fatores determinantes da competitividade dos principais países exportadores do complexo soja no mercado internacional. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 14, n. 2, 2012.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; DREON, G. Fertilidade e teor de matéria orgânica do solo em sistemas de produção com integração lavoura e pecuária sob plantio direto-DOI: 10.5039/agraria. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária) Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 6, n. 3, p. 474-482, 2011.

SANTOS, K. Os condomínios agroindustriais de Palotina. In FAEP/SENAR. **Boletim Informativo nº. 1280**, Curitiba: FAEP e SENAR-PR. 20 a 26 de Outubro de 2014. p. 8-12.

SARAFIDIS, V. An assessment of comparative efficiency measurement techniques. **Europe Economics**, n. 16, 2002. Disponível em: <<http://www.eer.co.uk/download/eeeff.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

SECEX. Secretaria de Comércio Exterior do MDIC. **Exportações de soja por país de destino**, 2014. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior>>. Acesso em: 30 ago. 2016.

SCOTON, L. E. B.; TRENTINI, F. A limitação à aquisição de propriedades rurais por pessoas jurídicas de capital estrangeiro: grupos de interesse e efeitos socioeconômicos. In: Conferência do Desenvolvimento Circuito de Debates Acadêmicos das Ciências Humanas, 2., 2011, Brasília, DF. **Anais do I Circuito de Debates Acadêmicos**. Brasília, DF: Ipea, 2011.

SHARMA, K. R.; LEUNG, P.; ZALESKI H. M. Productive efficiency of the swine industry in Hawaii: stochastic frontier vs. data envelopment analysis. **Journal of productivity analysis**, v. 8, n. 4, p. 447-459, 1997.

SI, W.; WANG, X. Productivity growth, technical efficiency, and technical change in China's soybean production. **African Journal of Agricultural Research**, v. 6, n. 25, p. 5606-5613, 2011.

SICSÚ, A. B.; LIMA, J. P. R. Fronteiras agrícolas no Brasil: a lógica de sua ocupação recente. **Nova Economia**, v. 10, n. 01, p. 109-138, 2000.

SOARES, M. G.; GALVANI, P. R. C.; CAIXETA FILHO, J. V. Transporte de soja em graos e farelo de soja no brasil. **Preços Agrícolas**, Piracicaba, v. 11, n. 126, p. 26-29, 1997.

VENCATO, A. Z.; KIST, B. B.; SANTOS, C.; CARVALHO, C.; SILVEIRA, D.; REETZ, E. R.; BELING, R. R.; CORRÊA, S. **Anuário Brasileiro da Soja 2010**. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta Santa Cruz, 2010, 144 p.

VIEIRA, J.; ROSANO-PEÑA, C.; THOME, K. M.; CAMELO, C. O. Ecoeficiência da Agropecuária Goiana com Análise Envoltória de Dados e Funções Distância Direcionais. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 18, p. 154-170, 2016.

WANG, Q.; ZHAO, Z.; ZHOOU, P; ZHOU, D. Energy efficiency and production technology heterogeneity in China: a meta-frontier DEA approach. **Economic Modelling**, v. 35, p. 283-289, 2013.

WESZ JUNIOR, V. J. **Dinâmicas e estratégias das agroindústrias de soja no Brasil**. Rio de Janeiro: E-papers, 2011.

ANEXO A - DISTRIBUIÇÃO DOS PREÇOS POR PRAÇAS

| Região | UF | Praça | Valor de compra | Média |
|------------------|--------------------|------------------------|-----------------|-----------|
| Sul | Paraná | Paranaguá | R\$ 77,00 | R\$ 72,75 |
| | | Ponta Grossa | R\$ 73,00 | |
| | | Norte | R\$ 71,00 | |
| | | Oeste | R\$ 70,00 | |
| | Rio Grande do Sul | Rio Grande | R\$ 77,00 | R\$ 73,50 |
| | | Missões | R\$ 72,00 | |
| Planalto Central | | R\$ 71,50 | | |
| Centro-oeste | Mato grosso | Cuiabá | R\$ 65,00 | R\$ 61,17 |
| | | Primavera | R\$ 64,00 | |
| | | Canarana | R\$ 59,00 | |
| | | Sorriso | R\$ 59,00 | |
| | | Lucas do Rio Verde | R\$ 60,50 | |
| | | Sapezal | R\$ 59,50 | |
| | Mato Grosso do Sul | Campo Grande | R\$ 60,50 | R\$ 61,50 |
| | | Dourados | R\$ 63,00 | |
| | | Chapadão do Sul | R\$ 61,00 | |
| | Distrito Federal | Brasília | R\$ 63,00 | R\$ 63,00 |
| | Goiás | Rio Verde | R\$ 65,00 | R\$ 65,00 |
| | | Jataí | R\$ 65,00 | |
| Sudeste | São Paulo | Santos | R\$ 76,00 | R\$ 71,50 |
| | | Ourinhos | R\$ 67,00 | |
| | Minas Gerais | Uberlândia | R\$ 62,00 | R\$ 62,75 |
| | | Unaí | R\$ 63,50 | |
| Nordeste | Bahia | Luis Eduardo Magalhães | R\$ 66,50 | R\$ 66,50 |
| | Maranhão | Balsas | R\$ 64,00 | R\$ 64,00 |

**ANEXO B - COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS SEGUNDO METODOLOGIA DA
CONAB**

| |
|--|
| I – DESPESAS DE CUSTEIO DE LAVOURA (A) |
| a) Operação com avião |
| b) Operação com máquinas |
| c) Aluguel de máquinas/serviços |
| d) Mão-de-obra temporária |
| e) Mão-de-obra fixa |
| f) Sementes |
| g) Fertilizantes |
| h) Agrotóxicos |
| II – DESPESAS PÓS-COLHEITA (B) |
| a) Seguro da produção |
| b) Assistência técnica |
| c) <i>Royalty</i> sobre a semente geneticamente modificada |
| d) Transporte externo |
| e) Armazenagem |
| III – DESPESAS FINANCEIRAS (C) |
| a) Juros |
| IV – DEPRECIACÕES (E) |
| a) Depreciação de benfeitorias/instalações |
| b) Depreciação de implementos |
| c) Depreciação de máquinas |
| V – OUTROS CUSTOS FIXOS (F) |
| a) Manutenção periódica de máquinas/implementos |
| b) Encargos sociais |
| c) Seguro do capital fixo |
| VI – RENDA DE FATORES (I) |
| a) Remuneração esperada sobre capital fixo |
| b) Terra |

ANEXO C – BASE DE DADOS

| DMU | Despesas de Custeio da Lavoura (R\$/Hectare) | Despesas Financeiras (R\$/Hectare) | Custo Fixo (R\$/Hectare) | Terra (R\$/Hectare) | Remuneração do Capital Fixo (R\$/Hectare) | Produção (Kilos/Hectare) | Receita (R\$/Hectare) |
|-------------------|---|---|---------------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|------------------------------|
| BarreirasPC2007 | 745.83 | 50.92 | 92.37 | 99.00 | 48.97 | 2880.00 | 1409.28 |
| BarreirasPC2008 | 843.47 | 76.69 | 100.58 | 93.48 | 53.80 | 2880.00 | 1987.68 |
| BarreirasPC2009 | 738.34 | 44.60 | 97.11 | 89.62 | 50.98 | 2880.00 | 1940.16 |
| BarreirasPC2010 | 622.60 | 40.84 | 88.67 | 84.62 | 48.47 | 2880.00 | 2109.60 |
| BarreirasPC2011 | 619.75 | 26.73 | 200.75 | 290.13 | 39.82 | 2880.00 | 2243.04 |
| BarreirasPC2012 | 649.33 | 25.47 | 206.77 | 330.32 | 44.37 | 2880.00 | 2004.00 |
| BarreirasPD2013 | 924.76 | 21.79 | 100.33 | 322.19 | 12.73 | 3000.00 | 2905.00 |
| BarreirasPD2014 | 904.52 | 31.17 | 147.79 | 360.73 | 43.99 | 3000.00 | 3134.00 |
| Rio Verde PD2007 | 735.89 | 28.74 | 139.06 | 298.22 | 31.20 | 3250.00 | 1518.83 |
| Rio Verde PD2008 | 776.34 | 28.94 | 135.79 | 184.14 | 19.09 | 3250.00 | 2098.96 |
| Rio Verde PD2009 | 809.85 | 28.02 | 138.85 | 176.53 | 19.46 | 3250.00 | 2208.38 |
| Rio Verde PD2010 | 644.35 | 20.27 | 146.74 | 200.63 | 37.71 | 3250.00 | 2049.13 |
| Rio Verde PD2011 | 643.35 | 24.28 | 118.94 | 290.13 | 36.73 | 3250.00 | 2371.42 |
| Rio Verde PD2012 | 606.07 | 21.47 | 116.27 | 330.32 | 35.70 | 3250.00 | 2219.21 |
| Rio Verde PD2013 | 602.14 | 16.58 | 86.55 | 266.35 | 24.81 | 3250.00 | 3327.46 |
| Rio Verde PD2014 | 784.68 | 19.60 | 87.01 | 131.02 | 25.13 | 3300.00 | 3357.75 |
| Cristalina PD2011 | 795.71 | 41.89 | 131.34 | 216.70 | 36.42 | 3000.00 | 2189.00 |
| Cristalina PD2012 | 766.26 | 34.59 | 107.53 | 204.74 | 29.71 | 3000.00 | 2048.50 |
| Cristalina PD2013 | 830.44 | 35.59 | 107.53 | 193.32 | 30.32 | 3000.00 | 3071.50 |

| DMU | Despesas de Custeio da Lavoura (R\$/Hectare) | Despesas Financeiras (R\$/Hectare) | Custo Fixo (R\$/Hectare) | Terra (R\$/Hectare) | Remuneração do Capital Fixo (R\$/Hectare) | Produção (Kilos/Hectare) | Receita (R\$/Hectare) |
|-------------------|---|---|---------------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|------------------------------|
| Cristalina PD2014 | 772.83 | 79.10 | 87.59 | 272.96 | 24.99 | 3000.00 | 3052.50 |
| BalsasPD2007 | 860.03 | 36.12 | 184.02 | 61.70 | 46.97 | 2700.00 | 1328.40 |
| BalsasPD2008 | 1339.49 | 60.98 | 190.86 | 58.26 | 48.22 | 2700.00 | 1764.00 |
| BalsasPD2009 | 1020.49 | 46.88 | 202.00 | 55.86 | 46.86 | 2700.00 | 1525.50 |
| BalsasPD2010 | 707.63 | 26.10 | 167.43 | 58.99 | 55.19 | 2750.00 | 1478.58 |
| BalsasPD2011 | 695.06 | 28.54 | 131.25 | 116.05 | 52.55 | 2750.00 | 2056.54 |
| BalsasPD2012 | 680.29 | 26.45 | 124.03 | 137.63 | 49.86 | 2750.00 | 1864.04 |
| BalsasPD2013 | 813.80 | 31.64 | 344.22 | 85.92 | 50.26 | 3120.00 | 2796.56 |
| BalsasPD2014 | 809.58 | 35.21 | 305.33 | 87.34 | 53.01 | 3120.00 | 2932.28 |
| UnaiPD2007 | 797.47 | 21.02 | 227.36 | 240.00 | 133.41 | 2700.00 | 1343.70 |
| UnaiPD2008 | 1081.57 | 29.79 | 219.43 | 226.63 | 123.81 | 2700.00 | 1777.50 |
| UnaiPD2009 | 809.62 | 36.68 | 305.34 | 87.35 | 53.01 | 2700.00 | 1877.40 |
| UnaiPD2010 | 725.39 | 22.46 | 254.81 | 213.37 | 84.64 | 2700.00 | 1827.45 |
| UnaiPD2011 | 754.60 | 23.91 | 235.05 | 290.13 | 90.22 | 2700.00 | 2004.75 |
| UnaiPD2012 | 710.38 | 24.17 | 244.74 | 330.32 | 94.47 | 2700.00 | 1916.55 |
| UnaiPD2013 | 724.61 | 18.64 | 199.85 | 266.35 | 79.87 | 2700.00 | 2817.45 |
| UnaiPD2014 | 1004.59 | 25.72 | 168.88 | 163.78 | 31.68 | 3120.00 | 3399.24 |
| PrimaveraPD2007 | 790.95 | 40.41 | 240.49 | 150.00 | 72.30 | 3000.00 | 1516.50 |
| PrimaveraPD2008 | 1088.95 | 67.22 | 212.66 | 169.97 | 40.90 | 3000.00 | 2087.00 |
| PrimaveraPD2009 | 1014.31 | 54.69 | 212.64 | 135.79 | 42.45 | 3000.00 | 2203.00 |

| DMU | Despesas de Custeio da Lavoura (R\$/Hectare) | Despesas Financeiras (R\$/Hectare) | Custo Fixo (R\$/Hectare) | Terra (R\$/Hectare) | Remuneração do Capital Fixo (R\$/Hectare) | Produção (Kilos/Hectare) | Receita (R\$/Hectare) |
|-----------------|---|---|---------------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|------------------------------|
| PrimaveraPD2010 | 789.42 | 36.15 | 206.47 | 128.21 | 41.19 | 3000.00 | 1924.00 |
| PrimaveraPD2011 | 762.91 | 43.26 | 163.12 | 290.13 | 43.64 | 3000.00 | 2271.50 |
| PrimaveraPD2012 | 813.27 | 42.12 | 163.01 | 330.32 | 43.12 | 3000.00 | 2135.50 |
| PrimaveraPD2013 | 744.42 | 29.31 | 122.87 | 266.35 | 29.95 | 3000.00 | 3043.00 |
| PrimaveraPD2014 | 1196.80 | 39.74 | 100.06 | 131.02 | 29.12 | 3240.00 | 3406.32 |
| SapezalPD2007 | 941.71 | 42.42 | 432.96 | 150.00 | 120.50 | 3000.00 | 1516.50 |
| SapezalPD2008 | 976.99 | 39.16 | 471.05 | 169.97 | 112.09 | 3000.00 | 2087.00 |
| SapezalPD2009 | 795.18 | 31.57 | 437.82 | 162.95 | 108.46 | 3000.00 | 2203.00 |
| SapezalPD2010 | 825.15 | 28.61 | 426.05 | 153.86 | 118.02 | 3000.00 | 1924.00 |
| SapezalPD2011 | 772.54 | 36.02 | 96.53 | 290.13 | 42.63 | 3000.00 | 2271.50 |
| SapezalPD2012 | 851.39 | 35.90 | 99.94 | 330.30 | 44.27 | 3000.00 | 2135.50 |
| SapezalPD2013 | 775.23 | 28.22 | 69.87 | 311.88 | 38.71 | 3000.00 | 3043.00 |
| SapezalPD2014 | 1056.25 | 36.35 | 94.93 | 131.02 | 35.09 | 3120.00 | 3280.16 |
| SorrisoPD2007 | 759.81 | 43.91 | 123.66 | 165.00 | 22.22 | 3000.00 | 1516.50 |
| SorrisoPD2008 | 1034.48 | 55.97 | 139.12 | 155.81 | 24.43 | 3000.00 | 2087.00 |
| SorrisoPD2009 | 963.23 | 54.26 | 137.64 | 149.37 | 23.39 | 3000.00 | 2203.00 |
| SorrisoPD2010 | 729.97 | 34.65 | 131.51 | 141.03 | 22.14 | 3000.00 | 1924.00 |
| SorrisoPD2011 | 689.24 | 60.10 | 112.15 | 290.13 | 31.29 | 3000.00 | 2271.50 |
| SorrisoPD2012 | 771.01 | 60.97 | 108.13 | 330.32 | 30.26 | 3000.00 | 2135.50 |
| SorrisoPD2013 | 726.68 | 43.20 | 95.03 | 266.35 | 24.38 | 3000.00 | 3043.00 |

| DMU | Despesas de Custeio da Lavoura (R\$/Hectare) | Despesas Financeiras (R\$/Hectare) | Custo Fixo (R\$/Hectare) | Terra (R\$/Hectare) | Remuneração do Capital Fixo (R\$/Hectare) | Produção (Kilos/Hectare) | Receita (R\$/Hectare) |
|-----------------------|---|---|---------------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|------------------------------|
| SorrisoPD2014 | 1133.91 | 36.92 | 96.19 | 21.84 | 32.33 | 3180.00 | 3343.24 |
| Chapadão do SulPD2007 | 939.77 | 36.36 | 128.41 | 298.22 | 22.44 | 3000.00 | 1455.50 |
| Chapadão do SulPD2008 | 1037.93 | 35.88 | 116.11 | 184.14 | 16.58 | 3000.00 | 2104.00 |
| Chapadão do SulPD2009 | 1011.77 | 33.97 | 133.38 | 176.53 | 19.69 | 3000.00 | 2242.50 |
| Chapadão do SulPD2010 | 680.41 | 21.04 | 200.22 | 182.52 | 50.82 | 3000.00 | 1778.50 |
| Chapadão do SulPD2011 | 729.37 | 26.83 | 192.98 | 290.13 | 60.35 | 3000.00 | 2340.50 |
| Chapadão do SulPD2012 | 710.28 | 23.97 | 192.00 | 330.32 | 58.84 | 3000.00 | 2077.50 |
| Chapadão do SulPD2013 | 666.34 | 17.68 | 166.32 | 266.35 | 51.58 | 3000.00 | 2820.00 |
| Chapadão do SulPD2014 | 908.55 | 27.15 | 203.66 | 382.14 | 47.31 | 3100.00 | 3259.13 |
| Campo MourãoPD2007 | 644.98 | 31.46 | 214.50 | 122.68 | 112.02 | 2700.00 | 1364.85 |
| Campo MourãoPD2008 | 869.00 | 47.11 | 205.39 | 226.63 | 37.21 | 3000.00 | 2087.00 |
| Campo MourãoPD2009 | 818.88 | 36.53 | 208.59 | 217.26 | 39.56 | 3000.00 | 2203.00 |
| Campo MourãoPD2010 | 647.09 | 28.67 | 208.25 | 224.63 | 47.40 | 3000.00 | 1924.00 |
| Campo MourãoPD2011 | 613.45 | 29.61 | 182.73 | 232.11 | 49.62 | 3000.00 | 2271.50 |
| Campo MourãoPD2012 | 640.38 | 31.45 | 180.01 | 220.21 | 49.82 | 3000.00 | 2135.50 |
| Campo MourãoPD2013 | 716.87 | 25.93 | 211.62 | 177.56 | 43.25 | 3000.00 | 3043.00 |
| Campo MourãoPD2014 | 666.11 | 24.23 | 203.56 | 174.69 | 43.24 | 3000.00 | 3043.00 |
| LondrinaPD2007 | 724.27 | 20.83 | 205.86 | 122.68 | 87.02 | 3000.00 | 1516.50 |
| LondrinaPD2008 | 915.82 | 44.54 | 176.09 | 226.63 | 14.87 | 2800.00 | 2003.52 |
| LondrinaPD2009 | 1009.16 | 42.38 | 219.56 | 217.26 | 17.34 | 2800.00 | 2114.88 |

| DMU | Despesas de Custeio da Lavoura (R\$/Hectare) | Despesas Financeiras (R\$/Hectare) | Custo Fixo (R\$/Hectare) | Terra (R\$/Hectare) | Remuneração do Capital Fixo (R\$/Hectare) | Produção (Kilos/Hectare) | Receita (R\$/Hectare) |
|------------------------|---|---|---------------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|------------------------------|
| LondrinaPD2010 | 714.97 | 32.55 | 159.58 | 224.63 | 30.32 | 2800.00 | 1847.04 |
| LondrinaPD2011 | 707.82 | 35.11 | 148.29 | 232.11 | 32.45 | 2800.00 | 2180.64 |
| LondrinaPD2012 | 753.44 | 34.67 | 147.59 | 220.21 | 31.56 | 2800.00 | 2050.08 |
| São Luiz GonzagaPD2008 | 787.72 | 22.55 | 131.02 | 226.63 | 20.46 | 2400.00 | 1656.40 |
| São Luiz GonzagaPD2009 | 671.30 | 30.60 | 98.29 | 217.26 | 7.84 | 2100.00 | 1414.70 |
| São Luiz GonzagaPD2010 | 510.37 | 24.23 | 95.72 | 205.14 | 7.50 | 2100.00 | 1538.25 |
| São Luiz GonzagaPD2011 | 558.59 | 23.30 | 154.87 | 130.56 | 60.30 | 1800.00 | 1401.90 |
| São Luiz GonzagaPD2012 | 686.03 | 21.04 | 110.15 | 112.27 | 55.60 | 1800.00 | 1252.50 |
| São Luiz GonzagaPD2013 | 697.35 | 20.94 | 251.01 | 99.88 | 50.41 | 1800.00 | 1743.00 |
| São Luiz GonzagaPD2014 | 695.09 | 21.80 | 233.15 | 109.18 | 48.07 | 1800.00 | 1880.40 |
| Passo FundoPD2007 | 565.90 | 17.97 | 211.41 | 89.57 | 105.51 | 2340.00 | 1145.04 |
| Passo FundoPD2008 | 787.72 | 29.51 | 131.02 | 213.28 | 33.81 | 2500.00 | 1725.42 |
| Passo FundoPD2009 | 760.16 | 21.12 | 145.16 | 197.54 | 42.52 | 2500.00 | 1684.17 |
| Passo FundoPD2010 | 663.15 | 19.17 | 136.45 | 189.55 | 37.63 | 2500.00 | 1831.25 |
| Passo FundoPD2011 | 602.45 | 25.83 | 152.66 | 246.95 | 55.43 | 2500.00 | 1947.08 |
| Passo FundoPD2012 | 480.11 | 18.85 | 127.63 | 299.20 | 37.63 | 2500.00 | 1670.00 |
| Passo FundoPD2013 | 862.23 | 28.42 | 144.18 | 388.42 | 29.09 | 2700.00 | 2614.50 |
| Passo FundoPD2014 | 745.00 | 25.67 | 150.59 | 382.14 | 33.28 | 2700.00 | 2820.60 |

APÊNDICE A – RESULTADO DA PESQUISA - DEA CENÁRIO 1

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | SumLambda | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) | Produto |
|------------------|--------------|--|------------------|---|---------------------------------|----------------|
| UnafPD2008 | 0.56 | BarreirasPC2010(0.027078); RioVerde PD2010(0.500435); RioVerde PD2014(0.945934) | 1.473448 | 2125.983 | 4825.983 | 2700 |
| SãoLuiz2014 | 0.61 | BalsasPD2010(0.066148); BarreirasPC2010(0.153451); RioVerde PD2014(0.704419) | 0.924017 | 1148.427 | 2948.427 | 1800 |
| SãoLuiz2012 | 0.61 | BarreirasPC2010(0.153170); RioVerde PD2010(0.007348); RioVerde PD2014(0.746714) | 0.907232 | 1129.167 | 2929.167 | 1800 |
| PassoFundoPD2013 | 0.62 | BarreirasPD2013(0.007179); RioVerde PD2013(1.029076); SãoLuiz2010(0.462298) | 1.498553 | 1636.861 | 4336.861 | 2700 |
| SãoLuiz2013 | 0.62 | BalsasPD2010(0.262991); BarreirasPC2010(0.051635); RioVerde PD2014(0.610569) | 0.925196 | 1086.813 | 2886.813 | 1800 |
| BarreirasPD2014 | 0.63 | BarreirasPC2010(0.206386); RioVerde PD2013(1.288776) | 1.495163 | 1782.916 | 4782.916 | 3000 |
| Chapadão2014 | 0.64 | BarreirasPC2010(0.085723); RioVerde PD2010(0.040205); RioVerde PD2013(1.377210) | 1.503137 | 1753.479 | 4853.479 | 3100 |
| BalsasPD2008 | 0.64 | BarreirasPC2010(0.319286); RioVerde PD2014(0.079989); SorrisoPD2014(0.950637) | 1.349912 | 1506.532 | 4206.532 | 2700 |
| PrimaveraPD2008 | 0.66 | BarreirasPC2010(0.217570); RioVerde PD2014(1.149153); SorrisoPD2014(0.045659) | 1.412382 | 1564.003 | 4564.003 | 3000 |
| PassoFundoPD2008 | 0.67 | BarreirasPC2010(0.200789); RioVerde PD2013(0.516468); RioVerde PD2014(0.448238) | 1.165494 | 1235.976 | 3735.976 | 2500 |
| PassoFundoPD2014 | 0.67 | RioVerde PD2013(1.237254) | 1.237254 | 1321.075 | 4021.075 | 2700 |
| SãoLuiz2011 | 0.67 | BarreirasPC2010(0.293388); RioVerde PD2010(0.461775); RioVerde PD2014(0.099890) | 0.855053 | 875.364 | 2675.364 | 1800 |
| UnafPD2011 | 0.68 | BarreirasPC2010(0.101449); RioVerde PD2010(0.287998); RioVerde PD2013(0.840114) | 1.229561 | 1258.538 | 3958.538 | 2700 |
| SapezalPD2008 | 0.69 | BarreirasPC2010(0.552430); RioVerde PD2010(0.188324); RioVerde PD2014(0.652113) | 1.392868 | 1355.026 | 4355.026 | 3000 |
| PrimaveraPD2012 | 0.70 | BarreirasPC2010(0.154214); RioVerde PD2013(1.191178) | 1.345393 | 1315.467 | 4315.467 | 3000 |
| PassoFundoPD2009 | 0.70 | RioVerde PD2010(0.445990); RioVerde PD2013(0.175616); | 1.089365 | 1063.823 | 3563.823 | 2500 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | SumLambda | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) | Produto |
|-------------------|-------|--|-----------|----------------------------------|----------------------|---------|
| UnafPD2012 | 0.70 | RioVerde PD2014(0.467759) RioVerde PD2013(1.179759) | 1.179759 | 1134.216 | 3834.216 | 2700 |
| UnafPD2007 | 0.71 | RioVerde PD2010(0.032758); RioVerde PD2013(0.626000); RioVerde PD2014(0.509026) | 1.167784 | 1120.75 | 3820.75 | 2700 |
| SapezalPD2007 | 0.72 | BarreirasPC2010(0.734912); RioVerde PD2010(0.074928); RioVerde PD2014(0.555480) | 1.36532 | 1193.146 | 4193.146 | 3000 |
| PrimaveraPD2009 | 0.73 | BarreirasPC2010(0.371310); RioVerde PD2014(0.770328); SorrisoPD2014(0.157571) | 1.299209 | 1112.531 | 4112.531 | 3000 |
| CampoMourãoPD2008 | 0.73 | BarreirasPC2010(0.228357); RioVerde PD2013(0.518347); RioVerde PD2014(0.528505) | 1.275209 | 1086.363 | 4086.363 | 3000 |
| SãoLuiz2008 | 0.74 | BarreirasPD2013(0.210187); RioVerde PD2013(0.179959); RioVerde PD2014(0.455369); SãoLuiz2010(0.250147) | 1.095663 | 843.456 | 3243.456 | 2400 |
| SorrisoPD2012 | 0.75 | BarreirasPD2013(0.046451); RioVerde PD2013(1.149510); RioVerde PD2014(0.045735) | 1.241697 | 1026.189 | 4026.189 | 3000 |
| PrimaveraPD2011 | 0.75 | BarreirasPC2010(0.248112); RioVerde PD2013(1.010455) RioVerde PD2009(0.047820); RioVerde PD2014(1.179950); SorrisoPD2014(0.033940) | 1.258567 | 998.5419 | 3998.542 | 3000 |
| UnafPD2014 | 0.75 | BarreirasPC2010(0.007695); RioVerde PD2010(0.993093); RioVerde PD2014(0.102844) | 1.103632 | 889.0989 | 3589.099 | 2700 |
| UnafPD2013 | 0.76 | RioVerde PD2013(0.911454); RioVerde PD2014(0.180005) RioVerde PD2013(0.643134); RioVerde PD2014(0.150126); SapezalPD2013(0.446748) | 1.091459 | 856.2411 | 3556.241 | 2700 |
| SapezalPD2012 | 0.76 | BarreirasPC2010(0.365066); RioVerde PD2013(0.528251); RioVerde PD2014(0.348561) | 1.240008 | 925.8454 | 3925.845 | 3000 |
| CampoMourãoPD2009 | 0.77 | BarreirasPC2010(0.146843); RioVerde PD2013(0.586492); RioVerde PD2014(0.393619) | 1.241878 | 918.4572 | 3918.457 | 3000 |
| LondrinaPD2012 | 0.77 | BarreirasPD2013(0.252096); RioVerde PD2013(0.219790); RioVerde PD2014(0.392560); SãoLuiz2010(0.521706) | 1.126954 | 827.9507 | 3627.951 | 2800 |
| Chapadão2007 | 0.78 | BarreirasPC2010(0.170347); RioVerde PD2013(1.035161) RioVerde PD2010(0.565862); RioVerde PD2013(0.157854); | 1.386152 | 861.6369 | 3861.637 | 3000 |
| Chapadão2011 | 0.78 | BarreirasPC2010(0.170347); RioVerde PD2013(1.035161) | 1.205508 | 854.8734 | 3854.873 | 3000 |
| PassoFundoPD2010 | 0.78 | RioVerde PD2010(0.565862); RioVerde PD2013(0.157854); | 0.98304 | 707.8474 | 3207.847 | 2500 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | SumLambda | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) | Produto |
|------------------|-------|--|-----------|--|-------------------------|---------|
| | | RioVerde PD2014(0.259324) | | | | |
| PassoFundoPD2011 | 0.78 | BarreirasPC2010(0.102406); RioVerde PD2013(0.894629) | 0.997035 | 702.474 | 3202.474 | 2500 |
| Chapadão2012 | 0.78 | RioVerde PD2013(1.179593) | 1.179593 | 833.6766 | 3833.677 | 3000 |
| BalsasPD2009 | 0.79 | BalsasPD2010(0.154842); BarreirasPC2010(0.401784); SorrisoPD2014(0.582735) | 1.13936 | 736.0488 | 3436.049 | 2700 |
| CristalinaPD2011 | 0.79 | BarreirasPC2010(0.279095); RioVerde PD2013(0.538180); RioVerde PD2014(0.379627) | 1.196902 | 805.6478 | 3805.648 | 3000 |
| LondrinaPD2011 | 0.79 | BarreirasPC2010(0.205131); RioVerde PD2013(0.710999); RioVerde PD2014(0.193690) | 1.10982 | 740.7002 | 3540.7 | 2800 |
| PrimaveraPD2013 | 0.80 | BarreirasPC2010(0.047133); RioVerde PD2013(0.862219); RioVerde PD2014(0.249654) | 1.159006 | 761.8125 | 3761.813 | 3000 |
| LondrinaPD2010 | 0.80 | BarreirasPC2010(0.134183); RioVerde PD2013(0.650413); RioVerde PD2014(0.305587) | 1.090183 | 708.726 | 3508.726 | 2800 |
| CristalinaPD2013 | 0.80 | BarreirasPC2010(0.065221); RioVerde PD2013(0.337258); RioVerde PD2014(0.747765) | 1.150245 | 751.5525 | 3751.553 | 3000 |
| SapezalPD2011 | 0.81 | RioVerde PD2013(0.728915); RioVerde PD2014(0.207073); SapezalPD2013(0.220767) | 1.156755 | 714.6154 | 3714.615 | 3000 |
| PrimaveraPD2007 | 0.81 | BarreirasPC2010(0.758849); RioVerde PD2010(0.350458); RioVerde PD2014(0.118103) | 1.22741 | 714.2132 | 3714.213 | 3000 |
| SorrisoPD2011 | 0.81 | BarreirasPC2010(0.077302); RioVerde PD2013(1.064722) | 1.142024 | 682.9766 | 3682.977 | 3000 |
| UnafPD2009 | 0.82 | BalsasPD2010(0.418515); BarreirasPC2010(0.483494); RioVerde PD2014(0.152336); SorrisoPD2014(0.081936) | 1.136281 | 606.6438 | 3306.644 | 2700 |
| SapezalPD2010 | 0.82 | BarreirasPC2010(0.278229); RioVerde PD2010(0.230680); RioVerde PD2014(0.641390) | 1.150299 | 667.5968 | 3667.597 | 3000 |
| SapezalPD2009 | 0.82 | BarreirasPC2010(0.395835); RioVerde PD2010(0.406605); RioVerde PD2014(0.365419) | 1.167859 | 667.3549 | 3667.355 | 3000 |
| BarreirasPC2012 | 0.82 | RioVerde PD2013(1.078370) | 1.07837 | 624.7041 | 3504.704 | 2880 |
| CristalinaPD2012 | 0.84 | BarreirasPC2010(0.089477); RioVerde PD2013(0.473592); RioVerde PD2014(0.542110) | 1.105179 | 585.8309 | 3585.831 | 3000 |
| RioVerde PD2007 | 0.84 | BarreirasPC2010(0.061309); RioVerde PD2013(1.064670); | 1.19816 | 624.9434 | 3874.943 | 3250 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | SumLambda | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) | Produto |
|-------------------|-------|---|-----------|--|-------------------------|---------|
| | | RioVerde PD2014(0.072180) | | | | |
| BarreirasPC2008 | 0.85 | BarreirasPC2010(0.668497); RioVerde PD2014(0.247461); SorrisoPD2014(0.205559) | 1.121518 | 515.5725 | 3395.573 | 2880 |
| SorrisoPD2008 | 0.85 | RioVerde PD2009(0.811830); RioVerde PD2014(0.058456); SorrisoPD2014(0.221552) | 1.091838 | 535.8893 | 3535.889 | 3000 |
| LondrinaPD2009 | 0.85 | Chapadão2008(0.671340); RioVerde PD2009(0.214185); SãoLuiz2010(0.272153) | 1.157678 | 481.6414 | 3281.641 | 2800 |
| PrimaveraPD2010 | 0.86 | BarreirasPC2010(0.549378); RioVerde PD2013(0.042349); RioVerde PD2014(0.537642) | 1.12937 | 494.0633 | 3494.063 | 3000 |
| BarreirasPC2011 | 0.86 | RioVerde PD2013(1.029246) | 1.029246 | 465.0485 | 3345.048 | 2880 |
| BalsasPD2007 | 0.87 | BalsasPD2010(0.324467); BarreirasPC2010(0.357507); RioVerde PD2014(0.038411); SorrisoPD2014(0.333098) | 1.053483 | 407.912 | 3107.912 | 2700 |
| CampoMourãoPD2013 | 0.88 | BarreirasPC2010(0.207492); RioVerde PD2010(0.665024); RioVerde PD2014(0.202856) | 1.075372 | 428.331 | 3428.331 | 3000 |
| SorrisoPD2013 | 0.88 | BarreirasPD2013(0.153020); RioVerde PD2013(0.703645); RioVerde PD2014(0.191311); SãoLuiz2010(0.022264) | 1.070239 | 423.9858 | 3423.986 | 3000 |
| SapezalPD2014 | 0.88 | RioVerde PD2014(0.983838); SorrisoPD2014(0.096956) | 1.080795 | 434.9874 | 3554.987 | 3120 |
| Chapadão2013 | 0.88 | RioVerde PD2013(0.952718); RioVerde PD2014(0.096119) | 1.048837 | 413.5268 | 3413.527 | 3000 |
| PrimaveraPD2014 | 0.88 | RioVerde PD2009(0.023151); RioVerde PD2014(0.943199); SorrisoPD2014(0.153631) | 1.119981 | 436.3434 | 3676.343 | 3240 |
| BalsasPD2012 | 0.88 | BarreirasPC2010(0.320332); RioVerde PD2010(0.324959); RioVerde PD2014(0.345955) | 0.991246 | 370.3242 | 3120.324 | 2750 |
| SorrisoPD2009 | 0.88 | RioVerde PD2009(0.817517); SorrisoPD2014(0.231399) | 1.048916 | 392.7778 | 3392.778 | 3000 |
| BalsasPD2011 | 0.89 | BarreirasPC2010(0.427387); RioVerde PD2010(0.088762); RioVerde PD2014(0.473793) | 0.989941 | 332.8641 | 3082.864 | 2750 |
| CampoMourãoPD2007 | 0.90 | BarreirasPC2010(0.561127); RioVerde PD2010(0.277690); RioVerde PD2014(0.148714) | 0.987531 | 309.294 | 3009.294 | 2700 |
| CampoMourãoPD2010 | 0.90 | BarreirasPC2010(0.322901); RioVerde PD2013(0.740778) | 1.063679 | 337.4821 | 3337.482 | 3000 |
| BarreirasPC2009 | 0.90 | BarreirasPC2010(0.918978); RioVerde PD2014(0.074674); SorrisoPD2014(0.094883) | 1.088535 | 314.8102 | 3194.81 | 2880 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | SumLambda | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) | Produto |
|-------------------|-------|---|-----------|--|-------------------------|---------|
| CristalinaPD2014 | 0.91 | BarreirasPD2013(0.017802); RioVerde PD2013(0.097739); RioVerde PD2014(0.888917) | 1.004457 | 304.4822 | 3304.482 | 3000 |
| BarreirasPC2007 | 0.91 | BarreirasPC2010(0.615007); RioVerde PD2014(0.344829); SorrisoPD2014(0.081441) | 1.041276 | 288.1363 | 3168.136 | 2880 |
| CampoMourãoPD2012 | 0.91 | BarreirasPC2010(0.330511); RioVerde PD2013(0.721765) Chapadão2008(0.549342); RioVerde PD2009(0.090306); SãoLuiz2010(0.533940) | 1.052276 | 297.6092 | 3297.609 | 3000 |
| LondrinaPD2008 | 0.91 | BarreirasPC2010(0.036403); RioVerde PD2010(0.748207); RioVerde PD2014(0.223834) | 1.173588 | 262.795 | 3062.795 | 2800 |
| Chapadão2010 | 0.92 | Chapadão2008(0.149370); RioVerde PD2009(0.789639); RioVerde PD2014(0.073501) | 1.01251 | 256.9886 | 3256.989 | 3000 |
| Chapadão2009 | 0.92 | RioVerde PD2008(0.445919); RioVerde PD2013(0.083375); RioVerde PD2014(0.463146) | 0.992441 | 248.5893 | 3248.589 | 3000 |
| SorrisoPD2007 | 0.92 | BarreirasPC2010(0.181355); RioVerde PD2010(0.719840); RioVerde PD2014(0.113893) | 1.015088 | 237.629 | 3237.629 | 3000 |
| CampoMourãoPD2014 | 0.93 | BarreirasPC2010(0.205697); RioVerde PD2013(0.806097) | 1.011794 | 212.2217 | 3212.222 | 3000 |
| CampoMourãoPD2011 | 0.93 | RioVerde PD2013(1.068439) | 1.068439 | 222.4275 | 3472.428 | 3250 |
| RioVerde PD2011 | 0.94 | BalsasPD2010(0.482298); BarreirasPC2010(0.408880); RioVerde PD2014(0.174048); SorrisoPD2014(0.068039) | 1.133266 | 174.619 | 3294.619 | 3120 |
| BalsasPD2014 | 0.95 | BarreirasPD2013(0.028473); SãoLuiz2010(0.997004) | 1.025478 | 79.12957 | 2179.13 | 2100 |
| SãoLuiz2009 | 0.96 | BalsasPD2010(0.543417); BarreirasPC2010(0.239562); RioVerde PD2014(0.243274); SorrisoPD2014(0.078683) | 1.104935 | 117.3472 | 3237.347 | 3120 |
| BalsasPD2013 | 0.96 | RioVerde PD2013(0.797339) | 0.797339 | 91.35334 | 2591.353 | 2500 |
| PassoFundoPD2012 | 0.96 | BarreirasPC2010(0.101718); RioVerde PD2010(0.039915); RioVerde PD2014(0.809529) | 0.951162 | 94.11688 | 3094.117 | 3000 |
| LondrinaPD2007 | 0.97 | RioVerde PD2008(0.247168); RioVerde PD2013(0.034204); RioVerde PD2014(0.659489) | 0.940861 | 90.77325 | 3090.773 | 3000 |
| SorrisoPD2010 | 0.97 | BalsasPD2010(0.037696); BarreirasPC2010(0.139082); RioVerde PD2014(0.576837) | 0.753615 | 67.78339 | 2407.783 | 2340 |
| PassoFundoPD2007 | 0.97 | RioVerde PD2013(1.006527) | 1.006527 | 21.21184 | 3271.212 | 3250 |
| RioVerde PD2012 | 0.99 | | | | | |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | SumLambda | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) | Produto |
|-----------------|--------------|---------------------------|------------------|---|---------------------------------|----------------|
| BalsasPD2010 | 1.00 | BalsasPD2010(1.000000) | 1 | 0 | 2750 | 2750 |
| BarreirasPC2010 | 1.00 | BarreirasPC2010(1.000000) | 1 | 0 | 2880 | 2880 |
| BarreirasPD2013 | 1.00 | BarreirasPD2013(1.000000) | 1 | 0 | 3000 | 3000 |
| Chapadão2008 | 1.00 | Chapadão2008(1.000000) | 1 | 0 | 3000 | 3000 |
| RioVerde PD2008 | 1.00 | RioVerde PD2008(1.000000) | 1 | 0 | 3250 | 3250 |
| RioVerde PD2009 | 1.00 | RioVerde PD2009(1.000000) | 1 | 0 | 3250 | 3250 |
| RioVerde PD2010 | 1.00 | RioVerde PD2010(1.000000) | 1 | 0 | 3250 | 3250 |
| RioVerde PD2013 | 1.00 | RioVerde PD2013(1.000000) | 1 | 0 | 3250 | 3250 |
| RioVerde PD2014 | 1.00 | RioVerde PD2014(1.000000) | 1 | 0 | 3300 | 3300 |
| SãoLuiz2010 | 1.00 | SãoLuiz2010(1.000000) | 1 | 0 | 2100 | 2100 |
| SapezalPD2013 | 1.00 | SapezalPD2013(1.000000) | 1 | 0 | 3000 | 3000 |
| SorrisoPD2014 | 1.00 | SorrisoPD2014(1.000000) | 1 | 0 | 3180 | 3180 |

APÊNDICE B – RESULTADO DA PESQUISA - DEA CENÁRIO 2

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | SumLambda | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) | Produto |
|------------------|--------------|--|------------------|---|---------------------------------|----------------|
| MUnafPD2007 | 0.344866 | MRioVerde PD2013(0.644382); MRioVerde PD2014(0.521820) | 1.166202 | 2552.596795 | 3896.297 | 1343.7 |
| MUnafPD2008 | 0.367506 | MRioVerde PD2013(0.277654); MRioVerde PD2014(1.165295) | 1.442949 | 3059.150524 | 4836.651 | 1777.5 |
| MSapezalPD2007 | 0.382522 | MRioVerde PD2014(1.137658); MSorrisoPD2014(0.043224) | 1.180882 | 2447.980781 | 3964.481 | 1516.5 |
| MRioVerde PD2007 | 0.385198 | MRioVerde PD2013(1.057520); MRioVerde PD2014(0.126312) | 1.183833 | 2424.151729 | 3942.982 | 1518.83 |
| MChapadão2007 | 0.397197 | MBarreirasPC2013(0.550149); MRioVerde PD2013(0.295520); MRioVerde PD2014(0.322513) | 1.168182 | 2208.932453 | 3664.432 | 1455.5 |
| MBalsasPD2008 | 0.415861 | MRioVerde PD2014(0.280057); MSorrisoPD2014(0.987499) | 1.267556 | 2477.806804 | 4241.807 | 1764 |
| MSãoLuiz2012 | 0.429661 | MRioVerde PD2014(0.854625); MSorrisoPD2014(0.013602) | 0.868226 | 1662.589893 | 2915.09 | 1252.5 |
| MPrimaveraPD2007 | 0.437563 | MRioVerde PD2013(0.108155); MRioVerde PD2014(0.924996) | 1.033151 | 1949.28538 | 3465.785 | 1516.5 |
| MBalsasPD2007 | 0.451477 | MRioVerde PD2014(0.389410); MSorrisoPD2014(0.488987) | 0.878397 | 1613.943978 | 2942.344 | 1328.4 |
| MBalsasPD2009 | 0.457422 | MRioVerde PD2014(0.312360); MSorrisoPD2014(0.683817) | 0.996177 | 1809.492571 | 3334.993 | 1525.5 |
| MPrimaveraPD2008 | 0.458383 | MRioVerde PD2014(1.285485); | 1.356263 | 2465.964075 | 4552.964 | 2087 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | SumLambda | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) | Produto |
|--------------------|----------|--|-----------|----------------------------------|----------------------|---------|
| | | MSorrisoPD2014(0.070778) | | | | |
| MPassoFundoPD2008 | 0.461225 | MRioVerde PD2013(0.493051); MRioVerde PD2014(0.625521) | 1.118573 | 2015.532687 | 3740.953 | 1725.42 |
| MPassoFundoPD2009 | 0.471415 | MRioVerde PD2013(0.425876); MRioVerde PD2014(0.641947) | 1.067823 | 1888.413225 | 3572.583 | 1684.17 |
| MBarreirasPC2007 | 0.47587 | MRioVerde PD2014(0.730199); MSorrisoPD2014(0.152444) | 0.882643 | 1552.201213 | 2961.481 | 1409.28 |
| MSorrisoPD2007 | 0.481247 | MBarreirasPC2013(0.150565); MRioVerde PD2013(0.077624); MRioVerde PD2014(0.731296) | 0.959485 | 1634.689572 | 3151.19 | 1516.5 |
| MPassoFundoPD2007 | 0.481668 | MRioVerde PD2014(0.678740); MSorrisoPD2014(0.029373) | 0.708113 | 1232.199918 | 2377.24 | 1145.04 |
| MCampoMourãoPD2007 | 0.482652 | MRioVerde PD2013(0.090381); MRioVerde PD2014(0.752610) | 0.842991 | 1462.965548 | 2827.816 | 1364.85 |
| MLondrinaPD2007 | 0.488067 | MRioVerde PD2013(0.010535); MRioVerde PD2014(0.914929) | 0.925464 | 1590.657549 | 3107.158 | 1516.5 |
| MUnafPD2012 | 0.488218 | MRioVerde PD2013(1.179759) | 1.179759 | 2009.050417 | 3925.6 | 1916.55 |
| MPrimaveraPD2012 | 0.489687 | MRioVerde PD2013(1.173194); MRioVerde PD2014(0.136161) | 1.309355 | 2225.451075 | 4360.951 | 2135.5 |
| MSapezalPD2008 | 0.495531 | MRioVerde PD2013(0.041249); MRioVerde PD2014(1.213427) | 1.254677 | 2124.640976 | 4211.641 | 2087 |
| MUnafPD2011 | 0.504687 | MRioVerde PD2013(0.989888); MRioVerde PD2014(0.202055) | 1.191943 | 1967.514421 | 3972.264 | 2004.75 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | SumLambda | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) | Produto |
|--------------------|--------------|--|------------------|---|---------------------------------|----------------|
| MCampoMourãoPD2008 | 0.510549 | MRioVerde PD2013(0.491715); MRioVerde PD2014(0.730130) | 1.221845 | 2000.757483 | 4087.757 | 2087 |
| MUnafPD2010 | 0.518901 | MRioVerde PD2013(0.556361); MRioVerde PD2014(0.497505) | 1.053867 | 1694.31902 | 3521.769 | 1827.45 |
| MSorrisoPD2012 | 0.51915 | MBarreirasPC2013(0.046451); MRioVerde PD2013(1.149510); MRioVerde PD2014(0.045735) | 1.241697 | 1977.957972 | 4113.458 | 2135.5 |
| MLondrinaPD2010 | 0.522346 | MRioVerde PD2013(0.634764); MRioVerde PD2014(0.424062) | 1.058826 | 1689.006852 | 3536.047 | 1847.04 |
| MSãoLuiz2008 | 0.523909 | MBarreirasPC2013(0.353097); MRioVerde PD2013(0.216270); MRioVerde PD2014(0.421783) | 0.991151 | 1505.220211 | 3161.62 | 1656.4 |
| MChapadão2012 | 0.529293 | MRioVerde PD2013(1.179593) | 1.179593 | 1847.547811 | 3925.048 | 2077.5 |
| MSapezalPD2012 | 0.533403 | MRioVerde PD2013(0.643134); MRioVerde PD2014(0.150126); MSapezalPD2013(0.446748) | 1.240008 | 1868.042541 | 4003.543 | 2135.5 |
| MSapezalPD2010 | 0.533888 | MRioVerde PD2013(0.096995); MRioVerde PD2014(0.977144) | 1.074139 | 1679.752405 | 3603.752 | 1924 |
| MPrimaveraPD2009 | 0.545578 | MRioVerde PD2014(1.002995); MSorrisoPD2014(0.200439) | 1.203434 | 1834.922479 | 4037.922 | 2203 |
| MSãoLuiz2011 | 0.547801 | MRioVerde PD2013(0.224902); MRioVerde PD2014(0.539287) | 0.764189 | 1157.242443 | 2559.142 | 1401.9 |
| MChapadão2010 | 0.551711 | MRioVerde PD2013(0.415600); MRioVerde PD2014(0.548199) | 0.963799 | 1445.10653 | 3223.607 | 1778.5 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | SumLambda | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) | Produto |
|--------------------|--------------|---|------------------|---|---------------------------------|----------------|
| MBarreirasPC2012 | 0.558492 | MRioVerde PD2013(1.078370) | 1.07837 | 1584.234633 | 3588.235 | 2004 |
| MLondrinaPD2012 | 0.561425 | MRioVerde PD2013(0.569367); MRioVerde PD2014(0.523273) | 1.092639 | 1601.483478 | 3651.563 | 2050.08 |
| MCristalinaPD2012 | 0.564842 | MRioVerde PD2013(0.463157); MRioVerde PD2014(0.621113) | 1.08427 | 1578.177076 | 3626.677 | 2048.5 |
| MPrimaveraPD2011 | 0.567656 | MRioVerde PD2013(0.981520); MRioVerde PD2014(0.219067) | 1.200587 | 1730.040901 | 4001.541 | 2271.5 |
| MCampoMourãoPD2009 | 0.569434 | MRioVerde PD2013(0.485676); MRioVerde PD2014(0.670891) | 1.156567 | 1665.753053 | 3868.753 | 2203 |
| MPassoFundoPD2010 | 0.573227 | MRioVerde PD2013(0.475379); MRioVerde PD2014(0.480330) | 0.955709 | 1363.382319 | 3194.632 | 1831.25 |
| MPrimaveraPD2010 | 0.575086 | MRioVerde PD2014(0.974969); MSorrisoPD2014(0.021502) | 0.996471 | 1421.588106 | 3345.588 | 1924 |
| MCristalinaPD2011 | 0.578398 | MRioVerde PD2013(0.505631); MRioVerde PD2014(0.626050) | 1.131682 | 1595.588357 | 3784.588 | 2189 |
| MCampoMourãoPD2010 | 0.583578 | MRioVerde PD2013(0.703120); MRioVerde PD2014(0.285101) | 0.988221 | 1372.90276 | 3296.903 | 1924 |
| MBalsasPD2010 | 0.592609 | MRioVerde PD2014(0.391354); MSorrisoPD2014(0.353240) | 0.744594 | 1016.455258 | 2495.035 | 1478.58 |
| MSapezalPD2011 | 0.598941 | MRioVerde PD2013(0.728915); MRioVerde PD2014(0.207073); MSapezalPD2013(0.220767) | 1.156755 | 1521.028565 | 3792.529 | 2271.5 |
| MPassoFundoPD2011 | 0.60082 | MRioVerde PD2013(0.882686); MRioVerde PD2014(0.090418) | 0.973104 | 1293.624377 | 3240.704 | 1947.08 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | SumLambda | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) | Produto |
|-------------------|--------------|--|------------------|---|---------------------------------|----------------|
| MChapadão2011 | 0.602697 | MRioVerde PD2013(1.015295); MRioVerde PD2014(0.150405) | 1.165701 | 1542.878072 | 3883.378 | 2340.5 |
| MSorrisoPD2011 | 0.607029 | MRioVerde PD2013(1.055707); MRioVerde PD2014(0.068253) | 1.12396 | 1470.498396 | 3741.998 | 2271.5 |
| MSorrisoPD2008 | 0.614171 | MBarreirasPC2013(0.111170); MRioVerde PD2014(0.915830) | 1.027 | 1311.077243 | 3398.077 | 2087 |
| MSãoLuiz2013 | 0.61484 | MRioVerde PD2014(0.745847); MSorrisoPD2014(0.098860) | 0.844707 | 1091.881887 | 2834.882 | 1743 |
| MLondrinaPD2011 | 0.615178 | MRioVerde PD2013(0.687076); MRioVerde PD2014(0.374808) | 1.061884 | 1364.088302 | 3544.728 | 2180.64 |
| MBalsasPD2012 | 0.61725 | MRioVerde PD2013(0.144988); MRioVerde PD2014(0.755706) | 0.900693 | 1155.87128 | 3019.911 | 1864.04 |
| MUnafPD2009 | 0.618881 | MRioVerde PD2014(0.619086); MSorrisoPD2014(0.285592) | 0.904678 | 1156.138746 | 3033.539 | 1877.4 |
| MPassoFundoPD2013 | 0.621714 | MBarreirasPC2013(0.253676); MRioVerde PD2013(1.042350) | 1.296026 | 1590.806709 | 4205.307 | 2614.5 |
| MSapezalPD2009 | 0.622434 | MRioVerde PD2013(0.181997); MRioVerde PD2014(0.873722) | 1.055719 | 1336.328496 | 3539.328 | 2203 |
| MBarreirasPC2008 | 0.624528 | MRioVerde PD2014(0.666349); MSorrisoPD2014(0.282738) | 0.949087 | 1195.013454 | 3182.693 | 1987.68 |
| MSorrisoPD2010 | 0.62894 | MBarreirasPC2013(0.083457); MRioVerde PD2013(0.031016); MRioVerde PD2014(0.808122) | 0.922594 | 1135.115423 | 3059.115 | 1924 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | SumLambda | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) | Produto |
|--------------------|--------------|---|------------------|---|---------------------------------|----------------|
| MPassoFundoPD2012 | 0.629449 | MRioVerde PD2013(0.797339) | 0.797339 | 983.115257 | 2653.115 | 1670 |
| MRioVerde PD2010 | 0.64467 | MRioVerde PD2013(0.561135); MRioVerde PD2014(0.390565) | 0.951699 | 1129.441977 | 3178.572 | 2049.13 |
| MSãoLuiz2014 | 0.645655 | MRioVerde PD2014(0.826460); MSorrisoPD2014(0.041082) | 0.867542 | 1031.993082 | 2912.393 | 1880.4 |
| MBarreirasPC2014 | 0.65019 | MRioVerde PD2013(1.264707); MRioVerde PD2014(0.182226) | 1.446933 | 1686.132295 | 4820.132 | 3134 |
| MBarreirasPC2011 | 0.654945 | MRioVerde PD2013(1.029246) | 1.029246 | 1181.733865 | 3424.774 | 2243.04 |
| MCampoMourãoPD2012 | 0.656421 | MRioVerde PD2013(0.683220); MRioVerde PD2014(0.291821) | 0.975041 | 1117.748348 | 3253.248 | 2135.5 |
| MChapadão2014 | 0.66091 | MRioVerde PD2013(1.389773); MRioVerde PD2014(0.091390) | 1.481163 | 1672.149673 | 4931.28 | 3259.13 |
| MRioVerde PD2012 | 0.662613 | MRioVerde PD2013(1.006527) | 1.006527 | 1129.967404 | 3349.177 | 2219.21 |
| MRioVerde PD2011 | 0.667031 | MRioVerde PD2013(1.068439) | 1.068439 | 1183.768812 | 3555.189 | 2371.42 |
| MSorrisoPD2009 | 0.676945 | MBarreirasPC2013(0.107192); MRioVerde PD2014(0.876460) | 0.983652 | 1051.327079 | 3254.327 | 2203 |
| MBarreirasPC2009 | 0.679282 | MRioVerde PD2014(0.650516); MSorrisoPD2014(0.200980) | 0.851496 | 916.034037 | 2856.194 | 1940.16 |
| MPassoFundoPD2014 | 0.685125 | MRioVerde PD2013(1.237254) | 1.237254 | 1296.312512 | 4116.913 | 2820.6 |
| MBalsasPD2011 | 0.69146 | MRioVerde PD2014(0.885737); MSorrisoPD2014(0.000035) | 0.885772 | 917.660756 | 2974.201 | 2056.54 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | SumLambda | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) | Produto |
|--------------------|--------------|--|------------------|---|---------------------------------|----------------|
| MCampoMourãoPD2011 | 0.707135 | MRioVerde PD2013(0.782108); MRioVerde PD2014(0.181617) | 0.963725 | 940.758827 | 3212.259 | 2271.5 |
| MRioVerde PD2008 | 0.711764 | MBarreirasPC2013(0.330743); MRioVerde PD2014(0.592107) | 0.92285 | 849.995151 | 2948.955 | 2098.96 |
| MLondrinaPD2009 | 0.725775 | MBarreirasPC2013(0.495875); MRioVerde PD2014(0.438819) | 0.934694 | 799.080109 | 2913.96 | 2114.88 |
| MLondrinaPD2008 | 0.745178 | MBarreirasPC2013(0.582842); MRioVerde PD2014(0.296475) | 0.879317 | 685.125355 | 2688.645 | 2003.52 |
| MRioVerde PD2009 | 0.747718 | MBarreirasPC2013(0.293455); MRioVerde PD2014(0.625719) | 0.919174 | 745.114822 | 2953.495 | 2208.38 |
| MChapadão2009 | 0.752875 | MBarreirasPC2013(0.288768); MRioVerde PD2014(0.637246) | 0.926013 | 736.082231 | 2978.582 | 2242.5 |
| MUnafPD2013 | 0.774613 | MRioVerde PD2013(0.911454); MRioVerde PD2014(0.180005) | 1.091459 | 819.787628 | 3637.238 | 2817.45 |
| MChapadão2008 | 0.786491 | MBarreirasPC2013(0.381898); MRioVerde PD2014(0.466313) | 0.848211 | 571.175161 | 2675.175 | 2104 |
| MSãoLuiz2009 | 0.790734 | MBarreirasPC2013(0.615868) | 0.615868 | 374.396622 | 1789.097 | 1414.7 |
| MPrimaveraPD2013 | 0.794783 | MRioVerde PD2013(0.856722); MRioVerde PD2014(0.291270) | 1.147992 | 785.718417 | 3828.718 | 3043 |
| MUnafPD2014 | 0.804805 | MRioVerde PD2014(1.248459); MSorrisoPD2014(0.009472) | 1.257931 | 824.44016 | 4223.68 | 3399.24 |
| MChapadão2013 | 0.807358 | MRioVerde PD2013(0.952718); MRioVerde PD2014(0.096119) | 1.048837 | 672.875238 | 3492.875 | 2820 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | SumLambda | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) | Produto |
|--------------------|--------------|--|------------------|---|---------------------------------|----------------|
| MCristalinaPD2013 | 0.808061 | MRioVerde PD2013(0.329652); MRioVerde PD2014(0.805352) | 1.135004 | 729.573464 | 3801.073 | 3071.5 |
| MBarreirasPC2010 | 0.847235 | MRioVerde PD2014(0.626611); MSorrisoPD2014(0.115451) | 0.742062 | 380.382827 | 2489.983 | 2109.6 |
| MSorrisoPD2013 | 0.877979 | MBarreirasPC2013(0.165739); MRioVerde PD2013(0.706877); MRioVerde PD2014(0.188322) | 1.060938 | 422.913846 | 3465.914 | 3043 |
| MSapezalPD2014 | 0.904215 | MRioVerde PD2014(0.983838); MSorrisoPD2014(0.096956) | 1.080795 | 347.471276 | 3627.631 | 3280.16 |
| MPrimaveraPD2014 | 0.907767 | MRioVerde PD2014(0.976365); MSorrisoPD2014(0.141786) | 1.118151 | 346.095158 | 3752.415 | 3406.32 |
| MCristalinaPD2014 | 0.908024 | MBarreirasPC2013(0.017802); MRioVerde PD2013(0.097739); MRioVerde PD2014(0.888917) | 1.004457 | 309.196847 | 3361.697 | 3052.5 |
| MCampoMourãoPD2013 | 0.913925 | MRioVerde PD2013(0.348970); MRioVerde PD2014(0.645794) | 0.994763 | 286.596594 | 3329.597 | 3043 |
| MBalsasPD2013 | 0.922271 | MRioVerde PD2014(0.606054); MSorrisoPD2014(0.298297) | 0.904351 | 235.695146 | 3032.255 | 2796.56 |
| MSãoLuiz2010 | 0.9354 | MBarreirasPC2013(0.533198); MRioVerde PD2013(0.028714) | 0.561912 | 106.234393 | 1644.484 | 1538.25 |
| MBalsasPD2014 | 0.966684 | MRioVerde PD2014(0.619007); MSorrisoPD2014(0.285612) | 0.904618 | 101.057662 | 3033.338 | 2932.28 |
| MCampoMourãoPD2014 | 0.969797 | MRioVerde PD2013(0.382777); MRioVerde | 0.937939 | 94.770946 | 3137.771 | 3043 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | SumLambda | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) | Produto |
|------------------|--------------|----------------------------|------------------|---|---------------------------------|----------------|
| | | PD2014(0.555162) | | | | |
| MBarreirasPC2013 | 1 | MBarreirasPC2013(1.000000) | 1 | 0 | 2905 | 2905 |
| MRioVerde PD2013 | 1 | MRioVerde PD2013(1.000000) | 1 | 0 | 3327.46 | 3327.46 |
| MRioVerde PD2014 | 1 | MRioVerde PD2014(1.000000) | 1 | 0 | 3357.75 | 3357.75 |
| MSapezalPD2013 | 1 | MSapezalPD2013(1.000000) | 1 | 0 | 3043 | 3043 |
| MSorrisoPD2014 | 1 | MSorrisoPD2014(1.000000) | 1 | 0 | 3343.24 | 3343.24 |

APÊNDICE C – RESULTADO DA PESQUISA – DEA METAFRONTTEIRA

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) |
|--------------------|--------------|--|---|-----------------------------|
| MUnaiPD2007 | 0.34 | MRioVerde PD2013(0.626000); MRioVerde PD2014(0.509026); RioVerde PD2010(0.032758) | 2554.94 | 3898.64 |
| MSapezalPD2007 | 0.36 | BarreirasPC2010(0.734912); MRioVerde PD2014(0.555480); RioVerde PD2010(0.074928) | 2708.72 | 4225.22 |
| MUnaiPD2008 | 0.36 | BarreirasPC2010(0.027078); MRioVerde PD2014(0.945934); RioVerde PD2010(0.500435) | 3103.11 | 4880.61 |
| MChapadão2007 | 0.37 | BarreirasPD2013(0.252096); MRioVerde PD2013(0.219790); MRioVerde PD2014(0.392560); SãoLuiz2010(0.521706) | 2445.83 | 3901.33 |
| MRioVerde PD2007 | 0.38 | BarreirasPC2010(0.061309); MRioVerde PD2013(1.064670); MRioVerde PD2014(0.072180) | 2442.75 | 3961.58 |
| MBalsasPD2008 | 0.40 | BarreirasPC2010(0.319286); MRioVerde PD2014(0.079989); MSorrisoPD2014(0.950637) | 2602.33 | 4366.33 |
| MPrimaveraPD2007 | 0.41 | BarreirasPC2010(0.758849); MRioVerde PD2014(0.118103); RioVerde PD2010(0.350458) | 2204.53 | 3721.03 |
| MBalsasPD2007 | 0.42 | BalsasPD2010(0.324467); BarreirasPC2010(0.357507); MRioVerde PD2014(0.038411); MSorrisoPD2014(0.333098) | 1836.11 | 3164.51 |
| MSãoLuiz2012 | 0.42 | BarreirasPC2010(0.153170); MRioVerde PD2014(0.746714); RioVerde PD2010(0.007348) | 1719.79 | 2972.29 |
| MBalsasPD2009 | 0.43 | BalsasPD2010(0.154842); BarreirasPC2010(0.401784); MSorrisoPD2014(0.582735) | 2005.67 | 3531.17 |
| MBarreirasPC2007 | 0.44 | BarreirasPC2010(0.615007); MRioVerde PD2014(0.344829); MSorrisoPD2014(0.081441) | 1792.06 | 3201.34 |
| MPrimaveraPD2008 | 0.45 | BarreirasPC2010(0.217570); MRioVerde PD2014(1.149153); MSorrisoPD2014(0.045659) | 2550.82 | 4637.82 |
| MCampoMourãoPD2007 | 0.45 | BarreirasPC2010(0.561127); MRioVerde PD2014(0.148714); RioVerde PD2010(0.277690) | 1653.03 | 3017.88 |
| MPassoFundoPD2008 | 0.45 | BarreirasPC2010(0.200789); MRioVerde PD2013(0.516468); MRioVerde PD2014(0.448238) | 2076.45 | 3801.87 |
| MSorrisoPD2007 | 0.46 | MRioVerde PD2013(0.083375); MRioVerde | 1765.29 | 3281.79 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) |
|--------------------|--------------|--|---|-----------------------------|
| | | PD2014(0.463146); RioVerde PD2008(0.445919) | | |
| MPassoFundoPD2009 | 0.47 | MRioVerde PD2013(0.175616); MRioVerde PD2014(0.467759); RioVerde PD2010(0.445990) | 1920.27 | 3604.44 |
| MPassoFundoPD2007 | 0.47 | BalsasPD2010(0.037696); BarreirasPC2010(0.139082); MRioVerde PD2014(0.576837) | 1296.06 | 2441.10 |
| MSapezalPD2008 | 0.48 | BarreirasPC2010(0.552430); MRioVerde PD2014(0.652113); RioVerde PD2010(0.188324) | 2305.69 | 4392.69 |
| MLondrinaPD2007 | 0.48 | BarreirasPC2010(0.101718); MRioVerde PD2014(0.809529); RioVerde PD2010(0.039915) | 1624.37 | 3140.87 |
| MPrimaveraPD2012 | 0.48 | BarreirasPC2010(0.154214); MRioVerde PD2013(1.191178) | 2272.24 | 4407.74 |
| MUnafPD2012 | 0.49 | MRioVerde PD2013(1.179759) | 2009.05 | 3925.60 |
| MUnafPD2011 | 0.50 | BarreirasPC2010(0.101449); MRioVerde PD2013(0.840114); RioVerde PD2010(0.287998) | 2018.86 | 4023.61 |
| MCampoMourãoPD2008 | 0.50 | BarreirasPC2010(0.228357); MRioVerde PD2013(0.518347); MRioVerde PD2014(0.528505) | 2070.04 | 4157.04 |
| MSãoLuiz2008 | 0.50 | BarreirasPD2013(0.210187); MRioVerde PD2013(0.179959); MRioVerde PD2014(0.455369); SãoLuiz2010(0.250147) | 1627.29 | 3283.69 |
| MUnafPD2010 | 0.51 | BarreirasPC2010(0.007695); MRioVerde PD2014(0.102844); RioVerde PD2010(0.993093) | 1767.59 | 3595.04 |
| MLondrinaPD2010 | 0.52 | BarreirasPC2010(0.134183); MRioVerde PD2013(0.650413); MRioVerde PD2014(0.305587) | 1729.71 | 3576.75 |
| MSorrisoPD2012 | 0.52 | BarreirasPD2013(0.046451); MRioVerde PD2013(1.149510); MRioVerde PD2014(0.045735) | 1982.37 | 4117.87 |
| MSapezalPD2010 | 0.52 | BarreirasPC2010(0.278229); MRioVerde PD2014(0.641390); RioVerde PD2010(0.230680) | 1780.64 | 3704.64 |
| MSãoLuiz2011 | 0.52 | BarreirasPC2010(0.293388); MRioVerde PD2014(0.099890); RioVerde PD2010(0.461775) | 1279.23 | 2681.13 |
| MPrimaveraPD2009 | 0.53 | BarreirasPC2010(0.371310); MRioVerde PD2014(0.770328); MSorrisoPD2014(0.157571) | 1979.74 | 4182.74 |
| MChapadão2012 | 0.53 | MRioVerde PD2013(1.179593) | 1847.55 | 3925.05 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) |
|--------------------|--------------|---|---|-----------------------------|
| MSapezalPD2012 | 0.53 | MRioVerde PD2013(0.643134); MRioVerde PD2014(0.150126); MSapezalPD2013(0.446748) | 1868.04 | 4003.54 |
| MBalsasPD2010 | 0.54 | BalsasPD2010(1.000000) | 1271.42 | 2750.00 |
| MChapadão2010 | 0.54 | BarreirasPC2010(0.036403); MRioVerde PD2014(0.223834); RioVerde PD2010(0.748207) | 1509.59 | 3288.09 |
| MPrimaveraPD2010 | 0.55 | BarreirasPC2010(0.549378); MRioVerde PD2013(0.042349); MRioVerde PD2014(0.537642) | 1604.39 | 3528.39 |
| UnaiPD2008 | 0.55 | BarreirasPC2010(0.027078); MRioVerde PD2014(0.945934); RioVerde PD2010(0.500435) | 2180.61 | 4880.61 |
| MCampoMourãoPD2009 | 0.55 | BarreirasPC2010(0.365066); MRioVerde PD2013(0.528251); MRioVerde PD2014(0.348561) | 1776.50 | 3979.50 |
| MLondrinaPD2012 | 0.55 | BarreirasPC2010(0.146843); MRioVerde PD2013(0.586492); MRioVerde PD2014(0.393619) | 1646.03 | 3696.11 |
| MPrimaveraPD2011 | 0.56 | BarreirasPC2010(0.248112); MRioVerde PD2013(1.010455) | 1805.31 | 4076.81 |
| MBarreirasPC2012 | 0.56 | MRioVerde PD2013(1.078370) | 1584.23 | 3588.23 |
| MCristalinaPD2012 | 0.56 | BarreirasPC2010(0.089477); MRioVerde PD2013(0.473592); MRioVerde PD2014(0.542110) | 1605.32 | 3653.82 |
| MUnaiPD2009 | 0.56 | BalsasPD2010(0.418515); BarreirasPC2010(0.483494); MRioVerde PD2014(0.152336); MSorrisoPD2014(0.081936) | 1451.42 | 3328.82 |
| MCristalinaPD2011 | 0.57 | BarreirasPC2010(0.279095); MRioVerde PD2013(0.538180); MRioVerde PD2014(0.379627) | 1680.26 | 3869.26 |
| MPassoFundoPD2010 | 0.57 | MRioVerde PD2013(0.157854); MRioVerde PD2014(0.259324); RioVerde PD2010(0.565862) | 1403.80 | 3235.05 |
| MCampoMourãoPD2010 | 0.57 | BarreirasPC2010(0.322901); MRioVerde PD2013(0.740778) | 1470.86 | 3394.86 |
| MBarreirasPC2008 | 0.58 | BarreirasPC2010(0.668497); MRioVerde PD2014(0.247461); MSorrisoPD2014(0.205559) | 1455.74 | 3443.42 |
| MSorrisoPD2008 | 0.58 | Chapadão2008(0.136860); MSorrisoPD2014(0.259440); RioVerde PD2009(0.707768) | 1491.20 | 3578.20 |
| MPassoFundoPD2013 | 0.59 | BarreirasPD2013(0.007179); MRioVerde PD2013(1.029076); SãoLuiz2010(0.462298) | 1802.07 | 4416.57 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) |
|-------------------|--------------|--|---|-----------------------------|
| MBalsasPD2012 | 0.59 | BarreirasPC2010(0.320332); MRioVerde PD2014(0.345955); RioVerde PD2010(0.324959) | 1276.26 | 3140.30 |
| MChapadão2011 | 0.59 | BarreirasPC2010(0.170347); MRioVerde PD2013(1.035161) | 1594.56 | 3935.06 |
| MPassoFundoPD2011 | 0.60 | BarreirasPC2010(0.102406); MRioVerde PD2013(0.894629) | 1324.69 | 3271.77 |
| MSãoLuiz2013 | 0.60 | BalsasPD2010(0.262991); BarreirasPC2010(0.051635); MRioVerde PD2014(0.610569) | 1179.07 | 2922.07 |
| MSapezalPD2009 | 0.60 | BarreirasPC2010(0.395835); MRioVerde PD2014(0.365419); RioVerde PD2010(0.406605) | 1485.46 | 3688.46 |
| MSapezalPD2011 | 0.60 | MRioVerde PD2013(0.728915); MRioVerde PD2014(0.207073); MSapezalPD2013(0.220767) | 1521.03 | 3792.53 |
| SãoLuiz2014 | 0.60 | BalsasPD2010(0.066148); BarreirasPC2010(0.153451); MRioVerde PD2014(0.704419) | 1189.11 | 2989.11 |
| MSorrisoPD2011 | 0.60 | BarreirasPC2010(0.077302); MRioVerde PD2013(1.064722) | 1493.95 | 3765.45 |
| MBarreirasPC2009 | 0.60 | BarreirasPC2010(0.918978); MRioVerde PD2014(0.074674); MSorrisoPD2014(0.094883) | 1274.45 | 3214.61 |
| MLondrinaPD2011 | 0.60 | BarreirasPC2010(0.205131); MRioVerde PD2013(0.710999); MRioVerde PD2014(0.193690) | 1426.32 | 3606.96 |
| SãoLuiz2012 | 0.61 | BarreirasPC2010(0.153170); MRioVerde PD2014(0.746714); RioVerde PD2010(0.007348) | 1172.29 | 2972.29 |
| PassoFundoPD2013 | 0.61 | BarreirasPD2013(0.007179); MRioVerde PD2013(1.029076); SãoLuiz2010(0.462298) | 1716.57 | 4416.57 |
| MSorrisoPD2010 | 0.61 | MRioVerde PD2013(0.034204); MRioVerde PD2014(0.659489); RioVerde PD2008(0.247168) | 1207.51 | 3131.51 |
| BarreirasPD2014 | 0.61 | BarreirasPC2010(0.206386); MRioVerde PD2013(1.288776) | 1882.74 | 4882.74 |
| SãoLuiz2013 | 0.62 | BalsasPD2010(0.262991); BarreirasPC2010(0.051635); MRioVerde PD2014(0.610569) | 1122.07 | 2922.07 |
| BalsasPD2008 | 0.62 | BarreirasPC2010(0.319286); MRioVerde PD2014(0.079989); MSorrisoPD2014(0.950637) | 1666.33 | 4366.33 |
| Chapadão2014 | 0.62 | BarreirasPC2010(0.085723); MRioVerde PD2013(1.377210); RioVerde PD2010(0.040205) | 1860.16 | 4960.16 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) |
|--------------------|--------------|--|---|-----------------------------|
| MSãoLuiz2014 | 0.63 | BalsasPD2010(0.066148); BarreirasPC2010(0.153451); MRioVerde PD2014(0.704419) | 1108.71 | 2989.11 |
| MPassoFundoPD2012 | 0.63 | MRioVerde PD2013(0.797339) | 983.12 | 2653.12 |
| MRioVerde PD2010 | 0.63 | RioVerde PD2010(1.000000) | 1200.87 | 3250.00 |
| MCampoMourãoPD2012 | 0.64 | BarreirasPC2010(0.330511); MRioVerde PD2013(0.721765) | 1218.02 | 3353.52 |
| MBarreirasPC2014 | 0.64 | BarreirasPC2010(0.206386); MRioVerde PD2013(1.288776) | 1748.74 | 4882.74 |
| MSorrisoPD2009 | 0.64 | MSorrisoPD2014(0.231399); RioVerde PD2009(0.817517) | 1227.55 | 3430.55 |
| MLondrinaPD2009 | 0.64 | Chapadão2008(0.671340); RioVerde PD2009(0.214185); SãoLuiz2010(0.272153) | 1166.76 | 3281.64 |
| MRioVerde PD2008 | 0.65 | RioVerde PD2008(1.000000) | 1151.04 | 3250.00 |
| PrimaveraPD2008 | 0.65 | BarreirasPC2010(0.217570); MRioVerde PD2014(1.149153); MSorrisoPD2014(0.045659) | 1637.82 | 4637.82 |
| MSãoLuiz2009 | 0.65 | BarreirasPD2013(0.028473); SãoLuiz2010(0.997004) | 764.43 | 2179.13 |
| MLondrinaPD2008 | 0.65 | Chapadão2008(0.549342); RioVerde PD2009(0.090306); SãoLuiz2010(0.533940) | 1059.28 | 3062.80 |
| MBarreirasPC2011 | 0.65 | MRioVerde PD2013(1.029246) | 1181.73 | 3424.77 |
| PassoFundoPD2014 | 0.66 | MRioVerde PD2013(1.237254) | 1416.91 | 4116.91 |
| MChapadão2014 | 0.66 | BarreirasPC2010(0.085723); MRioVerde PD2013(1.377210); RioVerde PD2010(0.040205) | 1701.03 | 4960.16 |
| PassoFundoPD2008 | 0.66 | BarreirasPC2010(0.200789); MRioVerde PD2013(0.516468); MRioVerde PD2014(0.448238) | 1301.87 | 3801.87 |
| MBalsasPD2011 | 0.66 | BarreirasPC2010(0.427387); MRioVerde PD2014(0.473793); RioVerde PD2010(0.088762) | 1053.69 | 3110.23 |
| MRioVerde PD2012 | 0.66 | MRioVerde PD2013(1.006527) | 1129.97 | 3349.18 |
| MRioVerde PD2011 | 0.67 | MRioVerde PD2013(1.068439) | 1183.77 | 3555.19 |
| UnaiPD2011 | 0.67 | BarreirasPC2010(0.101449); MRioVerde PD2013(0.840114); RioVerde PD2010(0.287998) | 1323.61 | 4023.61 |
| SãoLuiz2011 | 0.67 | BarreirasPC2010(0.293388); MRioVerde PD2014(0.099890); RioVerde PD2010(0.461775) | 881.13 | 2681.13 |
| MRioVerde PD2009 | 0.68 | RioVerde PD2009(1.000000) | 1041.62 | 3250.00 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) |
|--------------------|--------------|---|---|-----------------------------|
| PrimaveraPD2012 | 0.68 | BarreirasPC2010(0.154214); MRioVerde PD2013(1.191178) | 1407.74 | 4407.74 |
| SapezalPD2008 | 0.68 | BarreirasPC2010(0.552430); MRioVerde PD2014(0.652113); RioVerde PD2010(0.188324) | 1392.69 | 4392.69 |
| MPassoFundoPD2014 | 0.69 | MRioVerde PD2013(1.237254) | 1296.31 | 4116.91 |
| MChapadão2009 | 0.69 | Chapadão2008(0.321454); MSorrisoPD2014(0.047638); RioVerde PD2009(0.658794) | 1022.21 | 3264.71 |
| UnaiPD2012 | 0.69 | MRioVerde PD2013(1.179759) | 1225.60 | 3925.60 |
| UnaiPD2007 | 0.69 | MRioVerde PD2013(0.626000); MRioVerde PD2014(0.509026); RioVerde PD2010(0.032758) | 1198.64 | 3898.64 |
| PassoFundoPD2009 | 0.69 | MRioVerde PD2013(0.175616); MRioVerde PD2014(0.467759); RioVerde PD2010(0.445990) | 1104.44 | 3604.44 |
| MCampoMourãoPD2011 | 0.69 | BarreirasPC2010(0.205697); MRioVerde PD2013(0.806097) | 1003.16 | 3274.66 |
| MChapadão2008 | 0.70 | Chapadão2008(1.000000) | 896.00 | 3000.00 |
| SapezalPD2007 | 0.71 | BarreirasPC2010(0.734912); MRioVerde PD2014(0.555480); RioVerde PD2010(0.074928) | 1225.22 | 4225.22 |
| PrimaveraPD2009 | 0.72 | BarreirasPC2010(0.371310); MRioVerde PD2014(0.770328); MSorrisoPD2014(0.157571) | 1182.74 | 4182.74 |
| CampoMourãoPD2008 | 0.72 | BarreirasPC2010(0.228357); MRioVerde PD2013(0.518347); MRioVerde PD2014(0.528505) | 1157.04 | 4157.04 |
| SorrisoPD2012 | 0.73 | BarreirasPD2013(0.046451); MRioVerde PD2013(1.149510); MRioVerde PD2014(0.045735) | 1117.87 | 4117.87 |
| SãoLuiz2008 | 0.73 | BarreirasPD2013(0.210187); MRioVerde PD2013(0.179959); MRioVerde PD2014(0.455369); SãoLuiz2010(0.250147) | 883.69 | 3283.69 |
| MSãoLuiz2010 | 0.73 | SãoLuiz2010(1.000000) | 561.75 | 2100.00 |
| MBarreirasPC2010 | 0.73 | BarreirasPC2010(1.000000) | 770.40 | 2880.00 |
| PrimaveraPD2011 | 0.74 | BarreirasPC2010(0.248112); MRioVerde PD2013(1.010455) | 1076.81 | 4076.81 |
| UnaiPD2014 | 0.74 | MRioVerde PD2014(1.179950); MSorrisoPD2014(0.033940); RioVerde PD2009(0.047820) | 1110.86 | 4230.86 |
| UnaiPD2013 | 0.74 | MRioVerde PD2013(0.911454); MRioVerde PD2014(0.180005) | 937.24 | 3637.24 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) |
|-------------------|--------------|--|---|-----------------------------|
| SapezalPD2012 | 0.75 | MRioVerde PD2013(0.643134); MRioVerde PD2014(0.150126); MSapezalPD2013(0.446748) | 1003.54 | 4003.54 |
| UnaiPD2010 | 0.75 | BarreirasPC2010(0.007695); MRioVerde PD2014(0.102844); RioVerde PD2010(0.993093) | 895.04 | 3595.04 |
| CampoMourãoPD2009 | 0.75 | BarreirasPC2010(0.365066); MRioVerde PD2013(0.528251); MRioVerde PD2014(0.348561) | 979.50 | 3979.50 |
| LondrinaPD2012 | 0.76 | BarreirasPC2010(0.146843); MRioVerde PD2013(0.586492); MRioVerde PD2014(0.393619) | 896.11 | 3696.11 |
| Chapadão2011 | 0.76 | BarreirasPC2010(0.170347); MRioVerde PD2013(1.035161) | 935.06 | 3935.06 |
| PassoFundoPD2011 | 0.76 | BarreirasPC2010(0.102406); MRioVerde PD2013(0.894629) | 771.77 | 3271.77 |
| Chapadão2012 | 0.76 | MRioVerde PD2013(1.179593) | 925.05 | 3925.05 |
| BalsasPD2009 | 0.76 | BalsasPD2010(0.154842); BarreirasPC2010(0.401784); MSorrisoPD2014(0.582735) | 831.17 | 3531.17 |
| Chapadão2007 | 0.77 | BarreirasPD2013(0.252096); MRioVerde PD2013(0.219790); MRioVerde PD2014(0.392560); SãoLuiz2010(0.521706) | 901.33 | 3901.33 |
| PassoFundoPD2010 | 0.77 | MRioVerde PD2013(0.157854); MRioVerde PD2014(0.259324); RioVerde PD2010(0.565862) | 735.05 | 3235.05 |
| MUnaiPD2013 | 0.77 | MRioVerde PD2013(0.911454); MRioVerde PD2014(0.180005) | 819.79 | 3637.24 |
| CristalinaPD2011 | 0.78 | BarreirasPC2010(0.279095); MRioVerde PD2013(0.538180); MRioVerde PD2014(0.379627) | 869.26 | 3869.26 |
| LondrinaPD2011 | 0.78 | BarreirasPC2010(0.205131); MRioVerde PD2013(0.710999); MRioVerde PD2014(0.193690) | 806.96 | 3606.96 |
| PrimaveraPD2013 | 0.78 | BarreirasPC2010(0.047133); MRioVerde PD2013(0.862219); MRioVerde PD2014(0.249654) | 843.02 | 3843.02 |
| LondrinaPD2010 | 0.78 | BarreirasPC2010(0.134183); MRioVerde PD2013(0.650413); MRioVerde PD2014(0.305587) | 776.75 | 3576.75 |
| CristalinaPD2013 | 0.79 | BarreirasPC2010(0.065221); MRioVerde PD2013(0.337258); MRioVerde PD2014(0.747765) | 820.86 | 3820.86 |
| SapezalPD2011 | 0.79 | MRioVerde PD2013(0.728915); MRioVerde | 792.53 | 3792.53 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) |
|-------------------|--------------|--|---|-----------------------------|
| | | PD2014(0.207073); MSapezalPD2013(0.220767) | | |
| MPrimaveraPD2013 | 0.79 | BarreirasPC2010(0.047133); MRioVerde PD2013(0.862219); MRioVerde PD2014(0.249654) | 800.02 | 3843.02 |
| SorrisoPD2011 | 0.80 | BarreirasPC2010(0.077302); MRioVerde PD2013(1.064722) | 765.45 | 3765.45 |
| BarreirasPC2012 | 0.80 | MRioVerde PD2013(1.078370) | 708.23 | 3588.23 |
| MUnaiPD2014 | 0.80 | MRioVerde PD2014(1.179950); MSorrisoPD2014(0.033940); RioVerde PD2009(0.047820) | 831.62 | 4230.86 |
| MCristalinaPD2013 | 0.80 | BarreirasPC2010(0.065221); MRioVerde PD2013(0.337258); MRioVerde PD2014(0.747765) | 749.36 | 3820.86 |
| PrimaveraPD2007 | 0.81 | BarreirasPC2010(0.758849); MRioVerde PD2014(0.118103); RioVerde PD2010(0.350458) | 721.03 | 3721.03 |
| MChapadão2013 | 0.81 | MRioVerde PD2013(0.952718); MRioVerde PD2014(0.096119) | 672.88 | 3492.88 |
| SapezalPD2010 | 0.81 | BarreirasPC2010(0.278229); MRioVerde PD2014(0.641390); RioVerde PD2010(0.230680) | 704.64 | 3704.64 |
| UnaiPD2009 | 0.81 | BalsasPD2010(0.418515); BarreirasPC2010(0.483494); MRioVerde PD2014(0.152336); MSorrisoPD2014(0.081936) | 628.82 | 3328.82 |
| SapezalPD2009 | 0.81 | BarreirasPC2010(0.395835); MRioVerde PD2014(0.365419); RioVerde PD2010(0.406605) | 688.46 | 3688.46 |
| RioVerde PD2007 | 0.82 | BarreirasPC2010(0.061309); MRioVerde PD2013(1.064670); MRioVerde PD2014(0.072180) | 711.58 | 3961.58 |
| CristalinaPD2012 | 0.82 | BarreirasPC2010(0.089477); MRioVerde PD2013(0.473592); MRioVerde PD2014(0.542110) | 653.82 | 3653.82 |
| BarreirasPC2008 | 0.84 | BarreirasPC2010(0.668497); MRioVerde PD2014(0.247461); MSorrisoPD2014(0.205559) | 563.42 | 3443.42 |
| SorrisoPD2008 | 0.84 | Chapadão2008(0.136860); MSorrisoPD2014(0.259440); RioVerde PD2009(0.707768) | 578.20 | 3578.20 |
| BarreirasPC2011 | 0.84 | MRioVerde PD2013(1.029246) | 544.77 | 3424.77 |
| PrimaveraPD2010 | 0.85 | BarreirasPC2010(0.549378); MRioVerde PD2013(0.042349); MRioVerde PD2014(0.537642) | 528.39 | 3528.39 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) |
|--------------------|--------------|--|---|-----------------------------|
| BalsasPD2007 | 0.85 | BalsasPD2010(0.324467); BarreirasPC2010(0.357507); MRioVerde PD2014(0.038411); MSorrisoPD2014(0.333098) | 464.51 | 3164.51 |
| LondrinaPD2009 | 0.85 | Chapadão2008(0.671340); RioVerde PD2009(0.214185); SãoLuiz2010(0.272153) | 481.64 | 3281.64 |
| MBalsasPD2013 | 0.86 | BalsasPD2010(0.543417); BarreirasPC2010(0.239562); MRioVerde PD2014(0.243274); MSorrisoPD2014(0.078683) | 467.68 | 3264.24 |
| Chapadão2013 | 0.86 | MRioVerde PD2013(0.952718); MRioVerde PD2014(0.096119) | 492.88 | 3492.88 |
| SorrisoPD2013 | 0.86 | BarreirasPD2013(0.153020); MRioVerde PD2013(0.703645); MRioVerde PD2014(0.191311); SãoLuiz2010(0.022264) | 489.54 | 3489.54 |
| SapezalPD2014 | 0.86 | MRioVerde PD2014(0.983838); MSorrisoPD2014(0.096956) | 507.63 | 3627.63 |
| PrimaveraPD2014 | 0.86 | Chapadão2008(0.030447); MRioVerde PD2014(0.930194); MSorrisoPD2014(0.162060) | 516.51 | 3756.51 |
| MSorrisoPD2013 | 0.87 | BarreirasPD2013(0.153020); MRioVerde PD2013(0.703645); MRioVerde PD2014(0.191311); SãoLuiz2010(0.022264) | 446.54 | 3489.54 |
| CampoMourãoPD2013 | 0.87 | BarreirasPC2010(0.207492); MRioVerde PD2014(0.202856); RioVerde PD2010(0.665024) | 440.05 | 3440.05 |
| SorrisoPD2009 | 0.87 | MSorrisoPD2014(0.231399); RioVerde PD2009(0.817517) | 430.55 | 3430.55 |
| BalsasPD2012 | 0.88 | BarreirasPC2010(0.320332); MRioVerde PD2014(0.345955); RioVerde PD2010(0.324959) | 390.30 | 3140.30 |
| CampoMourãoPD2010 | 0.88 | BarreirasPC2010(0.322901); MRioVerde PD2013(0.740778) | 394.86 | 3394.86 |
| BalsasPD2011 | 0.88 | BarreirasPC2010(0.427387); MRioVerde PD2014(0.473793); RioVerde PD2010(0.088762) | 360.23 | 3110.23 |
| MBalsasPD2014 | 0.88 | BalsasPD2010(0.482298); BarreirasPC2010(0.408880); MRioVerde PD2014(0.174048); MSorrisoPD2014(0.068039) | 383.50 | 3315.78 |
| MCampoMourãoPD2013 | 0.88 | BarreirasPC2010(0.207492); MRioVerde PD2014(0.202856); RioVerde PD2010(0.665024) | 397.05 | 3440.05 |
| CristalinaPD2014 | 0.89 | BarreirasPD2013(0.017802); MRioVerde PD2013(0.097739); MRioVerde PD2014(0.888917) | 363.39 | 3363.39 |
| CampoMourãoPD2012 | 0.89 | BarreirasPC2010(0.330511); MRioVerde PD2013(0.721765) | 353.52 | 3353.52 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) |
|--------------------|--------------|--|---|-----------------------------|
| CampoMourãoPD2007 | 0.89 | BarreirasPC2010(0.561127); MRioVerde PD2014(0.148714); RioVerde PD2010(0.277690) | 317.88 | 3017.88 |
| BarreirasPC2009 | 0.90 | BarreirasPC2010(0.918978); MRioVerde PD2014(0.074674); MSorrisoPD2014(0.094883) | 334.61 | 3214.61 |
| BarreirasPC2007 | 0.90 | BarreirasPC2010(0.615007); MRioVerde PD2014(0.344829); MSorrisoPD2014(0.081441) | 321.34 | 3201.34 |
| MSapezalPD2014 | 0.90 | MRioVerde PD2014(0.983838); MSorrisoPD2014(0.096956) | 347.47 | 3627.63 |
| MPrimaveraPD2014 | 0.91 | Chapadão2008(0.030447); MRioVerde PD2014(0.930194); MSorrisoPD2014(0.162060) | 350.19 | 3756.51 |
| MCristalinaPD2014 | 0.91 | BarreirasPD2013(0.017802); MRioVerde PD2013(0.097739); MRioVerde PD2014(0.888917) | 310.89 | 3363.39 |
| Chapadão2010 | 0.91 | BarreirasPC2010(0.036403); MRioVerde PD2014(0.223834); RioVerde PD2010(0.748207) | 288.09 | 3288.09 |
| SorrisoPD2007 | 0.91 | MRioVerde PD2013(0.083375); MRioVerde PD2014(0.463146); RioVerde PD2008(0.445919) | 281.79 | 3281.79 |
| RioVerde PD2011 | 0.91 | MRioVerde PD2013(1.068439) | 305.19 | 3555.19 |
| LondrinaPD2008 | 0.91 | Chapadão2008(0.549342); RioVerde PD2009(0.090306); SãoLuiz2010(0.533940) | 262.80 | 3062.80 |
| CampoMourãoPD2011 | 0.92 | BarreirasPC2010(0.205697); MRioVerde PD2013(0.806097) | 274.66 | 3274.66 |
| Chapadão2009 | 0.92 | Chapadão2008(0.321454); MSorrisoPD2014(0.047638); RioVerde PD2009(0.658794) | 264.71 | 3264.71 |
| CampoMourãoPD2014 | 0.92 | BarreirasPC2010(0.181355); MRioVerde PD2014(0.113893); RioVerde PD2010(0.719840) | 244.21 | 3244.21 |
| MCampoMourãoPD2014 | 0.94 | BarreirasPC2010(0.181355); MRioVerde PD2014(0.113893); RioVerde PD2010(0.719840) | 201.21 | 3244.21 |
| BalsasPD2014 | 0.94 | BalsasPD2010(0.482298); BarreirasPC2010(0.408880); MRioVerde PD2014(0.174048); MSorrisoPD2014(0.068039) | 195.78 | 3315.78 |
| PassoFundoPD2012 | 0.94 | MRioVerde PD2013(0.797339) | 153.12 | 2653.12 |
| SorrisoPD2014 | 0.95 | MSorrisoPD2014(1.000000) | 163.24 | 3343.24 |
| LondrinaPD2007 | 0.96 | BarreirasPC2010(0.101718); MRioVerde PD2014(0.809529); | 140.87 | 3140.87 |

| DMU | Score | Benchmark(Lambda) | Proportionate Movement (Product) | Projection (Product) |
|------------------|--------------|--|---|-----------------------------|
| | | RioVerde PD2010(0.039915) | | |
| BalsasPD2013 | 0.96 | BalsasPD2010(0.543417); BarreirasPC2010(0.239562); MRioVerde PD2014(0.243274); MSorrisoPD2014(0.078683) | 144.24 | 3264.24 |
| SorrisoPD2010 | 0.96 | MRioVerde PD2013(0.034204); MRioVerde PD2014(0.659489); RioVerde PD2008(0.247168) | 131.51 | 3131.51 |
| PassoFundoPD2007 | 0.96 | BalsasPD2010(0.037696); BarreirasPC2010(0.139082); MRioVerde PD2014(0.576837) | 101.10 | 2441.10 |
| SãoLuiz2009 | 0.96 | BarreirasPD2013(0.028473); SãoLuiz2010(0.997004) | 79.13 | 2179.13 |
| MBarreirasPC2013 | 0.97 | BarreirasPD2013(1.000000) | 95.00 | 3000.00 |
| RioVerde PD2012 | 0.97 | MRioVerde PD2013(1.006527) | 99.18 | 3349.18 |
| RioVerde PD2013 | 0.98 | MRioVerde PD2013(1.000000) | 77.46 | 3327.46 |
| RioVerde PD2014 | 0.98 | MRioVerde PD2014(1.000000) | 57.75 | 3357.75 |
| SapezalPD2013 | 0.99 | MSapezalPD2013(1.000000) | 43.00 | 3043.00 |
| MRioVerde PD2013 | 1.00 | MRioVerde PD2013(1.000000) | 0.00 | 3327.46 |
| MRioVerde PD2014 | 1.00 | MRioVerde PD2014(1.000000) | 0.00 | 3357.75 |
| MSapezalPD2013 | 1.00 | MSapezalPD2013(1.000000) | 0.00 | 3043.00 |
| MSorrisoPD2014 | 1.00 | MSorrisoPD2014(1.000000) | 0.00 | 3343.24 |
| BalsasPD2010 | 1.00 | BalsasPD2010(1.000000) | 0.00 | 2750.00 |
| BarreirasPC2010 | 1.00 | BarreirasPC2010(1.000000) | 0.00 | 2880.00 |
| BarreirasPD2013 | 1.00 | BarreirasPD2013(1.000000) | 0.00 | 3000.00 |
| Chapadão2008 | 1.00 | Chapadão2008(1.000000) | 0.00 | 3000.00 |
| RioVerde PD2008 | 1.00 | RioVerde PD2008(1.000000) | 0.00 | 3250.00 |
| RioVerde PD2009 | 1.00 | RioVerde PD2009(1.000000) | 0.00 | 3250.00 |
| RioVerde PD2010 | 1.00 | RioVerde PD2010(1.000000) | 0.00 | 3250.00 |
| SãoLuiz2010 | 1.00 | SãoLuiz2010(1.000000) | 0.00 | 2100.00 |