

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS**

JOÃO PAULO GOMES BARBOSA

**EFICIÊNCIA TÉCNICA E DE ESCALA DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO
DAS CIDADES PRODUTORAS DE SOJA DO BRASIL**

UBERLÂNDIA

2016

JOÃO PAULO GOMES BARBOSA

**EFICIÊNCIA TÉCNICA E DE ESCALA DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO
DAS CIDADES PRODUTORAS DE SOJA DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciências Contábeis, da Universidade Federal de Uberlândia como exigência parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Contábeis.

Linha de Pesquisa: Controladoria

Professor Orientador: Marcelo Tavares

UBERLÂNDIA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

B238e Barbosa, João Paulo Gomes, 1984-
2016 Eficiência técnica e de escala dos custos de produção das cidades
produtoras de soja do Brasil / João Paulo Gomes Barbosa. - 2016.
99 f. : il.

Orientador: Marcelo Tavares.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis.
Inclui bibliografia.

1. Contabilidade - Teses. 2. Soja - Aspectos econômicos - Brasil -
Teses. 3. Contabilidade de custo - Teses. 4. Contabilidade agrícola –
Brasil - Teses. 5. Economia agrícola – Brasil. Teses. I. Tavares, Marcelo.
II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
Ciências Contábeis. III. Título.

CDU: 657

EFICIÊNCIA TÉCNICA E DE ESCALA DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO DAS CIDADES PRODUTORAS DE SOJA DO BRASIL

Dissertação aprovada para a obtenção do título de Mestre no Programa Pós-Graduação em Ciências Contábeis da Universidade Federal de Uberlândia (MG) pela banca examinadora formada por:

Uberlândia, 15 de fevereiro de 2017.

Prof. Dr. Marcelo Tavares, UFU/MG.

Prof.^a Dra.^a Edvalda Araújo Leal, UFU/MG

Prof.^a Dra.^a Clésia Camilo Pereira, UNB/DF.

À minha querida esposa Heliza, meus pais, irmão, familiares e amigos.
Também aos nossos antepassados, que vieram antes de nós, e nos acompanham, dedico.

*“Com numerosos cálculos, pode-se obter a vitória.
Tema quando os cálculos forem escassos.
E quando poucas chances de vencer
tem aquele que nunca calcula!”*

Sun Tzu em “A Arte da Guerra”

AGRADECIMENTOS

A Deus, forças superiores e todos aqueles que me acompanham em todos os momentos.

Aos meus pais, irmão e familiares, que de várias formas, sempre torceram pelo meu êxito.

À minha esposa querida Heliza, pelo incondicional apoio, companheirismo e constantes madrugadas investidas na resolução desta pesquisa.

Ao orientador, Professor Dr. Marcelo Tavares, por abrir os olhos deste aluno para o mundo quantitativo e pelo aconselhamento, confiança e acompanhamento durante todas as etapas desta pesquisa.

Aos queridos professores do Programa de Pós-Graduação, pelos ensinamentos e sugestões transmitidos durante as aulas, sempre buscando a excelência na formação dos alunos.

Aos colegas e amigos de disciplinas do mestrado, pelo apoio, sugestões e convívio.

Aos servidores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis.

Aos servidores, da Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação da Universidade Federal de Uberlândia, pelo apoio, incentivo e compreensão durante toda esta etapa.

Ao Prof. Dr. Marcelo Emílio Beletti (Pró-reitor de Pesquisa e Pós-graduação) e ao Prof. Dr. Alexandre Walmott Borges (Diretor de Pós-graduação), que durante a gestão 2012-2016, procuraram sempre incentivar e despertar o saber científico nos servidores da PROPP, e que considero uma das pedras fundamentais no sucesso desta etapa.

Às classes médica, enfermeiros e de outros profissionais da área de saúde, que com sua expertise e conhecimento permitiram que eu pudesse apresentar esta pesquisa.

Ao Excelentíssimo Senhor Ex-Presidente Luiz Inácio Lula da Silva e a Excelentíssima Senhora Presidente Dilma Vana Rousseff que, desde 2003, pavimentaram todo o caminho para que eu pudesse alcançar esse objetivo, assim como tantos outros brasileiros.

Ao processo de educação, formação e produção do conhecimento, que em meu ver são as ferramentas mais consistentes que podem levar uma pessoa a elevar-se.

Por fim, mas não menos importante, aos queridos membros das bancas (de qualificação e de defesa), pelas valiosas sugestões e contribuições apresentadas ao trabalho.

RESUMO

O cultivo da soja desempenha um papel importante no cenário agropecuário brasileiro, sendo um dos principais produtos que compõem a balança comercial brasileira. O objetivo desta pesquisa foi verificar a eficiência técnica e de escala das cidades produtoras de soja nas safras 2012/2013 à 2014/2015 no Brasil. A pesquisa caracteriza-se como descritiva e aplicada, com utilização de procedimento técnico documental e bibliográfico, além de abordagem quantitativa. Foram realizados os testes estatísticos de *Anderson-Darling*, *Tukey* e *Kruskal-Wallis* (ANOVA não paramétrica), bem como o teste *t* de *Student* e *Mann-Whitney* (*t* de *Student* não paramétrico) para identificar quais custos sofreram variações estatisticamente significativas entre as cidades observadas. A Análise Envoltória de Dados (DEA) foi orientada a *inputs* para observar a eficiência das cidades produtoras de soja, ranqueando-as, e indicar quais custos a ser reduzidos. O *output* observado foi a quantidade de soja tradicional e organismo geneticamente modificado (OGM) produzidos por cada cidade. Os *inputs* foram os custos incorridos para a produção da soja. Quanto a realização da ANOVA, os resultados mostraram que apenas as variáveis de agrotóxicos, seguro agrícola, despesas administrativas, manutenção periódica de benfeitorias/instalações, encargos sociais e terra apresentaram comportamento de custos estatisticamente iguais entre as cidades observadas. As demais variáveis apresentaram resultados estatisticamente diferentes. No teste *t* de *Student* foi possível verificar que, com exceção da variável de sementes, não houve diferenças quanto à utilização das demais variáveis de custos de produção, ao se utilizar sementes do tipo tradicional ou OGM. Quanto ao DEA, a cidade de Cristalina/GO, na safra 2012/2013 foi a mais eficiente, apresentando escore de eficiência igual a 1,00. Problemas de eficiência técnica e de escala foram encontrados 65% das DMUs Observadas, 20% das DMUs apresentaram problemas de eficiência de escala, 2% problemas de eficiência técnica e 14% foram classificadas como eficientes. Em média, a eficiência de escala foi de 92%, e a eficiência pura, de 95%. Assim, as cidades (DMUs) ineficientes poderiam, em média, diminuir 5% dos insumos que teriam como retorno a mesma produção. Além disso, estas cidades, para operarem em escala ótima de produção, deveriam aumentar a quantidade produzida de soja em 8%.

Palavras-chave: Soja. Custos. Eficiência. DEA.

ABSTRACT

The cultivation of soybeans plays an important role in the Brazilian agricultural scenario, being one of the main products that compose the Brazilian trade balance. This research aimed to verify the technical and scale efficiencies, of the main Brazilian cities that produced soybean in the crops from 2012/2013 to 2014/2015. The research is characterized as descriptive and applied, using documentary and bibliographic technical procedures and quantitative approach. It was performed the statistical tests of Anderson-Darling, Tukey and Kruskal-Wallis (non-parametric ANOVA), as well as the t-test and Mann-Whitney's test (non-parametric t-test), to identify which costs have undergone statistically significant variations between observed cities. Data Envelopment Analysis (DEA) was input-oriented to observe the efficiency of soybean-producing cities, ranked them, and indicating which costs to reduce. The DEA output was the quantities of traditional and genetically modified organism (GMO) soybean produced by each city. The inputs were the incurred costs for the soybeans yields. Regarding the ANOVA, the results showed that only the variables of pesticides, agricultural insurance, administrative expenses, periodic maintenance of improvements / facilities, social charges and land presented a behavior of statistically equal costs between the observed cities. The other variables presented statistically different results. In the t-test it was possible to verify that, except for the seed variable, there was no statistical differences regarding the use of the others variables of production costs observed, when was used traditional or GMOs seeds. As for the DEA, the city of Cristalina / GO, in the 2012/2013 crop was the most efficient, presenting efficiency score equal to 1.00. Technical and scale efficiency problems were found in 65% of the observed DMUs, 20% presented problems on scale efficiency, 2% problems on technical efficiency and 14% were classified as efficient. On average, the scale efficiency was 92%, and the pure (technical) efficiency was 95%. In this way, the inefficient cities (DMUs) could, on average, reduce 5% of the inputs that would return the same output. In addition, these cities, to operate at a yield optimal scale, should increase the amount of soybeans produced by 8%.

Keywords: Soybean. Costs. Efficiency. DEA.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sistema de transações no agronegócio.....	25
Quadro 1 – Variáveis operacionais e insumos relativos aos custos de produção da soja envolvendo a produção da soja.....	30
Quadro 2 – Definição de custos fixos e custos variáveis, de acordo com a Metodologia CONAB	30
Quadro 3 – Definições de eficiência.....	31
Quadro 4 – Amostra de municípios produtores de soja por tipo cultivo e safras em análise	41
Quadro 5 – Composição do custo de produção da soja	42
Quadro 6 – Classificação das DMUs utilizadas nesta pesquisa	46
Quadro 7 – Classificação das variáveis.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Evolução das Exportações de Soja em volume (t), valor (US\$), participação no total de vendas brasileiras ao exterior (%) no período: 2010-2015.....	15
Tabela 2 – Estatística descritiva das variáveis utilizadas nas safras 12/13 a 14/15.....	51
Tabela 3 – Teste <i>Anderson-Darling</i> dos resíduos para as variáveis de custo de produção	54
Tabela 4 – Teste de <i>Levene</i> para verificar homogeneidade da distribuição, a partir dos resíduos das variáveis	55
Tabela 5 – Teste de <i>Kruskal-Wallis</i> para variáveis que não apresentaram distribuição normal nos custos de produção de soja nas cidades brasileiras produtoras	57
Tabela 6 – Testes de <i>Shapiro-Wilk</i> para verificação da normalidade das variáveis de custo de produção de soja para os sistemas de plantio tradicional e OGM.	60
Tabela 7 – Teste <i>t</i> de amostras independentes para a variável sementes (R\$/ha) entre os tipos de cultivo tradicional e OGM.....	62
Tabela 8 – Estatística dos tipos de plantio tradicional e OGM para o Teste <i>t</i> de amostras independentes para a variável sementes (R\$/ha)	63
Tabela 9 – Teste de <i>Mann-Whitney</i> para amostras independentes entre os tipos de cultivo tradicional e OGM	64
Tabela 10 – Eficiência das cidades produtoras de soja tradicional e OGM nas safras 2012/2013 a 2014/2015	66
Tabela 11 – Valores atuais, alvos e percentual de redução das DMUs ineficientes por <i>input</i>	69
Tabela 12 – Eficiência técnica e de escala das cidades produtoras de soja	71
Tabela 13 – Principais problemas das cidades produtoras de soja pela mensuração de eficiência pura e de eficiência de escala.	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Aliceweb	Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
DEAEX	Departamento de Estatística e Apoio à Exportação
DEA	<i>Data Envelopment analysis</i>
DMU	<i>Decison Making Unit</i>
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
OGM	Organismo Geneticamente Modificado
PIB	Produto Interno Bruto
SECEX	Secretaria de Comércio Exterior
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
1.1	Contextualização.....	14
1.2	Justificativa da Pesquisa.....	18
1.3	Problema de Pesquisa	21
1.4	Objetivos	22
1.5	Contribuições do Estudo	22
1.6	Delimitação do Estudo	23
1.7	Estrutura do trabalho.....	24
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	25
2.1	O agronegócio	25
2.2	Histórico da soja	26
2.3	Soja OGM	27
2.4	Controle de custos e a contabilidade na atividade rural.....	28
2.5	O Conceito de eficiência e a Análise Envoltória de Dados (DEA)	31
3.	METODOLOGIA.....	40
3.1	Classificação e procedimentos da pesquisa	40
3.2	Caracterização da amostra e coleta dos dados	40
3.3	Variáveis e análise estatística dos dados	44
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
4.1	Análise da estatística descritiva dos dados.....	51
4.2	Análise de Variância - ANOVA/Teste de <i>Kruskal-Wallis</i>	53
4.2.1	Teste <i>Anderson-Darling</i>	53
4.2.2	Teste de <i>Levene</i>	55
4.2.3	Teste <i>Kruskal-Wallis</i>	56
4.3	Teste <i>t</i> de <i>Student/Mann-Whitney</i> para amostras independente - comparação de médias entre os plantios utilizando sementes OGM e tradicional	60
4.3.1	Teste <i>t</i> de <i>Student</i>	62
4.3.2	Teste <i>Mann-Whitney</i>	64
4.4	Análise Envoltória de Dados – DEA	65
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
	REFERÊNCIAS	82

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O cultivo da soja desempenha um papel importante no cenário agropecuário brasileiro, tendo relevante função na produção em áreas agrícolas, sendo um dos principais produtos agrícolas que compõem a balança comercial brasileira, destacando-se nas exportações tanto de grãos quanto de derivados de soja, como farelo e óleo (SAMPAIO; SAMPAIO; BERTRAND, 2012).

Além disso, quando se considera dados da safra nível nacional 2015/2016, a cultura da soja permanece como principal responsável pelo aumento da área plantada no setor de grãos, com estimativa de crescimento entre 2,1% e 3% da área de plantio, o que representam cerca de 671,3 a 1.244,4 mil hectares de área plantada (MDIC, 2015).

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) (CONAB, 2015), a estimativa da produção de grãos para a safra 2015/2016 poderá situar-se entre 208,6 e 212,9 milhões de toneladas, portanto, o crescimento poderá ser de até 2,1% em relação à safra do período anterior no cenário interno. Desse montante de grãos, a soja apresenta projeção de crescimento de até 6,8% na produção na safra 2015/2016, podendo atingir 102,8 milhões de toneladas nesse período.

Dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos - USDA (ESTADOS UNIDOS, 2015) apontam o Brasil como segundo maior produtor de soja no mundo, atrás apenas dos Estados Unidos em 2015. Na safra de 2014/2015 o Brasil produziu 94.500 mil toneladas, enquanto os Estados Unidos produziu 108.014 mil toneladas.

O Brasil também esteve inserido, segundo o Banco Mundial (WORLD BANK, 2014), como a 7ª economia do mundo no ano de 2014, apresentando um Produto Interno Bruto (PIB) de mais de 2,3 trilhões de dólares naquele ano. A relevância destas cifras pode ser, em parte, explicada quando se verificam os dados da balança comercial brasileira, que, no ano de 2015, registrou mais de 191 bilhões de reais em exportações, segundo dados disponibilizados pelo Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior (MDIC, 2015).

Desse montante, a soja, objeto de estudo nesta pesquisa, totalizou mais de 23 bilhões de dólares em exportações, tendo uma participação nas exportações brasileiras de 13,95% em 2014 e

uma variação percentual positiva de 1% quando comparado às exportações de 2013 que foram de mais de 22 bilhões de dólares (12,79% de participação nas exportações) (MDIC, 2016).

A tabela 1 apresenta dados da evolução das exportações brasileiras de soja entre os anos de 2010 a 2015. As informações foram coletadas no Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior, Aliceweb, do MDIC, disponibilizados pela Secretaria de Comércio Exterior (SECEX). Foram também comparadas informações de séries históricas disponibilizadas pelo Departamento de Estatística e Apoio à Exportação (DEAEX), também do MDIC:

Tabela 1 – Evolução das Exportações de Soja em volume (t), valor (US\$), participação no total de vendas brasileiras ao exterior (%) no período: 2010-2015

EVOLUÇÃO DAS EXPORTAÇÕES DE SOJA			
Ano	Volume (t)	Valor (US\$)	% participação no total de vendas brasileiras ao exterior
2010	29,073	11.042.999.979	8,5
2011	32,985	16.327.286.538	9,4
2012	32,916	17.455.200.216	10,8
2013	42,796	22.812.299.141	12,8
2014	45,691	23.277.378.054	13,95
2015	54,322	20.983.574.666	14,63

Fonte: organizado pelo autor, a partir de informações do Aliceweb/MDIC/SECEX/DEAEX (2016)

Na tabela 1 pôde-se observar que o percentual de participação no total de vendas brasileira no exterior obteve um crescimento. No ano de 2010 esta participação representava 8,5% com a exportação de 29,073 toneladas de soja. Em 2015 a exportação de um volume de 54,322 toneladas de soja representou 14,63% da participação no total das vendas brasileiras no exterior com valor de quase 21 bilhões de dólares (contra 11 bilhões de dólares em 2010). Este aumento na participação de 8,5% para 14,63% representou uma variação percentual positiva de 72,12% no período entre 2010 e 2015.

Outro ponto destacado na tabela 1 se deve à queda no valor (em US\$) exportado de soja no ano de 2015, comparado com o ano de 2014, apesar do aumento do volume de soja produzido neste período. Tal fato se deve a queda do preço da soja no mercado internacional, que, seguindo a tendência mundial das commodities, onde os principais produtos agrícolas brasileiros exportados, como soja e carne, tiveram queda no preço médio, de acordo com informações da Balança Comercial do Agronegócio Brasileiro, publicada em dezembro de 2015 (MAPA, 2016).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2015a) destacam as principais regiões produtoras de soja no Brasil, que estão localizadas principalmente na região centro-oeste do Brasil, com destaque para o estado do Mato Grosso, principal produtor do grão, com 28,7% da produção, e para a safra 2015/2016 estima-se uma produção de 27,4 milhões de toneladas, 3,6% superior à anterior.

De acordo com Neves, Zylberstajn e Neves (2005), apesar de ainda possuir desafios a ser superado, o modelo da agroindústria brasileira possui, como principais diferenciais competitivos, o potencial de terra agricultável ainda não totalmente utilizado e a competência adquirida ao longo dos anos por meio da profissionalização da agroindústria no país.

Dentro deste contexto, torna-se interessante às entidades que comercializam o grão no mercado de futuros ou mesmo aquelas que realizam o processamento do grão em forma de óleo, farelo e outros subprodutos, verificar quais cidades possuem melhores níveis de eficiência em termos de comparação de custos de produção com a produtividade alcançada (e as explicações decorrentes desta), no processo produtivo, pois, conforme Santos et al. (2009) aos gestores de custos, interessa conhecer, independente do tamanho do estabelecimento (ou atividade produtiva), no contexto econômico atual, o monitoramento dos custos de produção, representando desta forma um avanço no campo da gestão de custos.

Portanto, para o agronegócio, Francischetti Junior e Zanchet (2006) avaliam que, a utilização da contabilidade se apresenta como um instrumento importante para o gestor, pois desempenha um papel de destaque quando utilizada sob a forma de ferramenta gerencial e colocada à disposição dos produtores rurais em suas atividades. Apesar de o preço do grão ser definido pelo mercado, entende-se que ganhará competitividade aquele que conseguir melhor margem no processo de comercialização deste grão, ou ainda, na decisão de investir em novos silos, unidades operacionais, etc.

Associando a profissionalização da gestão do agronegócio com a área de custos dentro do processo produtivo agrário, Souza e Clemente (2007, p. 15) dizem que “a gestão estratégica de custos exige que todas as decisões de investimento sejam analisadas e avaliadas do ponto de vista do retorno que propiciam, da estrutura de custos que se instala e, principalmente, dos custos que permanecem se a estratégia for abandonada”. Já para Reis et al. (2001) o custo total de produção constitui-se na soma de todos os pagamentos efetuados pelo uso dos recursos e serviços, incluindo o custo alternativo do emprego dos fatores produtivos.

Neste contexto, esta pesquisa buscará relacionar, dentre as cidades brasileiras produtoras de soja quem têm a sua produção dividida em sistema tradicional e organismo geneticamente modificado (OGM), quais apresentaram os sistemas de custos de produção mais eficientes, considerando-se a eficiência técnica (pura) e a eficiência de escala.

A hipótese de pesquisa testada é a de que determinada cidade produtora de soja seja mais eficiente que as demais, na medida em que esta se adapta mais rapidamente a novos métodos de produção, devido a fatores como: acesso ao crédito, informações, novas tecnologias, gestão, bem como fatores ambientais ou culturais específicos da unidade pesquisada.

Para verificar essa hipótese, foi aplicado o método estatístico DEA (*Data Envelopment Analysis*) que relaciona fatores econômicos (custos de produção) com a localização (cidades). A Análise Envoltória de Dados (DEA, da expressão em língua inglesa *Data Envelopment Analysis*) foi utilizada como modelo para mensurar a eficiência técnica e de escala das regiões brasileiras produtoras de soja.

Foram verificados os aspectos teóricos que englobam as teorias relacionadas aos custos de produção dentro da contabilidade, voltados à área de agronegócios e à agricultura de um modo geral. Dentro deste aspecto foi verificada a teoria de custos de produção dentro do processo de produção agrícola (para a soja no Brasil) que buscou relacionar a quantidade de produtos gerados com a utilização dos determinados fatores de produção.

Também, foram considerados conceitos que tangem a teoria da produção na qual, de acordo com o proposto por Vasconcellos e Garcia (2009), preocupa-se com a relação técnica ou tecnológica entre a quantidade física de produtos (*outputs*) e de fatores de produção (*inputs*). No caso desta pesquisa buscar-se-á verificar a eficiência técnica e de escala, para os *inputs*, para se gerar *outputs* dentro da cultura da soja.

Considerando os conceitos de eficiência, relacionados aos custos de produção, à luz da teoria da eficiência, tem-se a eficiência técnica como sendo o máximo de produção física obtida a partir da utilização da combinação de determinados recursos (SILVA, 1977), e como eficiência alocativa o uso da menor quantidade de insumos para se produzir uma quantidade equivalente de produtos (VASCONCELLOS; GARCIA, 2009), sendo esta a abordagem de eficiência utilizada nesta pesquisa.

Pode-se abordar o conceito de eficiência à luz da teoria de eficiência na forma de eficiência econômica, no qual se tem como eficiente determinada unidade produtiva que utiliza o

método de produção mais barato (ou aquele que tenha melhor retorno financeiro) para produzir uma determinada quantidade de produto (VASCONCELLOS; GARCIA, 2009; SILVA, 1977).

Para tanto, foram observados, dentro da teoria de custos, teoria da produção e dos conceitos de eficiência, como se comportam as unidades tomadoras de decisão (*Decision Making Units - DMU*) analisadas, quanto à utilização de insumos para a geração de produtos, neste caso, como ocorre a utilização dos custos sobre produção de soja, para que se obtenha o máximo de produtividade, com utilização ótima de insumos.

De acordo com Costa e Tavares (2014) a Análise envoltória de dados é um modelo matemático que permite medir a eficiência de variáveis que ocasionam custos incorridos e, por meio dos valores gerados, realizar a comparação entre unidades produtivas.

Desta forma, o DEA apresenta-se como instrumento decisório importante, uma vez que transforma os dados coletados em informações que podem ser utilizados pelo gestor de custos para apoio à tomada de decisão (COSTA; TAVARES, 2014).

1.2 Justificativa da Pesquisa

Em uma análise histórica, até meados da década de 1980, a expansão da agricultura brasileira era conduzida por contínua intervenção governamental (COURA; FIGUEIREDO; SANTOS, 2006). Atualmente, entre os dez produtos mais exportados do portfólio de produtos brasileiros, sete são do setor agropecuário, sendo eles: a soja, carne de frango, farelo de soja, café, açúcar, celulose e carne bovina (CONAB, 2015, p. 155), o que torna o país um dos maiores fornecedores mundiais de alimentos.

Dados do IBGE (2015b) apontam que a soja se destaca como a principal cultura brasileira entre os cereais, leguminosas e oleaginosas, com expectativa de expansão de 10,5% da produção para o ano de 2015. Se confirmada esta expectativa, a soja reteria 47,4% da produção total de grãos brasileiros. No quesito área, a soja retém 54,7% após o incremento de 3,4% de área em relação à safra de 2014.

Para a FAO (2014), considerando estudos realizados na América do Sul, o crescimento da cooperação dos mercados agrícolas internacionais (liderados pelos países do cone sul da América do Sul) se deve ao enorme crescimento da produção de soja e de suas exportações entre

1995 e 2011. Ainda de acordo com este estudo, durante este período a produção de soja cresceu 195% no Brasil, enquanto as exportações de soja cresceram a ordem de 329% no Brasil.

De acordo com a FAO (2015) a soja apresentou-se como a segunda *commodities* mais produzidas no Brasil em média, entre os anos de 1993 a 2013, perdendo apenas para a cana-de-açúcar e à frente das outras importantes *commodities* como o milho, a mandioca e a laranja.

Desta forma, o Brasil assume um papel de destaque, liderando (em conjunto com a Argentina na América do Sul) as exportações de soja e seus produtos derivados (grãos, óleos, etc.), sendo o Brasil responsável por 51% das operações totais em nível global (FAO, 2014). Quando se considera a comercialização agregada por blocos econômicos, a produção de soja no Mercosul, possui destaque também em países como Paraguai e Uruguai, que juntamente com Brasil e Argentina, observaram crescimentos significativos nas exportações de soja entre 1995 e 2011 (FAO, 2014).

Para que o Brasil consolide-se cada vez mais nesse cenário, é importante que o produtor tenha uma atenção especial sobre todas as etapas do processo produtivo e, em especial, sobre a gestão de custos dentro do agronegócio. Para Shank e Govindarajan (1997) a gestão de custos com práticas apropriadas pode conduzir a um controle efetivo dos gastos e garantir uma vantagem diante da concorrência.

Pereira (2014) destaca a importância do exercício do agronegócio sob a perspectiva dos custos de produção, pois, segundo este, ao se calcular e conhecer os custos, o produtor tem condições de avaliar os resultados, aplicar correções sobre as falhas identificadas e melhorar a produtividade.

Farrell (1957) aborda que é fundamental que uma organização conheça o comportamento dos pontos de ineficiência em sua atividade, já que a existência de uma economia ou de uma deseconomia de escala reflete nos resultados obtidos. O autor inicialmente trabalhou com dois conceitos de eficiência, a eficiência técnica e a eficiência alocativa.

Assim, apresentam-se os conceitos de eficiência que foram trabalhados nesta pesquisa, seja a eficiência técnica no qual se objetica o máximo de produção física obtida a partir da utilização da combinação de determinados recursos (SILVA, 1977).

Já o conceito de eficiência alocativa busca observa o uso da menor quantidade de insumos para se produzir uma quantidade equivalente de produtos (VASCONCELLOS;

GARCIA, 2009), ou seja, como economizar os custos de produção (insumo), mantendo-se a mesma produção, sendo esta a abordagem de eficiência utilizada nesta pesquisa.

Para Carlucci (2012) o entendimento sobre estes conceitos são relevantes para ampliar a capacidade do gestor de se realizar previsões futuras, a partir de informações consistentes. Para Zylbersztajn (2000), desde que o conceito de agronegócio foi elaborado, as relações de dependência entre as indústrias de insumos, produção, agropecuária, indústria de alimentos e o sistema de distribuição não mais podem ser ignoradas. O controle dos custos, desta forma, pode ser utilizado como um critério competitivo básico para determinar a eficiência operacional, e para a formação de vantagens competitivas sustentáveis (SANTANA, 2003).

Assim, o gestor dentro do agronegócio poderá utilizar as ferramentas de gestão de custos, como o Custo-Alvo para consolidar o processo de gestão do processo produtivo e também no processo de precificação e de tomada de decisão. O sistema de Custo-alvo como verificado por Sakurai (1997) é compreendido como um sistema de gerenciamento estratégico desenvolvido para reduzir o custo, tendo como objetivos principais, ainda segundo este autor, a redução dos gastos totais (custos de produção, despesas, tributos, etc.).

Como uma *commodity* a soja apresenta o seu preço determinado pelo mercado, assim, para que o produtor possa obter a margem de lucro desejado, as ferramentas de gestão de custos podem ser utilizadas para se verificar (como no caso desta pesquisa), qual o custo máximo admitido para se obter a margem de lucro desejada, a partir da produção estimada, obtendo-se assim a eficiência durante o processo produtivo.

Observar estas informações de custos pode se apresentar como um diferencial no processo de tomada de decisão por parte do gestor, uma vez que, conforme Martins (2010), as informações sobre os custos de produção são relevantes e cruciais para subsidiarem os processos decisórios em qualquer organização quanto mais complexos as atividades mais a gestão de custos se faz necessária.

A contabilidade, por meio dos avanços alcançados não somente com novos softwares e em melhorias nos processos de gestão de custos, mas também através da profissionalização e capacitação dos atores envolvidos no processo produtivo e também convergência de padrões internacionais de contabilidade, têm contribuído significativamente para diminuir os desafios e instabilidades enfrentados pelos gestores dentro desta atividade.

1.3 Problema de Pesquisa

Considerando aspectos relacionados à teoria econômica quanto a maximização dos resultados, Vasconcelos e Garcia (2004) mencionam que em um ambiente de gestão esta maximização se produz na realização de sua atividade produtiva, pois ela procurará sempre obter a máxima produção possível em face da utilização de certa combinação de fatores, ou seja, a produção máxima de produtos, a partir da adequada utilização de insumos.

Por um lado, Rodrigues (2013) aponta que sistemas de produção que empregam maior tecnologia incorrem em custos fixos mais altos (talvez pelo alto custo de manutenção destes custos fixos), mas proporcionam alta produtividade ao processo, implicando em custos unitários mais baixos (em virtude do volume de produção) e melhorando o desempenho dos recursos aplicados.

Assim, sob a ótica do gestor, seja do ponto de vista da atividade industrial ou do ponto de vista agronegócio, os resultados ótimos dentro destes processos produtivos poderão ser conseguidos quando houver a maximização da produção para um dado custo total ou minimizar o custo total para um dado nível de produção (VASCONCELOS; GARCIA, 2004), alcançando, deste modo, uma caráter de eficiência dentro do seu processo produtivo.

Os custos variáveis, por sua vez, têm duração igual ou inferior ao curto prazo e incorporam-se ao produto, necessitando ser reposto a cada ciclo do processo produtivo (CASTRO; REIS; LIMA, 2006; REIS, 2007; REIS; MEDEIROS; MONTEIRO, 2001).

Frente à importância do setor de grãos para a balança comercial e à cadeia produtiva, bem como da gestão de custos e da melhoria da eficiência no setor agropecuário, surge a seguinte questão: Qual é a eficiência (técnica e de escala) das cidades produtoras de soja do tipo tradicional e do tipo organismo geneticamente modificado (OGM) no Brasil em relação aos custos de produção verificados pela CONAB?

Foram abordadas nesta pesquisa as variáveis de custo utilizadas pela CONAB, que conforme metodologia considera que os custos elaborados têm resultados práticos para a sociedade, e oferecem informações substanciais para a elaboração de políticas públicas para os segmentos que estão direta ou indiretamente ligados ao processo produtivo (máquinas e implementos agrícolas, agrotóxicos e fertilizantes, mudas e sementes etc.) (CONAB, 2010).

Desta forma, a CONAB (2010, p.27) entende como essencial que os custos de produção sejam vistos, como instrumento na melhoria da gestão da unidade produtiva modal, podendo ser uma das variáveis no aumento de renda do produtor rural, não sendo observado apenas como resultado dos gastos deste em sua unidade produtiva (CONAB, 2010, p. 45).

Os conceitos de eficiência abordados neste estudo vão de encontro ao proposto inicialmente por Farrel (1957), e que posteriormente, foi abordado por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e Banker, Charnes e Cooper (1984), bem como Banker e Thrall (1992) e Cooper, Seiford e Tone (2007).

1.4 Objetivos

Esta pesquisa teve como objetivo principal verificar a eficiência técnica e de escala das cidades produtoras de soja nas safras 2012/2013 à 2014/2015 no Brasil, utilizando o método estatístico Analise Envoltória de Dados (DEA, da sigla inglesa *Data Envelopment Analysis*). Além do objetivo apresentado acima, esta pesquisa teve os seguintes objetivos específicos:

- a) Comparar os custos de produção entre cidades brasileiras produtora de soja.
- b) Comparar a existência diferenças dos fatores de custo de produção de soja, para os plantios utilizando sementes geneticamente modificadas ou tradicionais.
- c) Verificar a eficiência técnica e de escala nas cidades brasileiras produtoras de soja

1.5 Contribuições do Estudo

As contribuições esperadas para este estudo nortearam-se para auxiliar no entendimento das características dos custos de produção utilizados no cultivo da soja, verificando quais cidades foram mais eficientes do ponto de vista da eficiência técnica e eficiência de escala. Neste aspecto este estudo se diferencia e se valoriza por utilizar o DEA, para verificar a eficiência de cidades produtoras de soja, contribuindo assim com a utilização desta ferramenta dentro do agronegócio.

Desta forma, este estudo espera contribuir para identificar, dentro da cultura da soja quais insumos poderiam ter sido mais bem utilizado no processo produtivo, utilizando a análise envoltória de dados, como realizado para outras culturas agrícolas/setores de atividade nos

trabalhos de Neves e Braga (2015), Rodrigues (2015); Leonard (2015), Craveiro (2015), Lepchak (2014), Pereira (2014), Loures (2013), Carlucci (2012), Acosta et al. (2011), Oliveira e Nachiluk (2011), Oliveira (2008), Menegatti e Barros (2007), Gomes, Mangabeira e Mello. (2005), Kassai (2002).

Uma contribuição esperada refere-se à orientação aos gestores de custos de produção, sobre a utilização da ferramenta quantitativa Análise Envoltória de Dados na mensuração da eficiência das cidades produtoras de soja, auxiliando-os no processo de tomada de decisão, a partir da metodologia utilizada e os resultados alcançados.

Outra contribuição que se espera a partir deste estudo são indicadores para a realização de políticas públicas que tenham como objetivo minimizar os impactos causados por variáveis que estejam neste momento ineficientes, como por exemplo, subsídio para aquisição de sementes e outros insumos, financiamento de maquinário agrícola, etc.

Além disso, com os resultados apontados a partir desta pesquisa, espera-se contribuir para o desenvolvimento e realização de trabalhos que possam englobar os temas de análise envoltória de dados e contabilidade de custos para outras culturas dentro do agronegócio, bem como outras áreas de negócio ou atuação que possam ser consideradas.

1.6 Delimitação do Estudo

Conforme apresentado nos objetivos do trabalho, este estudo esteve limitado à verificação dos custos de produção relacionados à cultura da soja, observando a eficiência técnica e de escala das cidades brasileiras produtoras de soja. Dentro do aspecto temporal, a análise dos custos de produção, bem como das variáveis de eficiência técnica e de escala esteve limitada ao período das safras selecionadas, intervalo de tempo considerado adequado dentro da abordagem da Análise Envoltória de Dados.

Para a análise de custos da soja tradicional foram consideradas as cidades brasileiras de Barreiras/BA, Balsas/MA, Campo Mourão/PR, Cruz Alta/RS, Londrina/PR, Primavera do Leste/MT, Rio Verde/GO, Sorriso/MT e Unaí/MG. Já para a análise custos de produção para a soja OGM, foram consideradas as cidades brasileiras de Campo Mourão/PR, Londrina/PR, Primavera do Leste/MT, São Luiz Gonzaga/RS e Sorriso/MT. A escolha destes municípios

justificou-se pela disponibilidade e publicação de dados sobre os custos de produção da soja, disponibilizados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB).

1.7 Estrutura do trabalho

O processo de construção desta pesquisa foi estruturado em cinco capítulos. O primeiro trata da Introdução do tema ao leitor, onde foram apresentados os seguintes subtópicos: contextualização do tema, problema de pesquisa, objetivos, justificativa, contribuições esperadas do trabalho e a estrutura de construção do mesmo.

No segundo capítulo apresenta-se o referencial teórico sobre o tema abordado nesta pesquisa, nos quais foram tratados aspectos teóricos sobre os seguintes temas: o Agronegócio; o Histórico da soja; o Controle de custos e a contabilidade na atividade rural e; o Conceito de eficiência e a Análise Envoltória de Dados (DEA).

Em seguida na terceira parte estão descritos os aspectos metodológicos utilizados para o desenvolvimento do trabalho. Na quarta parte foram apresentados a descrição e análise dos resultados da pesquisa. Por fim, na quinta e última parte, estão inseridas as considerações finais, indicando os principais resultados, as suas consequências, relevância e contribuições, as limitações do trabalho e indicações para estudos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O agronegócio

O conceito de agronegócio (em inglês *Agribusiness*) de acordo com o Pereira et al. (2008), foi postulado originalmente por Davis e Goldberg (1957) tendo como definição a soma total das operações de produção e distribuição de suprimentos agrícolas; das operações de produção na fazenda; do armazenamento, processamento e distribuição dos produtos agrícolas e itens produzidos a partir deles.

Desta forma, conforme Fermam (2009), agronegócio engloba atividades relacionadas ao fornecimento de insumos, produção agrícola, processo agroindustrial, transporte e comercialização de produtos primários e processados. A figura 2 apresenta a cadeia produtiva e o sistema de transações existente no setor de agronegócios:

Figura 1 – Sistema de transações no agronegócio.



Fonte: Adaptado de Santos (2000, p.39)

No Brasil, basicamente se desenvolveram dois modelos de produção agrícola, a agricultura camponesa e familiar (que consistem basicamente no uso da terra para subsistência) e a agricultura patronal (que utiliza a produção obtida em comércio no mercado nacional e internacional). Para esta última prática foi convencionada a nomenclatura “agronegócio” (SANTILLI, 2009).

Com o desenvolvimento do agronegócio no Brasil, observa-se um maior controle gerencial por parte dos produtores com a finalidade de obter maiores retornos e lucratividade sobre os itens comercializados, desta forma, os mecanismos gerenciais são fundamentais para o agronegócio, uma vez que permitem um melhor controle em suas atividades (DUARTE et al., 2011). Dadas às tendências mundiais no setor, a competitividade se tornou um tema de interesse e o desempenho das empresas deverá continuar cada vez mais dependente da gestão (MUGERA, 2012).

Importante destacar que existem variáveis e eventos extremamente desafiadores para o gestor de custos dentro do agronegócio. Tais variáveis podem alterar os cenários tanto em nível de produção, quanto em nível de mercado, na medida em que alterações em condições ambientais de caráter biológico (como pragas, insetos, etc.) ou ambientais (chuvas, secas, etc.), podem resultar em variabilidade significativa das condições de produção e processamento e, portanto, de eficiência (BOEHLJE; ROUCAN-KANE; BRORING, 2011).

2.2 Histórico da soja

Atribui-se à China a origem do cultivo da soja (nome científico: *Glycine max (L.) Merril*), sendo esse país considerado o maior produtor e exportador mundial de soja durante a primeira metade do século 20 (SINGH, 2010, p.1).

No Brasil, de acordo com o descrito por Conceição (1984), a soja foi introduzida por imigrantes japoneses no início do século 20 (em 1908), com os primeiros fluxos migratórios oriundo deste país asiático. Nesta mesma época o grão cresceu também em importância para o mundo sendo também cultivado em outros países fora da Ásia (KREUTZ et al., 2014).

Ainda considerando a instalação e expansão da soja no Brasil, a mesma em estágios iniciais era cultivada em pequenas propriedades na característica de agricultura familiar. A expansão e utilização comercial deste grão ocorreram na década de 50, com a denominada Revolução Verde (KREUTZ et al., 2014).

A produção de soja expandiu, segundo relatórios da FAO (2007), por substituição de outras culturas e pastagens, e em menor grau, explorando áreas virgens, causando o desmatamento para a agricultura. A reportagem “*The miracle of cerrado*” (O milagre do cerrado, em tradução livre) publicada pela revista *The Economist* (2010), reafirma o Brasil como um grande produtor de alimentos, pois:

Em menos de trinta anos o Brasil se transformou de um importador de alimentos em um dos maiores celeiros do mundo. Ele é o primeiro país a alcançar os tradicionais cinco grandes exportadores de grãos. Ele também é o primeiro gigante de alimentos tropical; os demais são todos produtores de clima temperado. (nossa tradução)

Na reportagem citada os outros cinco exportadores são Estados Unidos, Canadá, Argentina, Austrália, União Europeia.

Em conjunto com a produção agrícola, o Brasil também se desenvolveu no campo da indústria de processamento de itens agrícolas, por conta da aplicação da Lei Kandir de 1996. Esta lei mudou a estratégia comercial brasileira e mudou a proporção de soja que seria direcionada para a indústria. Até 1996, segundo a FAO (2007) o Brasil processava aproximadamente 75 a 80 por cento de sua produção e exportava aproximadamente menos de 30 por cento.

Após a aplicação da lei, a proporção de soja esmagada caiu rapidamente, enquanto as exportações da semente da soja cresceram alcançando aproximadamente 41 por cento da área plantada. Apesar desta mudança, o tamanho e dinamismo do mercado interno para os produtos de soja favoreceram a expansão da indústria de transformação do Brasil (FAO, 2007).

2.3 Soja OGM

A soja transgênica ou organismo geneticamente modificado (OGM) foi introduzida pela primeira vez em produção em 1996 nos Estados Unidos (SILVEIRA; BORGES; BUAINAIN, 2005). A inserção de soja OGM no Brasil de forma oficial se deu em 2003, apesar de esforços para a produção e comercialização desta cultura datar de 1995 pelo Decreto nº 1.752, de 20 de dezembro de 1995, que em sua ementa regulamentou a Lei de Biossegurança e conferiu ao CTNBio o poder de emitir pareceres conclusivos sobre este tema. Em 2003, a produção de transgênicos no Brasil representava apenas 4% da produção mundial. (JAMES, 2014).

A soja tradicional não apresenta resistência contra invasores nos estágios iniciais da produção, sendo protegida com a utilização de herbicidas, porém estes herbicidas prejudicam não somente os agentes agressores, mas também causam impacto no desenvolvimento da soja (RUEDELL, 2003).

Para minimizar este impacto fomentou-se o desenvolvimento de culturas geneticamente modificadas resistentes a determinados herbicidas disponibilizando nova tecnologia biológica no controle de plantas daninhas e não causando grandes prejuízos ao desenvolvimento da soja. (ELMORE et al., 2001).

2.4 Controle de custos e a contabilidade na atividade rural

Segundo Marion (2012, p. 25), a Contabilidade é o grande instrumento que auxilia os gestores e a administração a tomar decisões. Tais escolhas, segundo o autor, são realizadas a partir da coleta de dados econômicos, que são mensurados financeiramente, transformados em relatórios que contribuem de sobremaneira para a tomada de decisões.

A Contabilidade Rural é o ramo da contabilidade aplicada às empresas rurais (ULRICH, 2009). A autora ainda destaca que, no Brasil, a contabilidade rural vem ganhando importância e status, mas sua implantação tem se configurado em um processo lento e carregado de resistências. É nesse contexto que a contabilidade rural aliada à contabilidade de custos vem contribuindo com diversas ferramentas, como por exemplo, a gestão estratégica de custos, como forma de consolidar e profissionalizar do agronegócio no Brasil.

A Contabilidade de Custos, segundo Ulrich (2009), é uma técnica utilizada para identificar, mensurar e informar os custos dos produtos e/ou serviços". Bruni e Fama (2008, p.20) consideram que a contabilidade de custos pode ser definida como o processo ordenado de utilização dos princípios e postulados contábeis para registrar os custos de operação de um negócio. Logo, serve como uma ponte para identificar os métodos necessários a ser utilizados tanto no processo de gestão de custos quanto no processo de gestão da empresa.

O gestor de custos pode abordar dentro do cenário do agronegócio, elementos contabilidade de custos e da gestão estratégica de custos como, por exemplo, a cadeia de valor e os direcionadores de custos. O conceito de cadeia de valor para Shank e Govindarajan (1997) é definido como o conjunto de atividades dentro do processo produtivo que agregam valor ao produto final, ou seja, desde as etapas primárias (insumos, matérias-primas), componentes trazidos por outros fornecedores até a realização do produto final.

O conceito de direcionadores de custos trata de quais são os fatores (direcionadores estruturais e direcionadores de execução) que efetivamente provocam a realização dos custos (SHANK E GOVINDARAJAN, 1997), contribuindo para proposição de medidas alternativas de eficiência para cada etapa do processo produtivo, refletindo tais elementos, no custo total do produto (WERNKE, 2004).

Há que se observar que tais conceitos, apesar de serem originalmente caracterizados para atividade industrial, podem ser analogamente utilizados dentro do processo de produção agrícola

e do agronegócio, uma vez que, dentro desta atividade, o produto final (soja, no caso desta pesquisa) é obtido, a partir da utilização de diversos tipos de insumos (sementes, adubos, etc.) e outros fatores de produção (maquinário agrícola, utilização de pesticidas, etc.), em cada etapa destas atividades, contribuindo para a vantagem competitiva e o posicionamento estratégico dos gestores rurais.

Kruger, Mazzioni e Boettcher (2009) apontam que o conhecimento específico sobre as atividades relacionadas com a produção (custos, preços e rendimentos) dependem da capacidade de gestão e da tomada de decisão certa dos gestores rurais. Duarte et al. (2011, p. 80) complementam mencionando que:

Com o crescimento do agronegócio e a importância da cultura da soja nesse cenário, deve-se esperar maior controle gerencial por parte dos produtores rurais nas suas propriedades, com o intuito de obter maior rentabilidade. Para esse efetivo controle faz-se necessário o uso de ferramentas gerenciais que permitam o acompanhamento de seus custos e receitas. (Duarte et al., 2011, p. 80)

O empresário agrícola é, antes de tudo, um tomador de decisão (MENEGATTI; BARROS, 2007), na medida em que, mesmo que intuitivamente, busca realizar as melhores opções de alocação de insumos, tratamento da terra, irrigação e outros fatores correspondentes ao processo produtivo, para que obtenha os melhores retornos e tenha a melhor eficiência não somente no momento da colheita, mas também na negociação de sua produção agrícola.

No momento em que o produtor decide quais variáveis utilizar, de que forma realizar e por fim quais decisões tomar (compra de insumos, alugueis de máquinas, contratação de funcionários) ele está também definindo seu custo. Na economia, o custo econômico pode ser definido como o valor de mercado de todos os insumos usados na produção (BINGER; HOFFMAN, 1998).

Uma das razões fundamentais da contabilidade, principalmente na parte gerencial, é o direcionamento para a tomada de decisão (NIELSEN; MITCHELL; NØRREKLIT, 2015). Assim, a contabilidade de custos se torna uma ferramenta gerencial para qualquer gestor, inclusive o gestor agropecuário, para uma correta utilização dos custos de produção.

Os custos de produção da soja variam de local para local, principalmente por conta dos custos com transporte, clima e nível tecnológico utilizado (BONATO; BONATO, 1987). Com

isso, para conhecer os custos associados à cultura da soja, primeiramente pode-se dividi-los em custos fixos e variáveis, que incluem os custos com insumos e os custos operacionais.

O quadro 1 apresenta a organização dos custos de produção de soja como apresentado pelos autores Hofer et al. (2006), Dall'Agnol et al. (2007) e Duarte et al. (2011) em seus estudos as variáveis relativas ao custo de produção da soja:

Quadro 1 – Variáveis operacionais e insumos relativos aos custos de produção da soja envolvendo a produção da soja.

Item	Variáveis de custos operacionais	Variáveis de custos insumos
Custos Variáveis	Conservação do solo	Calcário e outros minerais.
	Preparo do solo	Adubos e fertilizantes; herbicida utilizado para a dessecação de ervas daninha, antes da semeadura.
	Plantio	Sementes; tratamento das sementes para plantio.
	Tratos culturais	Herbicidas pós-plantio; inseticidas para combate de insetos e lagartas; fungicidas.
	Colheita	Transporte da produção; óleo diesel; lubrificantes.
	Gerais	Mão-de-obra indireta; assistência técnica; pagamento de taxas e tributos.
Custos Fixos	Todas as fases operacionais	Pró-labore; depreciação de maquinário (trator, pulverizador, plantadeira, e outros); seguro e manutenção do maquinário e equipamentos; água; energia; salários diretos (permanentes).

Fonte: Adaptado de Hofer et al. (2006), Dall'Agnol et al. (2007) e Duarte et al. (2011)

O quadro 2 apresenta a composição de custos adotados pela CONAB em sua metodologia de levantamento de custos e que foram utilizados no desenvolvimento da pesquisa:

Quadro 2 – Definição de custos fixos e custos variáveis, de acordo com a Metodologia CONAB (continua)

Item	Definição	Exemplos	Adequação ao sistema de cultivo
CUSTOS VARIÁVEIS	Os componentes que participam do processo, na medida em que a atividade produtiva se desenvolve, ou seja, aqueles que somente ocorrem ou incidem se houver produção.	Itens de custeio, as despesas de pós-colheita e as despesas financeiras.	Curto prazo: em uma condição necessária para que o produtor continue na atividade.
CUSTOS FIXOS	Elementos de despesas que são suportados pelo produtor, independentemente do volume de produção.	Depreciação, seguros e outros.	Médio prazo: utilizado para análise dos horizontes da produção

(conclusão)

Item	Definição	Exemplos	Adequação ao sistema de cultivo
CUSTOS TOTAIS	Compreende o somatório do custo operacional mais a remuneração atribuída aos fatores de produção.	Somatório dos custos fixos e variáveis incorridos no processo.	Longo prazo: os itens devem ser considerados na formulação de políticas para o setor.

Fonte: Adaptado pelo autor, a partir de CONAB (2010)

Para fins de adequação dos dados a serem explorados serão considerados também como custos fixos, os itens classificados pela CONAB como custos operacionais, que são compostos de “de todos os itens de custos variáveis (despesas diretas) e a parcela dos custos fixos diretamente associada à implementação da lavoura” (CONAB, 2010, p.28). Enquadram-se nesta categoria dentro do plano de contas da CONAB os itens remuneração esperada sobre o capital fixo e sobre a terra.

2.5 O Conceito de eficiência e a Análise Envoltória de Dados (DEA)

Farrel (1957), inicialmente, delimita dois conceitos de eficiência: a eficiência técnica e a eficiência alocativa (ou preço). O primeiro se refere à capacidade de máxima produção dada uma determinada quantidade de insumos, enquanto a segunda se refere à combinação de proporções ótima dos insumos, dados os preços (custo) de cada um deles.

Pachiel (2009) define eficiência como a razão entre a produção observada e a produção potencial máxima alcançável de acordo com os recursos disponíveis. Para Varian (1992) a eficiência se dá pela utilização máxima dos recursos existentes para satisfazer as necessidades e os desejos de indivíduos e organizações. O quadro 3 traz um conjunto de conceituações acerca das definições de eficiência, proposta por diversos autores:

Quadro 3 – Definições de eficiência

(continua)

Autor (ano)	Definição de eficiência
Farrell (1957)	Eficiência técnica é a capacidade da firma em obter o máximo de produto a quantidade de fatores disponível; e eficiência alocativa é descrita de acordo com uma determinada tecnologia e preços, a capacidade da firma utilizar os fatores de produção em proporção ótima, que minimize os custos de produção.

(conclusão)

Autor (ano)	Definição de eficiência
Lovell (1993)	O conceito de eficiência organizacional a partir da definição de produtividade, afirmando que por eficiência de uma unidade produtiva entende-se a comparação entre os valores ótimo e observado dos dados de <i>input</i> e de <i>output</i>
Ferreira (1997)	A eficiência está associada à melhor forma de fazer a coisa certa.
Tupy et al. (1998)	A eficiência de uma firma (ou unidade produtiva) é medida pela comparação entre valores observados e valores ótimos de insumos e produtos.
Bezerra Filho (2002)	O resultado obtido a partir da relação existente entre o volume de bens ou serviços produzidos (<i>outputs</i>) e o volume de recursos consumidos (<i>inputs</i>), visando alcançar o melhor desempenho na operacionalidade das ações de competência de uma organização.
Souza (2003)	A eficiência técnica refere-se à proficiência com que os insumos utilizados no processo de produção são convertidos em produtos.
Alves (2008)	Eficiência se refere à menor relação custo/benefício possível para alcançar os objetivos propostos de maneira competente, segundo as normas preestabelecidas, podendo, assim, ser traduzida sob a forma de indicadores de produtividade das ações desenvolvidas.
Oliveira (2007)	Fazer as coisas de maneira adequada; resolver problemas; salvaguardar os recursos aplicados; cumprir seu dever e reduzir os custos.

Fonte: adaptado de Campello (2003)

Os conceitos de eficiência compõem a base para a teoria da eficiência do modelo DEA, que fora idealizado por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), no qual estes, através de modelos matemáticos, desenvolveram uma técnica a partir da qual, utilizando programação linear, seja possível estabelecer padrões ótimos de eficiência.

De acordo com Reis, Silveira e Braga (2013) a programação linear, da qual se utiliza a DEA, é um processo que consiste em maximizar ou minimizar uma função objetivo, levando em consideração equações condicionantes ou restrições. Portanto, trata-se de um problema de máximo (orientação produto) ou mínimo (orientação insumo) sujeito a restrições. De acordo com Oliveira (2008), o método DEA baseia-se em construir fronteira empírica de eficiência com *convex hull* (envelopamento convexo) englobando dados empíricos, dentro de espaço multidimensional definido pelas variáveis de entrada e de saída.

Para Oliveira e Nachiluk (2011) a melhoria na produtividade pode ocorrer de três formas: i) adoção de novas tecnologias e formas de gestão, ii) diferenciação da qualidade do produto pela colheita e iii) redução dos custos de produção. Dentro desse contexto, observa-se a importância de se conhecer os componentes relacionados aos custos de produção, pois, de acordo

com Pereira (2014), ao calcular o custo, o produtor tem condições de avaliar os resultados, corrigir falhas e melhorar a produtividade. Uma importante ferramenta nesse sentido é o DEA.

Nesse contexto, de acordo com Gomes, Soares de Melo e Biondi Neto (2003, p. 11) o DEA permite: i) Identificar as DMUs eficientes, localizar a ineficiência e estimar uma função de produção linear por partes, fornecendo o benchmarking para as ineficientes; ii) Determinar a eficiência relativa das DMUs que compõem o grupo; iii) Subsidiar estratégias de produção que maximizem a eficiência das DMUs e corrigir as ineficientes; iv) A tomada de decisão gerencial e; iv) Considerar a possibilidade de os *outliers* serem *benchmarking* e não desvio em relação à média.

Conforme Baptista (2002), o modelo DEA pode ser utilizado tanto com orientação a produto (que procura maximizar as saídas, a partir dos insumos utilizados), quanto com orientação a insumo (que busca a utilização máxima de cada insumo para a obtenção do produto), sendo que para a condução do presente estudo, o modelo DEA será utilizado para se verificar quanto as variáveis de insumo, em função da produtividade total.

O DEA também pode ser utilizado sempre que houver o interesse em avaliar a produtividade relativa de unidades comparáveis que se utilizem de um mesmo tipo de entradas ou *inputs* (insumos), com o propósito de produzir um mesmo tipo de saídas ou *outputs* múltiplas (produção efetiva) (CARLUCCI, 2012), ou seja, quando se possa partir do pressuposto de que é possível medir o desempenho de unidades semelhantes que possuem diferentes gerenciamentos, almejam objetivos semelhantes e se desenvolvem sob as mesmas condições (MOREIRA; SANT'ANNA, 2010).

Sengupta (2000) afirma que a eficiência técnica mede o sucesso das unidades tomadoras de decisão (DMU) em produzir o máximo possível de *output* dado um determinado nível de *input*, enquanto a eficiência alocativa mede o sucesso de uma empresa em escolher uma combinação ótima de *inputs* com um determinado nível de preços de *input* ou de *output*. Tais conceitos foram utilizados como parâmetro na verificação dos resultados alcançados pela pesquisa, principalmente no que tange ao principal problema de eficiência atribuído a cada DMU.

O DEA, como abordagem não paramétrica, utiliza métodos de programação não linear, para a construção de uma fronteira de dados, ou combinação linear de DMUs (LAPLANTE; PARADI, 2015) não necessitando de quaisquer hipóteses sobre a forma funcional ou tipo de distribuição (ALKHATHLAN; MALIK, 2010).

A utilização do DEA se tornou uma metodologia bastante utilizada para a mensuração da eficiência relativa das DMU (ALMUMANI, 2013). Cooper, Seiford e Tone (2007) definem a técnica DEA como uma técnica utilizada para avaliar o desempenho de um conjunto de unidades que são denominadas *Decision Making Units* (DMUs), ou unidades tomadoras de decisão.

Uma DMU é uma entidade que produz *outputs* a partir da utilização de *inputs* (CARLUCCI, 2012). As DMUs verificadas nesta pesquisa serão as cidades produtoras de soja separadas por plantio tradicional e OGM em cada safra (ano), os *Inputs* serão aqueles relacionados aos custos de produção da soja (insumos, mão de obra, despesas administrativas, etc) e os *Outputs* serão as quantidades de soja produzida.

São utilizados dois modelos para o DEA, caracterizados como CCR e BCC. O primeiro estimador do DEA consiste no modelo CCR (também conhecido por CRS ou *constant returns to scale*) que trabalha com retornos constantes de escala. De acordo com Halkos e Tzeremes (2012) o modelo CCR foi introduzido por Charnes, Cooper, and Rhodes (1978) a partir de Farrell (1957). Além disso, o modelo CCR assume proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* (GOMES; MANGABEIRA; MELLO, 2005)

Paradi et al., (1998) mencionam que modelos DEA são classificados de acordo com o tipo de superfície de envelopamento (CCR ou BCC), a medida de eficiência (retornos constantes ou variáveis de escala) e a orientação (insumo ou produto). A seguir, a fórmula (1), que ilustra o modelo CCR orientado a insumo, conforme Kassai (2002, p. 74):

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

Sujeito a

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} &\leq 0 \\ \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} &= 1 \\ u_r, v_i &\geq 0 \quad \forall x, y \\ u &\in \mathcal{R} \end{aligned} \tag{1}$$

Onde: y: produtos; x: insumos; u, v: pesos; r = 1,...,m; i = 1,...,n; j = 1,...,N.

No modelo orientado a insumo (que visa maximizar os insumos) apresentado em (1), h_k é a eficiência da DMU que está sendo analisada, x_{ik} representam os seus *inputs* e y_{ik} os *outputs*, v_i e u_j , são os pesos calculados para os *inputs* i e para *outputs* j (respectivamente) e u é um fator que quando positivo indica que a DMU encontra-se em uma região de retornos decrescentes de escala e se negativo em uma região de retornos crescentes. Se a $h_k = 1$, a DMU analisada é considerada eficiente. (KASSAI, 2002; CARLUCCI, 2012; PEREIRA, 2014).

No modelo orientado a produto, tem-se, a seguinte fórmula (2),

$$\text{Min } h_k = \sum_{i=1}^n v_i x_{ik},$$

Sujeito a

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} &\leq 0 \\ \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} &= 1 \\ u_r, v_i &\geq 0 \quad \forall x, y \\ u &\in \mathcal{R} \end{aligned} \tag{2}$$

Onde: y : produtos; x : insumos; u, v : pesos; $r = 1, \dots, m$; $i = 1, \dots, n$; $j = 1, \dots, N$.

A orientação para *outputs*, por sua vez, procura maximizar a saída, mantendo o mesmo nível de *inputs*. O modelo, denominado BCC (também conhecido como VRS ou *Variable Return to Scale*), não assume proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* inseridos, de modo que não se pode garantir a proporcionalidade entre eles (ANGULO-MEZA et al. 2005). Este modelo proposto por Banker, Charnes e Cooper (1984), considera retornos variáveis de escala.

Conforme Jaenicke (2000) a abordagem BCC forma um envelope convexo que abrange os pontos de eficiência de forma mais precisa que o envelope cônico do modelo CCR, e desta forma fornece *scores* de eficiência técnica que são maiores ou iguais àqueles obtidos usando o modelo CCR.

O modelo BCC permite a projeção de cada DMU ineficiente sobre a superfície de fronteira determinada pelas DMUs eficientes e também apresenta orientação para *inputs* e *outputs*, conforme formulações matemáticas apresentadas a seguir (KASSAI, 2002, p. 76).

A formula (3) apresenta a orientação para insumo:

$$\text{Max} = \sum_{r=1}^m u_r y_{rk} - u$$

Sujeito a

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} - u &\leq 0 \\ \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} &= 1 \\ u_r, v_i &\geq 0 \quad \forall x, y \\ u &\in \mathcal{R} \end{aligned} \tag{3}$$

Onde: y: produtos; x: insumos; u, v: pesos; r = 1,...,m; i = 1,...,n; j = 1,...,N.

A formula (4) apresenta a orientação para produto:

$$\text{Min} = \sum_{i=1}^n v_i x_{ki} + v_k$$

Sujeito a

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} - v_k &\leq 0 \\ \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} &= 1 \\ u_r, v_i &\geq 0 \quad \forall x, y \\ u &\in \mathcal{R} \end{aligned} \tag{4}$$

Onde: y: produtos; x: insumos; u, v: pesos; r = 1,...,m; i = 1,...,n; j = 1,...,N.

Pode-se verificar que os resultados das formulações dos modelos CCR direcionados a insumo ou a produto são os mesmos, o que não ocorre nos casos dos modelos BCC, assim, nos modelos BCC orientados a *output* a formulação maximiza os *outputs* gerados pelos *inputs* e vice-versa (ADLER; FRIEDMAN; SINUANY-STERN, 2002).

As análises dos dados utilizando a DEA mostram o quanto uma DMU é eficiente, no tratamento de seus *inputs* e *outputs*, quando comparados aos outros DMU (MACEDO; CÍPOLA; FERREIRA, 2010). A escala utilizada varia de 0 a 1, ou de 0% a 100% com k DMU (ADLER; FRIEDMAN; SINUANY-STERN, 2002)

Um indicador de 1 ou 100% indica que a DMU encontra-se na fronteira máxima de eficiência. Um indicador inferior a 1 ou 100% retorna que as operações estão abaixo desta fronteira. Quanto menor o indicador, mais os DMU encontram-se afastados desta fronteira de eficiência, sendo, portanto, ineficiente (AJLOUNI; TOBAISHAT, 2010; MACEDO; CÍPOLA; FERREIRA, 2010)

Gomes (2008) realizou uma revisão de literatura, onde encontrou 158 referências sobre o tema em periódicos internacionais e nacionais. Nesta pesquisa a autora concluiu que a revisão realizada apontou que há uma potencialidade para o uso do DEA no agronegócio. Macedo; Casa Nova, e de Almeida (2010) realizaram mapeamento e análise bibliométrica da utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA) em estudos em contabilidade e administração. Assim podem-se referenciar alguns trabalhos que utilizaram este método.

O DEA apresenta-se como uma ferramenta que possui um campo de utilização bastante amplo, não somente dentro do contexto do agronegócio, verificado nesta pesquisa, mas também em outros setores produtivo. No contexto do agronegócio, Neves e Braga (2015) verificaram a eficiência financeira e operacional em cooperativas do programa de capitalização de cooperativas agropecuárias.

Ainda dentro do contexto nacional, Rodrigues (2015) utilizou o DEA para mensurar a eficiência da agricultura familiar e produção de biodiesel no norte mato-grossense; Carmo (2012) avaliou a eficiência da avicultura familiar em Alagoas; Rodrigues, Souza e Souza Filho (2012) calcularam os indicadores de produtividade dos produtores de leite no município de Rolim de Moura/RO na perspectiva da eficiência produtiva, técnica e de escala; Almeida e Macedo (2010) avaliaram o desempenho organizacional no agronegócio brasileiro, a partir de informações contábil-financeiras.

Por fim, Gomes, Mangabeira e Soares de Mello (2005) mediram a eficiência dos produtores em Holambra/SP, Ferreira (2005) verificaram a eficiência técnica e de escala de cooperativas e sociedades de capital na indústria de laticínios do Brasil e Helfand e Levine (2004)

avaliaram a relação entre o tamanho da propriedade e os determinantes da eficiência produtiva no Centro-Oeste brasileiro;

No contexto internacional, Leonard (2015) verificou a eficiência energética no setor Agrícola; Mohammadi et al. (2013) investigaram a economia de energia nas operações da produção de soja no Irã; Shen, Shen e Xu (2013) analisaram a eficiência da produção pesqueira na China; Watkins et al. (2013) verificaram a eficiência técnica, alocativa e econômica na produção de arroz no estado americano do Arkansas.

Dando continuidade a analise do contexto internacional, Fadasi et al. (2012) avaliaram a eficiência na produção de maçã no Irã; Hasanov e Nomman (2011) avaliaram a eficiência da agricultura conforme a escassez de recursos no Uzbequistão; Chauhan, Mohapatra e Pandey (2006) determinaram a eficiência dos produtores no que diz respeito ao uso de energia na produção de arroz na Índia;

Finalizando a verificação da utilização do DEA na agricultura por pesquisadores internacionais, Sueyoshi et al. (1998), usaram DEA para mensurar o desempenho de cooperativas nipônicas; Xu e Jeffrey (1998) estimaram a eficiência produtiva na cultura do arroz na China; Ariyaratne (1997) e Ferrier e Porter (1991), analisaram a eficiência técnica de cooperativas agrícolas dos Estados Unidos.

Considerando a utilização da análise envoltória de dados em outros setores de atividade foi possível verificar que o DEA também foi utilizado em diversos setores como setor bancário (STAUB; SOUZA; TABAK, 2009; ALKHATHLAN; MALIK, 2010), setor financeiro (KASSAI, 2002; FERREIRA; GONÇALVES; BRAGA, 2007; NEVES JÚNIOR et al., 2012), educação (MELLO et al., 2003; LEE, 2011), setor público (MARINHO, 1998; GONÇALVES et al., 2007; FARIA; JANNUZZI; SILVA, 2008), energia (MOUSAVIDAVVAL et al., 2011; LINS et al., 2012), setor ferroviário (PEREIRA; MELLO, 2014) e esportivo (HAAS, 2003; ROGGE; VAN REETH; VAN PUYENBROECK, 2013).

Os estudos aqui apresentados mostraram a aplicação dos modelos de Análise Envoltória de Dados, construídos em diversos aspectos e categorias econômicas a partir da organização das variáveis compreendidas em cada uma destas categorias em *inputs*, *outputs* e DMU, fazendo com que os modelos que compõem a metodologia do DEA possam retornar regiões ou unidades de eficiência e ineficiência dentro dos modelos trabalhados.

Apesar da técnica DEA não exigir nenhum comportamento ou tipo de distribuição específico dos dados, de acordo com Cooper, Seiford e Tone (2007), existem alguns pré-requisitos para a aplicação da técnica DEA. Quando aplicada em um número de organizações deve-se atender aos requisitos: (1) as organizações devem ser comparáveis, ou seja, devem realizar as mesmas atividades e devem ter objetivos semelhantes; (2) devem ser utilizadas organizações que operam com múltiplos insumos e produtos; (3) as organizações do modelo devem utilizar os mesmos insumos e produtos, com diferença apenas quanto à intensidade e magnitude; (4) as organizações devem atuar sob as mesmas condições de mercado; (5) o número de organizações a ser analisado deve ser pelo menos três vezes maior que o número de insumos e produtos considerados; (6) as variáveis devem ter dados numéricos positivos.

A utilização da DEA possibilita o planejamento de metas, maximizando a eficiência de cada DMU, além de permitir sinalizar problemas existentes, fornecendo informações úteis para o processo de tomada de decisão (PEREIRA, 2014). Nesse sentido, apoia à decisão dos produtores, ao indicar o nível de eficiência, as fontes de ineficiência e as unidades que podem servir de referência (MELO, 2010).

3. METODOLOGIA

3.1 Classificação e procedimentos da pesquisa

A presente pesquisa se classifica como descritiva e aplicada. Descritiva uma vez que, conforme aponta Andrade (2007, p. 114) “os fatos são observados, registrados, analisados, classificados e interpretados, sem que o pesquisador interfira neles”. Aplicada, pois procura gerar conhecimentos para a resolução de problemas específicos (VERGARA, 2000).

Foi realizada também pesquisa documental e bibliográfica. De acordo com Gil (2007), este tipo de pesquisa refere-se a materiais que não receberam um tratamento analítico ou que, apesar de já terem sido processados, podem receber outras interpretações. Em relação à abordagem, a pesquisa se classificou como quantitativa. Segundo Richardson (2011), a metodologia com análise de evidências quantitativas emprega a estatística para coleta e tratamento dos dados, procurando evitar distorções de análises e interpretações.

3.2 Caracterização da amostra e coleta dos dados

O cultivo de soja no Brasil abrange principalmente as regiões Sul (Rio Grande do Sul e Paraná), Centro Oeste (Goiás e Mato-grosso) e partes das regiões Sudeste (Minas Gerais) e Nordeste (Bahia e Maranhão).

As cidades foram organizadas considerando-se os sistemas de cultivos da soja tradicional e a soja OGM disponibilizados pelo sítio eletrônico da CONAB. Para o cultivo da soja tradicional foram consideradas como amostra desta pesquisa as cidades brasileiras de Barreiras/BA, Balsas/MA, Campo Mourão/PR, Chapadão do Sul/MS, Londrina/PR, Primavera do Leste/MT, Rio Verde/GO, Sapezal/Campo Novo Parecis/MT, Sorriso/MT e Unaí/MG.

Para a soja OGM, foram consideradas como amostra as cidades brasileiras de Barreiras/BA, Balsas/MA, Campo Mourão/PR, Chapadão do Sul/MS, Cristalina/GO, Cruz Alta/RS, Londrina/PR, Passo Fundo/RS, Primavera do Leste/MT, Rio Verde/GO, Santa Rosa/RS, São Luiz Gonzaga/RS, Sorriso/MT e Unaí/MG.

A seleção das cidades para a amostra da pesquisa foi realizada de forma não probabilística, no que se refere ao processo de amostragem, uma vez que a escolha destas

cidades, para verificação da eficiência e custos de produção, foi realizada pela disponibilidade e acessibilidade dos dados disponibilizados pela CONAB.

Os dados foram importados a partir de relatórios da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) entre as safras 2012/2013 a 2014/2015. A escolha deste período de safras para estudo justifica-se pela disponibilidade dos dados por parte da CONAB. Além disso, o período selecionado atende aos requisitos do DEA, modelo estatístico escolhido nesta pesquisa.

A coleta dos dados ocorreu a partir de janeiro/2014 até maio de 2015, uma vez que a CONAB atualiza a série histórica de dados a cada mês.

Para proceder a coletar os dados desta pesquisa, ocorreu o acesso do portal de internet da CONAB (<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1555&t=2>) na seção de produtos e serviços, subseção de custos de produção no qual são disponibilizadas as informações de diversas culturas estudadas pela CONAB.

No site da CONAB, dentro desta subseção (custos de produção), estão as informações específicas sobre soja estão em cultura de verão. Sobre esta cultura em específico a CONAB organizou, em uma série histórica, informações sobre custos de produção das cidades produtoras de soja no Brasil

O quadro 4 apresenta a síntese dos municípios produtores de soja, considerando a amostra e o período em análise nesta pesquisa.

**Quadro 4 – Amostra de municípios produtores de soja por tipo cultivo e safras em análise
(continua)**

	Município	Cultivo	Safras
1	Barreiras/BA	Tradicional	2012/2013
		Transgênico (OGM*)	2013/2014 até 2014/2015
2	Balsas/MA	Tradicional	2012/2013
		Transgênico (OGM)	2013/2014 até 2014/2015
3	Campo Mourão/PR	Tradicional	2012/2013 até 2014/2015
		Transgênico (OGM)	2012/2013 até 2014/2015
4	Sapezal/Campo Novo Parecis-MT	Tradicional	2012/2013 até 2014/2015
5	Chapadão do Sul/MS	Tradicional	2012/2013 até 2013/2014
		Transgênico (OGM)	2014/2015
6	Cristalina/GO	Transgênico (OGM)	2012/2013 até 2014/2015
7	Cruz Alta/RS	Transgênico (OGM)	2013/2014 até 2014/2015
8	Londrina/PR	Tradicional	2012/2013 até 2014/2015
		Transgênico (OGM)	2012/2013 até 2014/2015
9	Passo Fundo/RS	Transgênico (OGM)	2012/2013
10	Primavera do Leste/MT	Tradicional	2012/2013 até 2014/2015
		Transgênico (OGM)	2012/2013 até 2014/2015
11	Rio Verde/GO	Tradicional	2012/2013 até 2013/2014
		Transgênico (OGM)	2014/2015

(conclusão)

	Município	Cultivo	Safras
12	Santa Rosa/RS	Transgênico (OGM)	2012/2013
13	São Luiz Gonzaga/RS	Transgênico (OGM)	2012/2013 até 2014/2015
14	Sorriso/MT	Tradicional	2012/2013 até 2014/2015
		Transgênico (OGM)	2012/2013 até 2014/2015
15	Unaí/MG	Tradicional	2012/2013 até 2013/2014
		Transgênico (OGM)	2014/2015

*OGM – Organismos Geneticamente Modificados

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da CONAB.

Considerando a metodologia adotada pela CONAB as variáveis relacionadas aos custos de produção podem ser divididas em: i) Custo Variável, que são compostos dos grupos despesas de custeio da lavoura, despesas pós-colheita e despesas financeiras; ii) Custo Operacional, composto por depreciações e outros custos fixos, conforme indicado no quadro 2 apresentado no capítulo do Referencial Teórico.

O Custo Total é a soma dos Custos variáveis, Custos fixos e Renda de Fatores que engloba remuneração esperada sobre o capital fixo, terra própria e arrendamento. O Anexo A apresenta o plano de contas completo para os custos de produção de soja, a partir da metodologia adotada pela CONAB.

Foram consideradas nesta pesquisa, as variáveis de custos diretamente relacionados com a cultura da soja durante o período da lavoura, não sendo utilizados variáveis que apresentaram valor igual a zero, ou com poucas ocorrências. Metodologia semelhante foi utilizada nos estudos de Rodrigues (2013), Pereira (2014) e Oliveira (2015). Logo, o Quadro 5 apresenta a composição dos custos de produção de soja selecionadas para análise neste trabalho, a partir da metodologia CONAB:

Quadro 5 – Composição do custo de produção da soja

(continua)

Componente de custo	Grupo	Discriminação	Sigla
Custo Variável – CV (A)	Custeio da Lavoura	1 - Operação com avião	OPAVI
		2 - Operação com máquinas próprias	OPMAP
		3 - Aluguel de máquinas/serviços	ALMAS
		4 - Operação com animais próprios	OPANP
		5 - Operação com animais alugados	OPANA
		6 - Mão-de-obra temporária	MDOTP
		7 - Mão-de-obra fixa/Administrador	MDOFX

(conclusão)

Componente de custo	Grupo	Discriminação	Sigla
Custo Variável – CV (A)	Custeio da Lavoura	8 - Sementes/ROYALTIES	SEEDS
		9 – Fertilizantes	FERTS
		10 – Agrotóxicos	AGRTX
		11 - Outros itens	OUTRI
	Outras Despesas e Despesas Financeiras	1 - Seguro agrícola/Seguro produção	SEGUR
		2 - Assistência técnica	ASTEC
		3 - Transporte externo	TREXT
		4 - Despesas administrativas	DESPA
		5 – Armazenagem	ARMAZ
		6 - Contribuição Especial da Seguridade Social Rural	CESSR
		7 – Impostos	IMPTS
		8 – Taxas	TAXAS
		9 – Outros	OUTRO
		10 – Juros	JUROS
Custo Fixo - CF (B)	Custos Fixos e Renda De Fatores	1 - Depreciação de benfeitorias/instalações	DPBFT
		2 - Depreciação de implementos	DPIMP
		3 - Depreciação de máquinas	DPMAQ
		4 - Depreciação de animais	DPANI
		5 - Manutenção periódica de benfeitorias/instalações	MANPR
		6 - Encargos sociais	ENCSO
		7 - Seguro do capital fixo	SEGCF
		8 - Remuneração esperada sobre capital fixo	REMCF
		9 – Terra	TERRA
		10 – Arrendamento	ARREN
Custo Total – CT	Custo Total – CT	(A+B)	

Fonte: Elaboração própria, a partir da análise dos dados da pesquisa e metodologia CONAB (2010).

Pela observação do Quadro 5, percebe-se que os custos de produção da soja foram divididos em dois grupos, Custos Variáveis – CV e Custos Fixos – CF. A soma desses resultando no Custo Total – CT de produção da cultura da soja utilizada neste estudo.

Dentro dos Custos Variáveis, foram descartadas as variáveis OPAVI, ALMAS, OPANP, OPANA, OUTRI, IMPTS, TAXAS e OUTRO, pois estas não apresentaram valores na maioria das cidades verificadas. Em Custos Fixos, as variáveis DPBFT, DPIMP e DPMAQ foram aglutinadas para a criação da variável DEPRE, uma vez que estes itens apresentam características semelhantes.

Estas variáveis relacionadas à depreciação foram agrupadas por se tratar de itens semelhantes na sua forma de reconhecimento e evidenciação e que são suportados pelo produtor, independentemente do volume de produção (CONAB, 2010). A CONAB (2010) considera depreciação itens como as máquinas, equipamentos, utensílios, implementos, benfeitorias, instalações, solo (sistematização e correção), animais de trabalho e embalagens, razão pela qual se optou por agregar estas contas;

As variáveis DPANI e ARREN foram descartadas, pois não apresentaram valores nas cidades observadas. Após esta exclusão, foi obtido um total de 19 variáveis de custo de produção de soja nas cidades em estudo, sendo 6 relacionadas aos custos fixos e 13 relacionadas aos custos variáveis.

Os custos de produção de soja de cada município foram atualizados em valores monetários, considerando a da data de fechamento dos últimos dados disponibilizados neste estudo, ou seja, 30/04/2015. A atualização foi realizada utilizando o indicador IGPA (Índice Geral de Preços Agrícolas) realizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV).

3.3 Variáveis e análise estatística dos dados

A análise descritiva dos dados referentes aos custos de produção de soja nas safras e cidades selecionadas foi realizada no software Action (ESTATCAMP, 2014). A análise descritiva dos dados tem como objetivo verificar os valores máximos, mínimos, médias, desvio padrão e coeficiente de variação.

Para complementar a análise inicial dos dados, antes de se iniciar os testes com DEA, foi realizada a Análise de Variância (ANOVA). Esta é uma técnica estatística que tem como objetivo principal verificar se há uma diferença significativa entre as médias das cidades observadas, verificando se esta diferença exerce influência em alguma variável relacionada aos custos de produção.

Milone (2006) define como pressupostos básicos da ANOVA, que i) as amostras sejam aleatórias e independentes; ii) as populações sejam normais; e iii) que as variâncias populacionais sejam homogêneas. A utilização da ANOVA, considerando o escopo da pesquisa, buscou verificar quais itens de custos de produção sofreram variações estatisticamente significativas entre as cidades.

Para verificar a homogeneidade das variâncias, foi utilizado o teste de *Levene*, observando o nível de significância de 5% como estatisticamente significativo para as variáveis. Para verificar a normalidade dos resíduos em estudo, realizou-se o teste de *Anderson-Darling*, que considerou estatisticamente significativo o valor p abaixo do valor nominal de significância de 5%.

Importante ressaltar que será aplicada a ANOVA para as variáveis que satisfazem as condições pressupostas pelo teste, e o teste *Tukey*, para as variáveis que apresentaram distribuição normal e variâncias homogêneas. Para Arango (2001), este teste é utilizado para determinar se ocorrem diferenças significativas entre as médias de grupos na ANOVA, tomadas duas a duas.

Para as variáveis de custos de produção em que os resíduos não apresentaram distribuição normal, tampouco homogeneidade das variâncias, foi aplicado o teste de *Kruskal-Wallis* (também à significância de 5%). Este teste (não paramétrico) é indicado para casos onde não é possível a realização da ANOVA devido a seus pressupostos não serem atendidos.

A utilização do teste *t* de *Student* (paramétrico) requer que as variáveis comparadas apresentem distribuição normal dos dados em análise e que as variâncias sejam iguais a um nível nominal de significância de 5% (BUSSAB; MORETTIN 2003). O teste t foi realizado para verificar se ocorreram diferenças estatisticamente significativas quanto à comparação de médias de custos entre o sistema de plantio utilizando sementes tradicionais e a sementes geneticamente modificadas (OGM).

Caso estes pressupostos não sejam atendidos procede-se a realização do teste não paramétrico equivalente, assim para as variáveis que não apresentarem distribuição normal, será realizado o teste de *Mann-Whitney*.

Para a aplicação do método DEA utilizou-se o software SIAD – Sistema Integrado de Apoio à Decisão (ANGULO-MEZA et al., 2005), com a finalidade de se verificar a eficiência, técnica e de escala das cidades/safras brasileiras produtoras soja considerando os modelos de cultivo Tradicional e Organismo Geneticamente Modificado (OGM).

O modelo utilizado baseia-se em programação linear, a partir da qual se geram fronteiras de produção eficientes, para cada unidade analisada (NEVES; BRAGA, 2015). Desta forma, o cálculo da eficiência técnica e de escala dentro da DEA consiste em determinar a distância entre cada DMU com relação à fronteira estimada, sendo mais eficientes aquelas DMUs mais próximas

à fronteira de dados. Considerando que a DEA produz resultados entre 0 e 1 (ou 0% e 100%), apresenta-se mais eficiente aquela DMU mais próximo a 1 (ou 100%).

Etapa importante para a utilização da DEA consiste em definir as DMUs a serem avaliadas, as variáveis de *inputs* e *outputs* e o modelo a ser utilizado. Nesta pesquisa, cada cidade produtora de soja e a sua respectiva safra (de acordo com dados disponibilidades pela CONAB), considerando os sistemas de plantio tradicional e OGM, foram consideradas como DMUs. O Quadro 6, apresenta a classificação das DMUs,

Quadro 6 – Classificação das DMUs utilizadas nesta pesquisa

(continua)

DMU	Safra	Cidade	Plantio
DMU 1	2012/2013	BALSAS/MA	TRADICIONAL
DMU 2	2012/2013	BARREIRAS/BA	TRADICIONAL
DMU 3	2012/2013	CAMPO MOURÃO/PR	TRADICIONAL
DMU 4	2012/2013	CAMPO MOURÃO/PR	OGM
DMU 5	2012/2013	CAMPO NOVO DO PARECIS/MT	TRADICIONAL
DMU 6	2012/2013	CHAPADÃO DO SUL/MS	TRADICIONAL
DMU 7	2012/2013	CRISTALINA/GO	OGM
DMU 8	2012/2013	LONDRINA/PR	OGM
DMU 9	2012/2013	LONDRINA/PR	TRADICIONAL
DMU 10	2012/2013	PASSO FUNDO/RS	OGM
DMU 11	2012/2013	PRIMAVERA DO LESTE/MT	TRADICIONAL
DMU 12	2012/2013	PRIMAVERA DO LESTE/MT	OGM
DMU 13	2012/2013	RIO VERDE/GO	TRADICIONAL
DMU 14	2012/2013	SANTA ROSA/RS	OGM
DMU 15	2012/2013	SÃO LUIS GONZAGA/RS	OGM
DMU 16	2012/2013	SORRISO/MT	TRADICIONAL
DMU 17	2012/2013	SORRISO/MT	OGM
DMU 18	2012/2013	UNAÍ/MG	TRADICIONAL
DMU 19	2013/2014	BALSAS/MA	OGM
DMU 20	2013/2014	BARREIRAS/BA	OGM
DMU 21	2013/2014	CAMPO MOURÃO/PR	TRADICIONAL
DMU 22	2013/2014	CAMPO MOURÃO/PR	OGM
DMU 23	2013/2014	CAMPO MOURÃO/PR	TRADICIONAL
DMU 24	2013/2014	CAMPO NOVO DO PARECIS/MT	TRADICIONAL
DMU 25	2013/2014	CHAPADÃO DO SUL/MS	TRADICIONAL
DMU 26	2013/2014	CRISTALINA/GO	OGM
DMU 27	2013/2014	CRUZ ALTA/RS	OGM
DMU 28	2013/2014	LONDRINA/PR	OGM
DMU 29	2013/2014	PRIMAVERA DO LESTE/MT	TRADICIONAL
DMU 30	2013/2014	PRIMAVERA DO LESTE/MT	OGM

(conclusão)

DMU	Safra	Cidade	Plantio
DMU 31	2013/2014	RIO VERDE/GO	TRADICIONAL
DMU 32	2013/2014	SÃO LUIS GONZAGA/RS	OGM
DMU 33	2013/2014	SORRISO/MT	TRADICIONAL
DMU 34	2013/2014	SORRISO/MT	OGM
DMU 35	2013/2014	UNAÍ/MG	TRADICIONAL
DMU 36	2014/2015	BALSAS/MA	OGM
DMU 37	2014/2015	BARREIRAS/BA	OGM
DMU 38	2014/2015	CAMPO MOURÃO/PR	TRADICIONAL
DMU 39	2014/2015	CAMPO MOURÃO/PR	OGM
DMU 40	2014/2015	CAMPO NOVO DO PARECIS/MT	TRADICIONAL
DMU 41	2014/2015	CHAPADÃO DO SUL/MS	OGM
DMU 42	2014/2015	CRISTALINA/GO	OGM
DMU 43	2014/2015	LONDRINA/PR	TRADICIONAL
DMU 44	2014/2015	LONDRINA/PR	OGM
DMU 45	2014/2015	PRIMAVERA DO LESTE/MT	TRADICIONAL
DMU 46	2014/2015	PRIMAVERA DO LESTE/MT	OGM
DMU 47	2014/2015	RIO VERDE/GO	OGM
DMU 48	2014/2015	SÃO LUIS GONZAGA/RS	OGM
DMU 49	2014/2015	SORRISO/MT	TRADICIONAL
DMU 50	2014/2015	SORRISO/MT	OGM
DMU 51	2014/2015	UNAÍ/MG	OGM

Fonte: Elaborado pelo autor.

As DMUs selecionadas nesta pesquisa são unidades produtivas que realizam atividades semelhantes (a produção da soja), gerando produtos que, da mesma forma, são semelhantemente comercializáveis, ou seja, a partir de estruturas semelhantes de custos (*inputs*) das cidades produtoras, são produzidas um conjunto de saídas (*outputs*) em um mesmo mercado, ou com as mesmas características mercadológicas, atendendo assim aos pressupostos de homogeneidade observados por Dyson et al. (2001), tanto para as DMUs relacionadas ao sistema tradicional, quanto as do sistema OGM.

Após a caracterização das DMUs do estudo, procedeu-se a verificação dos *inputs* e *outputs* que seriam utilizados na DEA. Esta é uma importante etapa, pois, conforme aponta Dyson et al. (2001), para este modelo estatístico, ao passo que ocorrem aumento no número de variáveis, aumentam também a possibilidade de mais DMUs estarem próximos a fronteira de eficiência, tornando o método em análise impreciso.

Para tanto, Dyson et al. (2001), recomendam uma equação para se determinar a quantidade mínima de itens utilizados na pesquisa, desta forma os autores buscam relacionar o número de DMUs (n) com o número de insumos (m) e de produto (s) em estudo, podendo ser representado, ainda de acordo com os autores por, no mínimo, $n = 2m \times s$, sendo $m \times s$ o produto das quantidades de *inputs* e *outputs*.

Logo, a partir da formulação proposta, a relação entre número de DMUs (cidades/sistema de cultivo/safras), insumos (*inputs*) e produtos (*outputs*) verificados dentro desta pesquisa foi atendida, pois se têm $n = 52$, $m = 3$ e $s = 1$. Assim, considerando os dados disponibilizados pela CONAB, e também para se atender a formulação proposta por Dyson et al. (2001), algumas variáveis de custos (CF, CV e CT) foram descartadas e os grupos reorganizados.

As variáveis que integram os grupos e compõem o modelo DEA desta pesquisa, conforme a classificação e a definição estão caracterizadas no Quadro 7.

Quadro 7 – Classificação das variáveis

(continua)

Grupo	Variáveis	Unidade	Classificação	Definição
Custeio da Lavoura	Operação com máquinas próprias (OPMAP)	R\$/hectare	Input 1	Valor total, em reais por hectare, utilizado por município em cada safra.
	Mão-de-obra temporária (MDOTP)			
	Mão-de-obra fixa (MDOFX)			
	Sementes (SEEDS)			
	Fertilizantes (FERTS)			
	Agrotóxicos (AGRTX)			
Outras Despesas e Despesas Financeiras	Seguro agrícola (SEGUR)	R\$/hectare	Input 2	Valor total, em reais por hectare, utilizado por município em cada safra.
	Assistência técnica (ASTEC)			
	Transporte externo (TREXT)			
	Despesas Administrativas (DESPA)			
	Armazenagem (ARMAZ)			
	Contribuição Especial da Seguridade Social Rural (CESSR)			
	Juros (JUROS)			
Custos Fixos e Renda De Fatores	Depreciação Total (DEPRE)	R\$/hectare	Input 3	Valor total, em reais por hectare, utilizado por município em cada safra.
	Manutenção periódica de benfeitorias/installações (MANPR)			
	Encargos sociais (ENCSO)			
	Seguro do capital fixo (SEGCF)			
	Remuneração esperada sobre capital fixo (REMCF)			
	Terra (TERRA)			
Quantidade Produzida	Quantidade de soja Produzida (SOJA)	Toneladas	Output	Valor total, em toneladas de soja, produzido por município em cada safra.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como pode ser observado no quadro 8, foram caracterizados quatro grupos, sendo um grupo classificado como *output* (Quantidade Produzida), e três grupos, como *inputs* (Custeio da Lavoura, Outras Despesas e Despesas Financeiras e Custos Fixos e Renda De Fatores). O grupo de *output* refere-se quantidade de produção da soja em toneladas em cada DMU. A escolha dos grupos de *inputs* ocorre conforme a metodologia adotada pela CONAB para custos de produção de soja e também conforme a pressuposição de homogeneidade proposta por Dyson et al. (2001), na qual são considerados homogêneos recursos similares presentes em todas as unidades e que podem ser classificados como custos.

Os escores de eficiência podem ser verificados sob duas óticas, sendo a primeira a eficiência técnica (ou "eficiência pura") e a eficiência de escala. Estas análises são importantes, pois trazem informações importantes que identificam as fontes de ineficiência das DMUs, podendo estas ter origem na ineficiência do processo de realização dos insumos em produtos (técnica) ou pela ineficiência na escala de produção ou, ainda, a DMU em análise pode ser ineficiente em nível técnico e de escala simultaneamente (HAAS, 2003).

Para obter as medidas de eficiência, foram verificados inicialmente na elaboração deste método, os retornos constantes de escala (modelo CCR) proposto por Charnes, Cooper, and Rhodes (1978) a partir de Farrell (1957). Posteriormente, conforme Banker e Thrall (1992), essa medida de eficiência foi decomposta em uma medida de pura eficiência e uma eficiência de escala obtendo-se retornos variáveis (modelo BCC). Tais modelos e medidas de eficiência serviram como parâmetro para os testes realizados pelo DEA nesta pesquisa, apresentados nos resultados.

Logo, para determinação do ranking verifica-se a os resultados da eficiência composta normalizada, onde cada DMU apresentará um valor de ranqueamento exclusivo. As expressões para cálculo da eficiência composta e eficiência composta normalizada segundo Neves Júnior et al. (2012), são apresentadas a seguir nas formulas 5 e 6:

$$Eficiência Composta = Eficiência Padrão(Otimista) + \frac{(1 - Eficiência Invertida(Pessimista))}{2} \quad (5)$$

$$Eficiência Composta Normalizada = \frac{Eficiência Composta}{Máxima (Eficiência Composta)} \quad (6)$$

Nessa perspectiva, será mais eficiente aquela DMU que consegue alcançar um desempenho mais uniforme, devendo, desta forma se focar os itens no qual possui excelência, despendendo pouco de todos os insumos e também não possuir um mau desempenho ruim nas outras etapas do processo (NEVES JÚNIOR et al., 2012).

Logo, foi possível obter um índice combinado (composta normalizada) entre os resultados da fronteira padrão e da fronteira invertida, retornando assim uma estimativa precisa da DMU mais eficiente, criando desta forma, um ranking de eficiência a partir dos resultados alcançados (PEREIRA, 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise da estatística descritiva dos dados

Conforme Fávero et al. (2009), a utilização da estatística descritiva permite ao pesquisador uma melhor compreensão do comportamento dos dados por meio de tabelas, gráficos e medidas-resumo, identificando tendências, variabilidade e valores atípicos. Desta forma, procedeu-se a análise dos dados referentes aos custos de produção utilizados no processo de plantio da soja nas cidades brasileiras produtoras disponibilizadas pela CONAB que compõem a amostra do estudo.

A tabela 2 apresenta os valores mínimos, máximos, média e desvio padrão, mediana e amplitude interquartílica e o coeficiente de variação referente a estas variáveis.

Tabela 2 – Estatística descritiva das variáveis utilizadas nas safras 12/13 a 14/15

Grupo	Variável	Mínimo	Máximo	Média ± Desvio Padrão	Mediana ± Amplitude Interquartílica	Coeficiente de Variação
Custeio da lavoura	Operação com máquinas próprias (R\$/ha)	60,41	311,81	138,30 ± 47,65	133,64 ± 49,32	34,45%
	Mão-de-obra temporária (R\$/ha)	0,00	121,40	15,70 ± 21,76	9,74 ± 20,06	138,53%
	Mão-de-obra fixa (R\$/ha)	0,00	240,98	57,08 ± 58,99	34,54 ± 62,16	103,33%
	Sementes (R\$/ha)	36,72	292,30	143,26 ± 45,62	135,00 ± 54,88	31,85%
	Fertilizantes (R\$/ha)	230,66	871,90	469,63±168,54	470,28 ± 279,64	35,89%
Outras despesas e despesas financeiras	Agrotóxicos (R\$/ha)	121,90	821,00	293,90±163,52	226,11 ± 140,86	55,64%
	Seguro agrícola (R\$/ha)	0,00	47,91	24,82 ± 19,23	31,52 ± 41,31	77,73%
	Assistência técnica (R\$/ha)	0,00	39,24	22,21 ± 6,11	21,05 ± 4,17	27,52%
	Transporte externo (R\$/ha)	0,00	104,45	52,25 ± 23,92	54,74 ± 13,12	45,78%
	Despesas Administrativas (R\$/ha)	0,00	87,82	32,08 ± 20,11	34,33 ± 17,77	62,69%
	Armazenagem (R\$/ha)	0,00	188,76	77,39 ± 34,97	87,69 ± 10,44	45,18%
	Contribuição Especial da Seguridade Social Rural (R\$/ha)	0,00	146,05	63,27 ± 24,11	63,85 ± 12,31	38,11%
Custos fixos e renda de fatores	Juros (R\$/ha)	24,00	117,54	43,81 ± 16,27	40,35 ± 19,11	37,13%
	Depreciação Total (R\$/ha)	87,19	475,21	180,53± 75,82	169,21 ± 74,67	42,00%
	Manutenção periódica de benfeitorias/instalações (R\$/ha)	0,00	103,47	21,96 ± 24,05	12,60 ± 29,24	109,54%
	Encargos sociais (R\$/ha)	0,00	109,86	14,73 ± 26,72	1,77 ± 12,21	181,32%
	Seguro do capital fixo (R\$/ha)	2,30	14,08	6,67 ± 2,47	6,46 ± 2,59	36,39%
	Remuneração esperada sobre capital fixo (R\$/ha)	18,43	136,30	58,96 ± 21,35	56,97 ± 27,37	36,21%
	Terra (R\$/ha)	32,45	567,88	326,31±142,13	317,71 ± 274,92	43,56%
	Produtividade (KG)	1.800,00	3.500,00	2.933,13 ± 343,32	3.000,00 ± 220,00	11,70%

Fonte: Organizado pelo autor, a partir dos dados da pesquisa.

A partir da análise dos dados demonstrados na tabela 2, é possível observar que na amostra pesquisada possuem componentes de custos que não foram utilizados pelos produtores no processo de cultivo da soja. Tal análise pauta-se pela presença do valor 0,00 verificado na coluna mínimo, para as variáveis mão-de-obra temporária e mão-de-obra fixa, dentro do grupo custeio da lavoura, para as variáveis seguro agrícola, assistência técnica, transporte externo, despesas Administrativas e Armazenagem e Contribuição Especial da Seguridade Social Rural, dentro do grupo outras despesas e despesas financeiras e para as variáveis manutenção periódica de benfeitorias/instalações e encargos sociais, dentro do grupo custos fixos e renda de fatores.

Este comportamento salienta a diferença entre as cidades produtoras em estudo, evidenciando em uma primeira análise, que a produção de soja nas cidades onde o valor observado mínimo foi de 0,00, indica que a processo de cultivo ocorre independentemente da utilização destes componentes de custo. Tais resultados podem indicar que estes componentes não foram utilizados em alguma cidade produtora de soja, ou ainda, podem ser substituídos ou integrados em outros componentes de custos na cadeia produtiva.

Outro ponto que se pode destacar, como crítica, a partir dos resultados da tabela 2 para os valores mínimos foi que a presença dos valores 0,00 pode ser resultado do controle não tão aprimorado das informações de custos por parte das unidades produtoras que compõem as informações das cidades. Tal fato pode ocorrer devido a características específicas destas unidades produtoras, quanto ao reconhecimento e contabilização destas informações de custos.

Verificou-se também, por meio da análise descritiva dos dados, o comportamento dos custos de produção das cidades produtoras de soja, no que se refere à variável associada a produtividade. Identificou-se que a menor quantidade produzida de soja, a partir das safras e cidades que compõem este estudo, foi de 1.800 Kg e o valor máximo produzido foi de 3.500 Kg.

Hofer et al. (2006) destaca que o setor da soja tem sofrido instabilidades no seu processo produtivo devido a frequentes quebras de safras que ocorrem por conta de fatores climáticos, pragas e também devido a variações cambiais, ocasionadas pela cotação do dólar. Tais fatores podem ainda ser apontados como ocasionadores de eventuais desequilíbrios na produção citando, por exemplo, a crise hídrica corrida na safra 2014/2015 e também a queda do preço do petróleo no mercado internacional nesta mesma safra.

Considerando a equalização destas variáveis que podem influenciar na produção e no preço desta *commodity*, Oliveira (2015) aponta como fator de destaque que a eficiência do setor

do agronegócio depende da capacidade do produtor rural de maximizar a sua produção para que abasteça o mercado. Tal afirmação vai de encontro a menção de Couto et al.(1998) em que a qualidade dos grãos é importante parâmetro para a comercialização e o processamento, podendo afetar o valor do produto .

Importante mencionar, que um fator que pode explicar as diferenças no volume de produção, segundo Farias et al. (2001) refere-se ao estresses abióticos, como a seca (ou excesso de chuvas) podem reduzir, significativamente, rendimentos em lavouras, restringindo as latitudes e os solos onde espécies, comercialmente, importantes podem ser cultivadas.

Assim, a partir do entendimento inicial do comportamento das variáveis de custo e da variável de produção, relacionadas às cidades produtoras de soja, a partir das safras em estudo, obtidos a partir da análise descritiva dos dados da pesquisa, a próxima seção buscou verificar se os comportamentos observados nesta etapa da pesquisa apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Para tanto serão apresentados os resultados e análises dos testes estatísticos propostos dentro deste contexto.

4.2 Análise de Variância - ANOVA/Teste de *Kruskal-Wallis*

Para a realização do teste paramétrico ANOVA, há que se verificar se a amostra atende a alguns pressupostos para a realização do teste estatístico. Dentre estas pressuposições a amostra em estudo deve observar as seguintes condições: a) os resíduos da amostra devem apresentar variâncias homogêneas e b) os resíduos da amostra devem apresentar distribuição normal (FÁVERO et al., 2009; ESTATCAMP, 2015)

Caso alguma destas proposições não sejam atendidas há a possibilidade de o pesquisador realizar a transformação dos dados ou utilizar testes não paramétricos. A seguir são apresentados os resultados e análises do teste de *Anderson-Darling*, utilizado para verificação da normalidade dos resíduos da amostra para as variáveis relativas aos custos de produção de soja. (FÁVERO et al., 2009; ESTATCAMP, 2015)

4.2.1 Teste *Anderson-Darling*

A estatística de *Anderson-Darling* (AD) testa a distribuição dos resíduos da amostra, desta forma, considerando esta pressuposição dentro da ANOVA, procedeu-se a realização deste teste, considerando como 5% o nível nominal de significância. Este teste admite como hipótese nula (H_0) que as variáveis a serem testadas apresentam distribuição normal. Logo, considera-se como hipótese alternativa (H_1) a não presença de distribuição normal das variáveis em análise. A tabela 3 apresenta o resultado deste teste:

Tabela 3 – Teste *Anderson-Darling* dos resíduos para as variáveis de custo de produção

Grupo	Variável	Anderson-Darling	Valor p
GRUPO CUSTEIO DA LAVOURA	Operação com máquinas próprias (R\$/ha)	1,675	0,000
	Mão-de-obra temporária (R\$/ha)	3,598	0,000
	Mão-de-obra fixa (R\$/ha)	0,5529	0,147
	Sementes (R\$/ha)	0,5979	0,115
	Fertilizantes (R\$/ha)	1,598	0,000
	Agrotóxicos (R\$/ha)	1,362	0,001
OUTRAS DESPESAS E DESPESAS FINANCEIRAS	Seguro agrícola (R\$/ha)	1,883	0,000
	Assistência técnica (R\$/ha)	0,6956	0,065
	Transporte externo (R\$/ha)	3,087	0,000
	Despesas Administrativas (R\$/ha)	1,072	0,007
	Armazenagem (R\$/ha)	5,494	0,000
	Contribuição Especial da Seguridade Social Rural (R\$/ha)	2,469	0,000
CUSTOS FIXOS E RENDA DE FATORES	Juros (R\$/ha)	1,634	0,000
	Depreciação Total (R\$/ha)	4,758	0,000
	Manutenção periódica de benfeitorias/instalações (R\$/ha)	1,142	0,005
	Encargos sociais (R\$/ha)	4,446	0,000
	Seguro do capital fixo (R\$/ha)	3,114	0,000
	Remuneração esperada sobre capital fixo (R\$/ha)	2,712	0,000
	Terra (R\$/ha)	1,027	0,001

Fonte: Organizado pelo autor, a partir de dados da pesquisa.

A partir dos dados apresentados na tabela 3, pode-se verificar que o teste apontou que as variáveis operação com máquinas próprias, mão-de-obra temporária, fertilizantes e agrotóxicos, dentro do grupo custeio da lavoura não apresentaram distribuição normal (valor $p < 0,05$). Neste grupo, apenas as variáveis mão-de-obra fixa e sementes apresentaram distribuição normal (valor $p > 0,05$).

Ao analisar os variáveis presentes no grupo outras despesas e despesas financeiras, foi possível observar que apenas a variável assistência técnica apresentou normalidade dos resíduos

quanto a sua distribuição (valor $p = 0,065, > 0,05$). As demais variáveis deste grupo (seguro agrícola, transporte externo, despesas administrativas, armazenagem, contribuição especial da seguridade social rural e juros) não apresentaram distribuição normal (valor $p < 0,05$).

Por fim, ao verificar as variáveis inseridas dentro do grupo custos fixos e renda de fatores (depreciação total, manutenção periódica de benfeitorias/instalações, encargos sociais, seguro do capital fixo, remuneração esperada sobre capital fixo e terra) foi possível observar que nenhuma destas apresentou distribuição normal (valor $p < 0,05$).

Para verificação do segundo pressuposto quanto à homogeneidade das variâncias da amostra em estudo, procedeu-se a realização do teste de *Levene*, aos quais os resultados e análises serão verificados no próximo tópico.

4.2.2 Teste de *Levene*

O teste de *Levene*, atendendo a um dos pressupostos para a realização da ANOVA é utilizado para verificar se as variâncias populacionais entre dois grupos são iguais (FÁVERO et al., 2009; ESTATCAMP, 2015). Desta forma admite-se como hipótese nula (H_0) que todas as variáveis em análise apresentam variâncias homogêneas e como hipótese alternativa (H_1) de que as variáveis em análise apresentam heterogeneia. Considerou-se o nível de significância de 5%.

Antes da realização do teste de *Levene*, foi necessário proceder ao cálculo dos resíduos das amostras. Após a obtenção dos valores, procedeu-se a realização do teste de *Levene*, cujos resultados são apresentados na tabela 4:

Tabela 4 – Teste de *Levene* para verificar homogeneidade da distribuição, a partir dos resíduos das variáveis

Grupo	Variável	(continua)			
		F	DF1	DF2	Valor p.
GRUPO CUSTEIO DA LAVOURA	Operação com máquinas próprias (R\$/ha)	2,481	14	36	0,014
	Mão-de-obra temporária (R\$/ha)	3,090	14	36	0,003
	Mão-de-obra fixa (R\$/ha)	2,995	14	36	0,004
	Sementes (R\$/ha)	3,836	14	36	0,001
	Fertilizantes (R\$/ha)	6,913	14	36	0,000
	Agrotóxicos (R\$/ha)	5,494	14	36	0,000

Grupo	Variável	(conclusão)			
		F	DF1	DF2	Valor p.
OUTRAS DESPESAS E DESPESAS FINANCEIRAS	Seguro agrícola (R\$/ha)	5,065	14	36	0,000
	Assistência técnica (R\$/ha)	3,266	14	36	0,002
	Transporte externo (R\$/ha)	3,365	14	36	0,002
	Despesas Administrativas (R\$/ha)	4,052	14	36	0,000
	Armazenagem (R\$/ha)	1,823	14	36	0,073
	Contribuição Especial da Seguridade Social Rural (R\$/ha)	9,157	14	36	0,000
CUSTOS FIXOS E RENDA DE FATORES	Juros (R\$/ha)	4,592	14	36	0,000
	Depreciação Total (R\$/ha)	8,423	14	36	0,000
	Manutenção periódica de benfeitorias/instalações (R\$/ha)	5,897	14	36	0,000
	Encargos sociais (R\$/ha)	8,513	14	36	0,000
	Seguro do capital fixo (R\$/ha)	4,630	14	36	0,000
	Remuneração esperada sobre capital fixo (R\$/ha)	4,323	14	36	0,000
	Terra (R\$/ha)	3,557	14	36	0,001

Fonte: Organizado pelo autor, a partir de dados da pesquisa.

A partir da dos resultados obtidos na tabela 4, foi possível verificar que apenas a variável armazenagem apresentou homogeneidade das variâncias (valor $p = 0,073$), ao nível nominal de significância de 5%, a partir da verificação dos valores de resíduos das variáveis. As demais variáveis apresentaram variâncias heterogêneas, ao mesmo nível nominal de significância, não atendendo ao pressuposto para a realização do teste paramétrico de ANOVA.

Como nenhuma das variáveis que apresentaram distribuição normal quanto aos resíduos não apresentaram homogeneidade de variância dos resíduos, bem como a variável armazenagem, que apresentou homogeneidade da variância quanto aos resíduos, mas não apresentou normalidade na distribuição dos resíduos, procedeu-se a utilização de testes não paramétricos para dar continuidade à verificação das características de cada variável analisada neste estudo, optando-se pela realização do teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis*.

4.2.3 Teste Kruskal-Wallis

Quando não se obtém os pressupostos para a realização da ANOVA, como o não atendimento das hipóteses de normalidade dos resíduos e a homogeneidade de variâncias, opta-se pela utilização de técnicas estatísticas não paramétricas para a realização das comparações

presentes na análise de variância, como o teste de *Kruskal-Wallis* que é comparável à ANOVA a um critério (ou ANOVA a um fator) (FÁVERO et al., 2009; ESTATCAMP, 2015).

O teste de *Kruskal-Wallis* é utilizado quando se observa a comparação de três ou mais fatores. As hipóteses verificadas neste teste são: hipótese nula (H_0) de que todos os fatores possuem funções de distribuição iguais contra a hipótese alternativa (H_1) de que ao menos duas dos fatores possuem funções de distribuição diferentes (FÁVERO et al., 2009; ESTATCAMP, 2015).

Desta forma, após observar o comportamento da normalidade dos resíduos dos dados da pesquisa, foi realizado o teste de *Kruskal-Wallis* para aquelas que não apresentaram distribuição normal dos resíduos e homogeneidade das variâncias para os resíduos, com a finalidade de verificar se houveram diferenças significativas das variáveis com relação às cidades analisadas. A tabela 5 apresenta os resultados do teste *Kruskal-Wallis* para as variáveis em estudo:

Tabela 5 – Teste de *Kruskal-Wallis* para variáveis que não apresentaram distribuição normal nos custos de produção de soja nas cidades brasileiras produtoras

Grupo	Variável	Kruskal-Wallis	Valor p
CUSTEIO DA LAVOURA	Operação com máquinas próprias (R\$/ha)	27,908	0,015
	Mão-de-obra temporária (R\$/ha)	34,589	0,002
	Mão-de-obra fixa (R\$/ha)	35,080	0,001
	Sementes (R\$/ha)	26,354	0,023
	Fertilizantes (R\$/ha)	42,182	0,000
	Agrotóxicos (R\$/ha)	12,717	0,549
OUTRAS DESPESAS E DESPESAS FINANCEIRAS	Seguro agrícola (R\$/ha)	21,282	0,095
	Assistência técnica (R\$/ha)	28,131	0,014
	Transporte externo (R\$/ha)	29,161	0,010
	Despesas Administrativas (R\$/ha)	14,830	0,390
	Armazenagem (R\$/ha)	32,803	0,003
	Contribuição Especial da Seguridade Social Rural (R\$/ha)	26,192	0,024
CUSTOS FIXOS E RENDA DE FATORES	Juros (R\$/ha)	32,051	0,004
	Depreciação Total (R\$/ha)	40,265	0,000
	Manutenção periódica de benfeitorias/instalações (R\$/ha)	19,292	0,154
	Encargos sociais (R\$/ha)	21,367	0,093
	Seguro do capital fixo (R\$/ha)	35,919	0,001
	Remuneração esperada sobre capital fixo (R\$/ha)	35,147	0,001
	Terra (R\$/ha)	22,147	0,076

*Valor p menor que 0,05 são considerados estatisticamente significativos e indica que houve diferença na variável custo de produção analisada em relação às cidades produtoras.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da análise da tabela 5, é possível verificar que para o grupo custeio da lavoura, apenas a variável relacionada a agrotóxicos, apresentou-se como não significativo (valor p =

0,549), aceitando-se assim a hipótese nula, ao nível de significância de 5%, ou seja, esta variável apresenta um comportamento de custos igual entre todas as cidades produtoras de soja analisadas.

Para as demais variáveis deste grupo (operação com máquinas próprias, mão-de-obra temporária, mão-de-obra fixa, sementes e fertilizantes) rejeitamos a hipótese nula de que, em média, o comportamento de custos destas variáveis seja igual entre as cidades analisadas, concluindo, desta forma, que pelo menos uma destas variáveis apresenta diferença entre as cidades verificadas.

Considerando os dados apresentados na tabela 5 para o grupo outras despesas e despesas financeiras, foi possível observar que as variáveis assistência técnica, transporte externo, armazenagem, Contribuição Especial da Seguridade Social Rural (CESSR) e juros foram significativas para os dados observados, enquanto que as variáveis seguro agrícola (valor $p = 0,095$) e despesas administrativas (valor $p = 0,390$) mostraram-se não significativas para o nível de significância de 5%

Por fim, para o grupo custos fixos e renda de fatores, as variáveis que apresentaram resultados significativos foram depreciação total, seguro do capital fixo e remuneração esperada sobre capital fixo, sendo possível verificar que, a partir dos dados da pesquisa, os comportamentos destas variáveis de custos não são iguais em ao menos um dos grupos de cidades produtora, comparadas duas a duas.

Como não significativos para este grupo, o teste retornou as variáveis manutenção periódica de benfeitorias/instalações, encargos sociais e terra, indicando, que o comportamento destas variáveis, a partir dos resultados dos testes, são estatisticamente iguais, quando as cidades são comparadas duas a duas.

Após verificar quais variáveis apresentam-se comportamento de custos estatisticamente diferentes entre as cidades analisadas, buscou-se verificar entre quais cidades da amostra ocorreram esta diferença. Para tanto foram utilizados os resultados obtidos a partir do teste de *Kruskal-Wallis* realizando comparações múltiplas duas a duas entre as cidades produtoras, observando as safras em estudo. Os resultados destes testes foram apresentados no Apêndice A e discutidos nos próximos parágrafos.

Para as variáveis observadas no grupo custeio da lavoura, é possível verificar que as variáveis operação com máquinas próprias e fertilizantes (OPMAP e FERTS) apresentaram diferença significativa, com valor p de 0,015 e 0,000 respectivamente, aceitando-se desta forma a

hipótese alternativa que estas variáveis apresentaram diferenças quando verificadas entre as cidades utilizadas nesta pesquisa.

As cidades comparadas que apresentam diferenças em relação à variável de custos de produção observada dentro deste cenário (do grupo custeio da lavoura) foram Sorriso/MT comparada com Unaí/MG para a variável operação com máquinas próprias e as cidades de Campo Mourão/PR comparada com Sorriso/MT; Parecis/MT comparada com Londrina/PR; Londrina /PR comparada com Primavera do Leste/MT e Londrina /PR comparada com Sorriso /MT para a variável fertilizantes, ou seja, para estas cidades observando as variáveis em estudo há diferenças na utilização de seus custos de produção.

Para a variável de sementes, as cidades comparadas que apresentaram diferença quanto a utilização desta variável foi a cidade Campo Mourão/PR comparada com Londrina/PR. As demais variáveis deste grupo (mão de obra temporária - MDOTP e mão de obra fixa - MDOFX), apesar de apresentarem valor p significativo, não retornaram diferença entre as comparações das cidades, conforme resultados apresentados na tabela 6.

Tal fato pode justificar-se por serem cidades brasileiras com características distintas, que apresentam particularidades quanto à utilização destes custos, para o relevo, tratamento da terra, utilização maior ou menor de fertilizantes e utilização maior ou menor de maquinário próprio para o processo de plantio, cultivo e colheita da soja nestas cidades.

Ainda, observando os resultados apresentados na tabela 6, a análise das variáveis de custo do grupo outras despesas e despesas financeiras, foi possível verificar que os resultados do teste *Kruskal-Wallis* mostraram que dentre as variáveis analisadas apresentam diferença significativa as variáveis transporte externo (valor p = 0,010), armazenagem (valor p = 0,003) e Contribuição Especial da Seguridade Social Rural (valor p = 0,024).

A comparação entre os fatores (cidades) apontou que a diferença as cidades Balsas/MA comparada com Rio Verde/GO e Rio Verde/GO comparada com São Luis Gonzaga/RS para a variável transporte externo; Cristalina/GO comparada com Rio Verde/GO e Rio Verde/GO comparada com São Luis Gonzaga/RS para a variável armazenagem; e as cidades Cristalina/GO comparada com Rio Verde/GO e Rio Verde/GO comparada com São Luis Gonzaga/RS para a variável Contribuição Especial da Seguridade Social Rural. As variáveis assistência técnica (ASTEC) e juros (JUROS), apesar dos valor p serem significativos, não apontaram diferenças entre as cidades comparadas.

Quanto ao aspecto do transporte externo, Cicolin e Oliveira (2016) comentam sobre o modal logístico utilizado no processo de produção e escoamento de soja, que segundo os autores, afetam o desempenho da agricultura, influenciando desde a formação de preço até aspectos de competitividade do setor agrícola no cenário internacional.

Por fim, no grupo custos fixos e renda de fatores as variáveis presentes neste grupo (depreciação total, seguro do capital fixo e remuneração esperada sobre capital fixo), apesar de apresentarem resultados de valor p significativo, indicando que poderia haver diferenças entre estas variáveis de custos de produção na comparação entre as cidades, estas não apresentaram diferenças estatisticamente significativas quando realizadas as comparações.

A CONAB (2010) em sua metodologia considera este grupo de variáveis (grupo custos fixos e renda de fatores) como custos implícitos ao processo produtivo, ou seja, custos que não são diretamente desembolsados no processo de produção, por representarem fatores que já existem na unidade produtiva, mas que se inserem na composição dos custos e produção de soja. Desta forma, mensuração deste item por parte da CONAB se dá de maneira indireta, através da imputação de valores que deverão representar o custo de oportunidade de seu uso, e isto justifica o resultado encontrado.

4.3 Teste t de Student/Mann-Whitney para amostras independente - comparação de médias entre os plantios utilizando sementes OGM e tradicional.

O teste foi realizado para verificar se, entre as variáveis de custo de produção em análise nesta pesquisa, ocorreram diferenças estatisticamente significativas para a comparação de médias de custos entre os sistemas de plantio denominados tradicional e OGM. A tabela 6 apresenta os resultados do teste de normalidade realizados para cada uma das variáveis dos grupos analisados:

Tabela 6 – Testes de *Shapiro-Wilk* para verificação da normalidade das variáveis de custo de produção de soja para os sistemas de plantio tradicional e OGM.

(continua)

Grupo	Variável	Tipo de Plantio	Shapiro-Wilk		
			Estatística	df	Sig.
CUSTEIO DA LAVOURA	Operação com máquinas próprias (R\$/ha)	OGM	0,979	28	0,837
		TRADICIONAL	0,847	23	0,002
	Mão-de-obra temporária (R\$/ha)	OGM	0,77	28	0,000
		TRADICIONAL	0,606	23	0,000

(conclusão)

Grupo	Variável	Tipo de Plantio	Shapiro-Wilk		
CUSTEIO DA LAVOURA	Mão-de-obra fixa (R\$/ha)	OGM	0,818	28	0,000
		TRADICIONAL	0,825	23	0,001
	Sementes (R\$/ha)	OGM	0,971	28	0,605
		TRADICIONAL	0,923	23	0,077
	Fertilizantes (R\$/ha)	OGM	0,912	28	0,022
		TRADICIONAL	0,96	23	0,454
	Agrotóxicos (R\$/ha)	OGM	0,799	28	0,000
		TRADICIONAL	0,804	23	0,000
	Seguro agrícola (R\$/ha)	OGM	0,75	28	0,000
		TRADICIONAL	0,795	23	0,000
OUTRAS DESPESAS E DESPESAS FINANCEIRAS	Assistência técnica (R\$/ha)	OGM	0,942	28	0,123
		TRADICIONAL	0,793	23	0,000
	Transporte externo (R\$/ha)	OGM	0,905	28	0,015
		TRADICIONAL	0,88	23	0,010
	Despesas Administrativas (R\$/ha)	OGM	0,862	28	0,002
		TRADICIONAL	0,893	23	0,018
	Armazenagem (R\$/ha)	OGM	0,762	28	0,000
		TRADICIONAL	0,446	23	0,000
	Contribuição Especial da Seguridade Social Rural (R\$/ha)	OGM	0,768	28	0,000
		TRADICIONAL	0,772	23	0,000
CUSTOS FIXOS E RENDA DE FATORES	Juros (R\$/ha)	OGM	0,698	28	0,000
		TRADICIONAL	0,923	23	0,076
	Depreciação Total (R\$/ha)	OGM	0,712	28	0,000
		TRADICIONAL	0,945	23	0,229
	Manutenção periódica de benfeitorias/instalações (R\$/ha)	OGM	0,691	28	0,000
		TRADICIONAL	0,897	23	0,022
	Encargos sociais (R\$/ha)	OGM	0,587	28	0,000
		TRADICIONAL	0,605	23	0,000
CUSTOS FIXOS E RENDA DE FATORES	Seguro do capital fixo (R\$/ha)	OGM	0,959	28	0,326
		TRADICIONAL	0,81	23	0,001
	Remuneração esperada sobre capital fixo (R\$/ha)	OGM	0,964	28	0,435
		TRADICIONAL	0,862	23	0,004
	Terra (R\$/ha)	OGM	0,955	28	0,264
		TRADICIONAL	0,895	23	0,020

Fonte: Organizado pelo autor, a partir de dados da pesquisa.

A partir dos resultados apresentados na tabela 6 foi possível verificar que apenas a variável sementes, presente no grupo custeio da lavoura apresentou distribuição normal tanto para o tipo de plantio tradicional quanto para o tipo de plantio OGM, ao nível de significância de 5%. Desta forma, para esta variável, será aplicado o teste *t* de *Student*, por atender ao pressuposto exigido para a realização do teste paramétrico.

Para as demais variáveis apresentadas nos grupos outras despesas e despesas financeiras e no grupo custos fixos e renda de fatores será realizado a opção não paramétrica indicada

semelhante ao teste *t* de *Student*, sendo o teste de *Mann-Whitney*., uma vez que estas não apresentaram distribuição normal para as variáveis analisadas.

A apresentação dos testes *t* de *Student* e de *Mann-Whitney*, bem como a análise dos resultados verificados será realizada nas próximas seções.

4.3.1 Teste *t* de *Student*

Na análise considerou-se para o teste *t* de *Student* as seguintes hipóteses: Hipótese nula (H_0) de que não existe diferença estatisticamente significativa para as médias dos grupos de plantio para a soja tradicional (sem utilização de sementes geneticamente modificadas) e o plantio de soja OGM e como hipótese alternativa (H_1) de que há diferenças estatisticamente significativas para as médias dos grupos de plantio para a soja tradicional (sem utilização de sementes geneticamente modificadas) e o plantio de soja OGM, considerando para este teste de hipóteses a variável sementes. Os resultados do teste são apresentados na tabela 7:

Tabela 7 – Teste *t* de amostras independentes para a variável sementes (R\$/ha) entre os tipos de cultivo tradicional e OGM

Grupo custeio da lavoura	Variâncias	Teste de <i>Levene</i> para igualdade de variações		Teste <i>t</i> para Igualdade de Médias	
		F	Valor-p	t	Valor-p
Sementes (R\$/ha)	Variações iguais assumidas	5,279	0,026	1,970	0,054
	Variações iguais não assumidas			2,062	0,045

Fonte: Organizado pelo autor, a partir de dados da pesquisa.

A análise da tabela 7 começou pela verificação da igualdade das variâncias da variável sementes, a partir do teste de *Levene*. Como o valor p do teste de *Levene* foi menor que 0,05, apontaram-se os resultados para as variações iguais não assumidas. Desta forma, considerando as hipóteses verificadas concluiu-se que existem evidências estatisticamente significativas (valor p = 0,045, < 0,05) para as médias dos grupos de plantio para a soja tradicional (sem utilização de sementes geneticamente modificadas) e o plantio de soja OGM para a variável sementes.

A tabela 8 apresenta resultados de estatística para os tipos de plantio tradicional e OGM para a variável sementes, no qual são considerados os tamanhos das amostras, a média, desvio padrão para os tipos de plantio desta variável.

Tabela 8 – Estatística dos tipos de plantio tradicional e OGM para o Teste *t* de amostras independentes para a variável sementes (R\$/ha)

Variável	Tipo de Plantio	N	Média	Desvio padrão
Sementes (R\$/ha)	OGM	28	154,3571	52,35016
	TRADICIONAL	23	129,7591	31,95535

Fonte: Organizado pelo autor, a partir de dados da pesquisa.

Assim a partir do resultado estatístico apresentado na tabela 8 verifica-se que as médias para o tipo de plantio tradicional ou OGM, para a variável sementes são estatisticamente diferentes (a partir da análise dos resultados do teste *t* apresentados na tabela 7) e que a média para o tipo de plantio utilizando sementes do tipo tradicional é inferior à média para o tipo de plantio utilizando sementes OGM.

Um aspecto que pode ser considerado a partir dos resultados da tabela 8, é que as sementes do tipo OGM apresentam um preço maior ao produtor, devido ao seu custo de fabricação, pois as técnicas utilizadas para se gerar uma semente OGM apresentam um maior valor agregado durante o seu desenvolvimento, devido à tecnologia empregada no processo de melhoria genética destas sementes.

Entretanto, apesar de este tipo e semente ser mais cara (ter apresentado um custo maior), este custo é compensado, pela diminuição de outros custos de produção como utilização de herbicidas, tratamento e correção da terra, entre outros, maquinários, mão de obra dentre outros. De acordo com o relatório Agriannual (2014) o crescimento da área cultivada com soja vem acompanhado pelo aumento da demanda por sementes, resultando em gastos significativos, estimados em 12 % do custo total de produção.

Sobre este aspecto James (2014) constatou que o Brasil apresenta-se como maior país do mundo em desenvolvimento com safras geneticamente modificadas, sendo que para estes cultivares havia uma concentração de utilização de sementes modificadas correspondentes a 82% para a soja. Ainda segundo James (2014) os cultivares OGM tolerantes a herbicidas foram os que tiveram maior aprovação sendo 52 aprovações de eventos aprovados em 26 países mais a União Europeia.

Para as demais variáveis de custos de produção de soja que não atenderam aos pressupostos de normalidade para a realização do teste *t* de *Student* procedeu-se a utilização de testes não paramétricos para comparação de médias para dar continuidade à verificação das características de cada variável apresentadas neste estudo, utilizando-se neste caso o teste não paramétrico de *Mann-Whitney*.

4.3.2 Teste *Mann-Whitney*

Considera-se como hipóteses para este teste, a hipótese nula (H_0) que não existem diferenças estatisticamente significativas para as médias dos grupos de plantio para a soja tradicional (sem utilização de sementes geneticamente modificadas) e o plantio de soja OGM e como hipótese alternativa (H_1) de que existem diferenças estatisticamente significativas para as médias dos grupos de plantio para a soja tradicional (sem utilização de sementes geneticamente modificadas) e o plantio de soja OGM, considerando as variáveis em análise. A tabela 9 apresenta os resultados do teste de *Mann-Whitney*:

Tabela 9 – Teste de *Mann-Whitney* para amostras independentes entre os tipos de cultivo tradicional e OGM

Grupo	Variável	Mann-Whitney U	valor-p
CUSTEIO DA LAVOURA	Operação com máquinas próprias (R\$/ha)	248,500	0,164
	Mão-de-obra temporária (R\$/ha)	312,000	0,848
	Mão-de-obra fixa (R\$/ha)	295,000	0,609
	Fertilizantes (R\$/ha)	294,000	0,596
	Agrotóxicos (R\$/ha)	314,000	0,880
OUTRAS DESPESAS E DESPESAS FINANCEIRAS	Seguro agrícola (R\$/ha)	296,000	0,615
	Assistência técnica (R\$/ha)	279,000	0,416
	Transporte externo (R\$/ha)	265,000	0,280
	Despesas Administrativas (R\$/ha)	270,000	0,323
	Armazenagem (R\$/ha)	253,000	0,191
	Contribuição Especial da Seguridade Social Rural (R\$/ha)	296,500	0,629
	Juros (R\$/ha)	285,000	0,484
CUSTOS FIXOS E RENDA DE FATORES	Depreciação Total (R\$/ha)	313,500	0,872
	Manutenção periódica de benfeitorias/instalações (R\$/ha)	243,000	0,135
	Encargos sociais (R\$/ha)	246,500	0,153
	Seguro do capital fixo (R\$/ha)	268,500	0,311
	Remuneração esperada sobre capital fixo (R\$/ha)	252,500	0,188
	Terra (R\$/ha)	238,000	0,110

Fonte: Organizado pelo autor, a partir de dados da pesquisa.

A partir dos resultados apresentados na tabela 9, foi possível verificar que para todas as variáveis em análise o nível de significância observado no teste foi maior que 0,05, o que levou a conclusão de não rejeição da hipótese nula, ou seja, considerando os dados da amostra, não existem diferenças nas médias das variáveis analisadas para os tipos de plantio OGM e tradicional.

Desta forma concluiu-se que, quanto à utilização das variáveis apresentadas na tabela 9, que as variáveis de custos apresentadas nos grupos custeio da lavoura, outras despesas e despesas financeiras e custos fixos e renda de fatores foram estatisticamente semelhantes.

Na próxima seção serão apresentados os resultados obtidos a partir da realização da análise envoltória de dados, onde foram verificados aspectos relacionados à análise de eficiência técnica e de escala entre os grupos de variáveis de custos observados pela CONAB.

4.4 Análise Envoltória de Dados – DEA

A partir do comportamento das variáveis de custos quanto a sua utilização de forma geral e sua utilização entre os tipos de plantio tradicional e OGM procedeu-se a verificação da eficiência técnica e de escala entre as cidades produtoras, por tipo de plantio e safra. Para tanto foi utilizada a ferramenta estatística Análise Envoltória de Dados (DEA).

Foram considerados para a obtenção dos resultados apresentados quanto ao DEA, considerando as variáveis analisadas, a composição de 51 DMUs, considerando 3 *inputs* e 1 *output*, sendo utilizado o modelo orientado a *output* (BCC) proposto por Banker, Charnes e Cooper (1984), ou seja, que objetiva a utilização máxima de cada insumo para a obtenção do produto, sendo esta a orientação que conduziu o presente estudo.

Na tabela 10 estão apresentados de acordo com os escores eficiência de cada DMU organizados pelo ranking de eficiência entre as safras 2012/2013 a 2014/2015 das cidades produtoras de soja, entre os plantios tradicional e OGM. Os escores foram calculados para a fronteira padrão, fronteira invertida, fronteira composta e fronteira composta normalizada.

A coluna de fronteira padrão indica o escore de eficiência de determinada DMU e a fronteira invertida apresenta os escores de ineficiência. A fronteira composta e a composta normalizada apresentam os resultados de eficiência corrigidos a partir dos escores de eficiência verificados, sendo que na composta há as correções de eficiência verificadas nas colunas padrão e

invertida, e, na composta normalizada cada DMU retorna um valor exclusivo para fins de *ranking*. Os resultados de eficiência das cidades produtoras de soja estão apresentados na tabela 10:

Tabela 10 – Eficiência das cidades produtoras de soja tradicional e OGM nas safras 2012/2013 a 2014/2015

(continua)

RANK	DMU	Descrição	Fronteira			
			Padrão	Invertida	Composta	Composta Norm.
1	DMU20 (CRISTALINA/GO,OGM,2012/2013)		1,00	0,60	0,70	1,00
2	DMU22 (CRISTALINA/GO ,OGM,2014/2015)		0,98	0,65	0,66	0,95
3	DMU2 (BALSAS/MA,OGM,2013/2014)		1,00	0,72	0,64	0,91
4	DMU3 (BALSAS/MA,OGM,2014/2015)		0,98	0,73	0,62	0,89
5	DMU13 (CAMPO MOURÃO/PR,OGM,2014/2015)		1,00	0,75	0,62	0,89
6	DMU18 (CHAPADÃO DO SUL/MS,TRADICIONAL,2013/2014)		0,98	0,73	0,62	0,89
7	DMU8 (CAMPO MOURÃO/PR,OGM,2012/2013)		1,00	0,77	0,61	0,88
8	DMU32 (PRIMAVERA DO LESTE/MT,TRADICIONAL,2013/2014)		0,96	0,75	0,60	0,87
9	DMU10 (CAMPO MOURÃO/PR,OGM,2013/2014)		0,96	0,76	0,60	0,86
10	DMU21 (CRISTALINA/GO ,OGM,2013/2014)		0,95	0,75	0,60	0,86
11	DMU46 (SORRISO/MT,OGM,2013/2014)		1,00	0,80	0,60	0,86
12	DMU1 (BALSAS/MA,TRADICIONAL,2012/2013)		0,94	0,77	0,59	0,84
13	DMU7 (CAMPO MOURÃO/PR,TRADICIONAL,2012/2013)		0,96	0,79	0,59	0,84
14	DMU12 (CAMPO MOURÃO/PR,TRADICIONAL,2014/2015)		0,95	0,78	0,59	0,84
15	DMU38 (RIO VERDE/GO,OGM,2014/2015)		1,00	0,83	0,59	0,84
16	DMU39 (SANTA ROSA/RS,OGM,2012/2013)		1,00	0,83	0,59	0,84
17	DMU9 (CAMPO MOURÃO/PR,TRADICIONAL,2013/2014)		0,95	0,79	0,58	0,83
18	DMU11 (CAMPO MOURÃO/PR,TRADICIONAL,2013/2014)		0,95	0,79	0,58	0,83
19	DMU24 (LONDRINA/PR,OGM,2012/2013)		1,00	0,87	0,56	0,81
20	DMU26 (LONDRINA/PR,OGM,2013/2014)		1,00	0,87	0,57	0,81
21	DMU5 (BARREIRAS/BA,OGM,2013/2014)		0,93	0,81	0,56	0,80
22	DMU17 (CHAPADÃO DO SUL/MS,TRADICIONAL,2012/2013)		0,95	0,85	0,55	0,79
23	DMU25 (LONDRINA/PR,TRADICIONAL,2012/2013)		0,94	0,84	0,55	0,79
24	DMU44 (SORRISO/MT,OGM,2012/2013)		0,97	0,87	0,55	0,79
25	DMU16 (CAMPO NOVO DO PARECIS/MT,TRADICIONAL,2014/2015)		1,00	0,90	0,55	0,78
26	DMU37 (RIO VERDE/GO,TRADICIONAL,2013/2014)		1,00	0,91	0,55	0,78
27	DMU28 (LONDRINA/PR,OGM,2014/2015)		0,95	0,90	0,53	0,76
28	DMU33 (PRIMAVERA DO LESTE/MT,OGM,2013/2014)		0,93	0,87	0,53	0,76
29	DMU45 (SORRISO/MT,TRADICIONAL,2013/2014)		0,93	0,88	0,52	0,75

(conclusão)

RANK	DMU	Descrição	Fronteira			
			Padrão	Invertida	Composta	Composta Norm.
30	DMU47	(SORRISO/MT,TRADICIONAL,2014/2015)	1,00	0,95	0,52	0,75
31	DMU15	(CAMPO NOVO DO PARECIS/MT,TRADICIONAL,2013/2014)	0,92	0,89	0,51	0,73
32	DMU30	(PRIMAVERA DO LESTE/MT,TRADICIONAL,2012/2013)	0,92	0,91	0,51	0,73
33	DMU48	(SORRISO/MT,OGM,2014/2015)	0,98	0,97	0,51	0,73
34	DMU27	(LONDRINA/PR,TRADICIONAL,2014/2015)	1,00	1,00	0,50	0,72
35	DMU29	(PASSO FUNDO/RS,OGM,2012/2013)	1,00	1,00	0,50	0,72
36	DMU36	(RIO VERDE/GO,TRADICIONAL,2012/2013)	1,00	1,00	0,50	0,72
37	DMU40	(SÃO LUIS GONZAGA/RS,OGM,2012/2013)	1,00	1,00	0,50	0,72
38	DMU41	(SÃO LUIS GONZAGA/RS,OGM,2013/2014)	1,00	1,00	0,50	0,72
39	DMU19	(CHAPADÃO DO SUL/MS,OGM,2014/2015)	0,94	0,96	0,49	0,70
40	DMU34	(PRIMAVERA DO LESTE/MT,TRADICIONAL,2014/2015)	0,98	1,00	0,49	0,70
41	DMU35	(PRIMAVERA DO LESTE/MT,OGM,2014/2015)	0,98	1,00	0,49	0,70
42	DMU50	(UNAÍ/MG,TRADICIONAL,2013/2014)	0,86	0,91	0,48	0,68
43	DMU6	(BARREIRAS/BA,OGM,2014/2015)	0,90	0,97	0,47	0,67
44	DMU51	(UNAÍ/MG,OGM,2014/2015)	0,93	1,00	0,47	0,67
45	DMU14	(CAMPO NOVO DO PARECIS/MT,TRADICIONAL,2012/2013)	0,89	0,99	0,45	0,65
46	DMU43	(SORRISO/MT,TRADICIONAL,2012/2013)	0,90	1,00	0,45	0,65
47	DMU4	(BARREIRAS/BA,TRADICIONAL,2012/2013)	0,90	1,00	0,45	0,64
48	DMU31	(PRIMAVERA DO LESTE/MT,OGM,2012/2013)	0,89	1,00	0,45	0,64
49	DMU23	(CRUZ ALTA/RS,OGM,2013/2014)	0,84	0,96	0,44	0,63
50	DMU49	(UNAÍ/MG,TRADICIONAL,2012/2013)	0,85	1,00	0,43	0,61
51	DMU42	(SÃO LUIS GONZAGA/RS,OGM,2014/2015)	0,61	1,00	0,31	0,44
Média			0,95	0,88	0,54	0,77

Fonte: Organizado pelo autor, a partir de dados da pesquisa.

Os resultados da eficiência das DMUs, apresentados na Tabela 10, evidenciam que a cidade de Cristalina/GO apresentou-se mais eficiente, considerando que as duas DMU (20 e 22) ocuparam a primeira e a segunda posições nos escores de eficiência, sendo a safra 2012/2013 ocupando a primeira posição com escore na fronteira composta normalizada com resultado igual a 1,00, considerada esta DMU (20) a mais eficiente (eficiência igual a um).

Sendo a DMU 20 (CRISTALINA/GO, OGM, 2012/2013) a mais eficiente, esta pode ser utilizada pelos agricultores como referência, como forma de direcionamento do processo produtivo de forma a serem realizadas verificações para a compreensão de quais os motivos de

maiores percentuais de eficiência alcançados pode ser reaplicados nos sistemas de cultivo de soja, tornando mais efetiva a utilização dos insumos, a partir dos recursos disponíveis.

Ressalta-se ainda que esta cidade apresentou três safras entre as 10 primeiras mais eficientes, ocupando as posições de numero 1, 2 e 10. Entre as outras cidades não ocorreu comportamento que se assemelhasse ao verificado para a cidade de Cristalina/GO.

Também pode ser destacado que a eficiência média das DMU em análise foi de 95%, demonstrando uma alta eficiência para a maioria das DMUs. Assim, de acordo com a teoria do DEA, considerando a hipótese de se manter a mesma quantidade produzida, os gestores poderiam reduzir a utilização de insumos para a produção de soja em cerca de 5%.

Outro ponto que foi destacado na análise da tabela 10 refere-se à igualdade nas fronteiras padrão e invertida, indicando a ocorrência de DMUs com “falsa eficiência” na fronteira invertida, uma vez que ambas apresentaram escore de 100% tanto para a fronteira padrão, quanto para a fronteira invertida. Esta condição foi verificada nas seguintes DMUs: DMU27 (LONDRINA/PR, TRADICIONAL, 2014/2015), DMU29 (PASSO FUNDO/RS, OGM, 2012/2013), DMU36 (RIO VERDE/GO, TRADICIONAL, 2012/2013), DMU40 (SÃO LUIS GONZAGA/RS, OGM, 2012/2013) e DMU41 (SÃO LUIS GONZAGA/RS, OGM, 2013/2014).

A pior DMU verificada foi a que corresponde à cidade de SÃO LUIS GONZAGA/RS, no tipo de plantio OGM, para a safra 2014/2015 (DMU 42), que apresentou eficiência padrão de 61% e composta normalizada de 44%. Assim, para que esta DMU alcance nível de eficiência, mantendo a mesma quantidade produzida, esta haveria que reduzir em 39% a utilização dos insumos que compõem as variáveis dos grupos Custo de Lavoura, Outras Despesas e Despesas Financeiras e Custos Fixos e Renda de Fatores.

Na sequencia, para construção da eficiência para as DMUs consideradas com menor eficiência, a técnica DEA apresenta quais variáveis de *input* podem ser reduzidas, a partir da modelagem de um valor alvo a ser atingido, a partir dos valores apresentados durante o processo produtivo. Desta forma indicam o quanto cada DMU deve reduzir a utilização de insumos, otimizando o processo, reduzindo desperdícios e alinhando-se com a eficiência estimada.

A partir da organização dos dados da pesquisa, os *inputs* 1, 2 e 3 foram divididos, conforme as variáveis inseridas nos grupos observados. Fazem parte do *Input* 1 o grupo custeio da lavoura que incluem as variáveis: operação com máquinas próprias, mão-de-obra temporária, mão-de-obra fixa, sementes, fertilizantes e a variável agrotóxicos.

De igual modo temos como *Input 2* as variáveis inseridas no grupo outras despesas e despesas financeiras que incluem seguro agrícola, assistência técnica, transporte externo, despesas administrativas, armazenagem, Contribuição Especial da Seguridade Social Rural (CESSR) e a variável juros.

Por fim, temos como *Input 3* o grupo custos fixos e renda de fatores, no qual estão inseridas as variáveis: depreciação total, manutenção periódica de benfeitorias/instalações, encargos sociais, seguro do capital fixo, remuneração esperada sobre capital fixo e a variável terra. A tabela 11 apresenta os resultados dos valores atuais, valores alvos e o percentual de redução das DMUs ineficientes:

Tabela 11 – Valores atuais, alvos e percentual de redução das DMUs ineficientes por *input*
(continua)

DMU	Variável	Atual	Alvo	Redução (%)	DMU	Variável	Atual	Alvo	Redução (%)
DMU1 (eficiência: 0,939143)	<i>Input1</i>	981,49	981,49	0,00	DMU23 (eficiência: 0,837598)	<i>Input1</i>	1.246,69	1.246,69	0,00
	<i>Input2</i>	267,90	267,90	0,00		<i>Input2</i>	289,25	289,25	0,00
	<i>Input3</i>	449,44	449,44	0,00		<i>Input3</i>	813,33	716,78	11,87
DMU2 (eficiência: 0,995223)	<i>Input1</i>	1.144,06	1.144,06	0,00	DMU25 (eficiência: 0,944228)	<i>Input1</i>	859,93	859,93	0,00
	<i>Input2</i>	261,88	261,88	0,00		<i>Input2</i>	310,56	310,56	0,00
	<i>Input3</i>	695,62	628,40	9,66		<i>Input3</i>	576,17	576,17	0,00
DMU3 (eficiência: 0,984420)	<i>Input1</i>	1.203,09	1.201,45	0,14	DMU28 (eficiência: 0,954842)	<i>Input1</i>	937,98	937,98	0,00
	<i>Input2</i>	268,75	268,75	0,00		<i>Input2</i>	345,21	345,21	0,00
	<i>Input3</i>	662,32	662,32	0,00		<i>Input3</i>	434,99	434,99	0,00
DMU4 (eficiência: 0,896196)	<i>Input1</i>	936,81	936,81	0,00	DMU30 (eficiência: 0,921355)	<i>Input1</i>	1.157,48	1.157,48	0,00
	<i>Input2</i>	352,17	352,17	0,00		<i>Input2</i>	327,40	327,40	0,00
	<i>Input3</i>	838,88	562,42	32,96		<i>Input3</i>	773,96	687,83	11,13
DMU5 (eficiência: 0,934270)	<i>Input1</i>	1.280,48	61,48	95,20	DMU31 (eficiência: 0,893475)	<i>Input1</i>	1.224,60	1.224,60	0,00
	<i>Input2</i>	289,13	0,00	100,00		<i>Input2</i>	381,98	370,72	2,95
	<i>Input3</i>	630,24	0,00	100,00		<i>Input3</i>	704,71	704,71	0,00
DMU6 (eficiência: 0,900175)	<i>Input1</i>	1.344,17	1.344,17	0,00	DMU32 (eficiência: 0,955320)	<i>Input1</i>	1.061,43	1.061,43	0,00
	<i>Input2</i>	329,44	329,44	0,00		<i>Input2</i>	283,17	283,17	0,00
	<i>Input3</i>	821,07	811,71	1,14		<i>Input3</i>	606,95	590,72	2,67
DMU7 (eficiência: 0,961955)	<i>Input1</i>	923,90	923,90	0,00	DMU33 (eficiência: 0,925066)	<i>Input1</i>	1.065,58	1.065,58	0,00
	<i>Input2</i>	305,16	305,16	0,00		<i>Input2</i>	341,02	341,02	0,00
	<i>Input3</i>	649,30	527,34	18,78		<i>Input3</i>	579,25	579,25	0,00
DMU9 (eficiência: 0,948291)	<i>Input1</i>	1.038,03	1.038,03	0,00	DMU34 (eficiência: 0,979557)	<i>Input1</i>	1.777,87	1.178,79	33,70
	<i>Input2</i>	301,51	301,51	0,00		<i>Input2</i>	391,44	355,75	9,12
	<i>Input3</i>	626,17	589,57	5,85		<i>Input3</i>	386,67	386,67	0,00
DMU10 (eficiência: 0,962833)	<i>Input1</i>	937,68	937,68	0,00	DMU35 (eficiência: 0,979617)	<i>Input1</i>	1.790,62	1.178,31	34,20
	<i>Input2</i>	296,68	296,68	0,00		<i>Input2</i>	390,13	355,74	8,81
	<i>Input3</i>	600,23	520,10	13,35		<i>Input3</i>	386,00	386,00	0,00
DMU11 (eficiência: 0,948291)	<i>Input1</i>	1.038,03	1.038,03	0,00	DMU36 (eficiência: 0,999745)	<i>Input1</i>	874,44	874,44	0,00
	<i>Input2</i>	301,51	301,51	0,00		<i>Input2</i>	413,96	387,03	6,51
	<i>Input3</i>	626,17	589,57	5,85		<i>Input3</i>	695,82	548,51	21,17
DMU12 (eficiência: 0,953861)	<i>Input1</i>	989,88	989,88	0,00	DMU42 (eficiência: 0,614385)	<i>Input1</i>	1.032,95	988,41	4,31
	<i>Input2</i>	301,71	301,71	0,00		<i>Input2</i>	218,71	218,71	0,00
	<i>Input3</i>	626,37	558,18	10,89		<i>Input3</i>	580,16	498,52	14,07

(conclusão)									
DMU	Variável	Atual	Alvo	Redução (%)	DMU	Variável	Atual	Alvo	Redução (%)
DMU14 (eficiência: 0,893873)	<i>Input1</i>	1.228,34	1.228,34	0,00	DMU43 (eficiência: 0,903240)	<i>Input1</i>	1.093,77	1.093,77	0,00
	<i>Input2</i>	378,23	369,30	2,36		<i>Input2</i>	393,15	378,53	3,72
	<i>Input3</i>	684,61	684,61	0,00		<i>Input3</i>	676,22	676,22	0,00
DMU15 (eficiência: 0,916112)	<i>Input1</i>	1.122,53	1.122,53	0,00	DMU44 (eficiência: 0,972412)	<i>Input1</i>	1.096,40	1.096,40	0,00
	<i>Input2</i>	346,49	346,49	0,00		<i>Input2</i>	360,54	360,54	0,00
	<i>Input3</i>	608,83	608,83	0,00		<i>Input3</i>	675,81	673,44	0,35
DMU16 (eficiência: 0,999180)	<i>Input1</i>	1.568,00	1.218,01	22,32	DMU45 (eficiência: 0,925017)	<i>Input1</i>	1.033,37	1.033,37	0,00
	<i>Input2</i>	290,36	290,36	0,00		<i>Input2</i>	348,30	348,30	0,00
	<i>Input3</i>	387,92	387,92	0,00		<i>Input3</i>	558,58	558,58	0,00
DMU17 (eficiência: 0,951934)	<i>Input1</i>	1.024,75	1.024,75	0,00	DMU46 (eficiência: 0,995615)	<i>Input1</i>	1.025,94	1.025,94	0,00
	<i>Input2</i>	297,60	297,60	0,00		<i>Input2</i>	333,41	333,41	0,00
	<i>Input3</i>	838,46	577,85	31,08		<i>Input3</i>	549,28	549,28	0,00
DMU18 (eficiência: 0,975229)	<i>Input1</i>	964,86	964,86	0,00	DMU48 (eficiência: 0,984734)	<i>Input1</i>	1.672,33	1.663,57	0,52
	<i>Input2</i>	268,27	268,27	0,00		<i>Input2</i>	352,28	352,28	0,00
	<i>Input3</i>	701,18	515,94	26,42		<i>Input3</i>	230,68	230,68	0,00
DMU19 (eficiência: 0,937936)	<i>Input1</i>	1.346,41	1.346,41	0,00	DMU49 (eficiência: 0,854677)	<i>Input1</i>	1.012,33	1.012,33	0,00
	<i>Input2</i>	313,36	313,36	0,00		<i>Input2</i>	304,65	304,65	0,00
	<i>Input3</i>	940,83	800,75	14,89		<i>Input3</i>	965,96	575,16	40,46
DMU21 (eficiência: 0,953043)	<i>Input1</i>	1.074,25	1.074,25	0,00	DMU50 (eficiência: 0,858279)	<i>Input1</i>	1.049,23	1.049,23	0,00
	<i>Input2</i>	285,99	285,99	0,00		<i>Input2</i>	288,99	288,99	0,00
	<i>Input3</i>	479,53	479,53	0,00		<i>Input3</i>	790,71	587,23	25,73
DMU22 (eficiência: 0,978207)	<i>Input1</i>	1.095,73	1.073,85	2,00	DMU51 (eficiência: 0,930186)	<i>Input1</i>	1.492,42	1.289,47	13,60
	<i>Input2</i>	238,87	238,87	0,00		<i>Input2</i>	401,71	356,65	11,22
	<i>Input3</i>	572,94	564,62	1,45		<i>Input3</i>	541,43	541,43	0,00

Fonte: Organizado pelo autor, a partir de dados da pesquisa.

A partir dos resultados obtidos percebe-se a utilização do DEA como fator que pode auxiliar o gestor de custos na compreensão dos alvos a serem alcançados pelas DMUs ineficientes, reduzindo desperdícios. Pois a coluna do alvo indica em quanto os insumos (*inputs*) podem ser diminuídos para que as DMUs ora ineficientes possam se tornar eficientes. Os alvos a serem atingidos são maiores na DMU 5 (BARREIRAS/BA, OGM, 2013/2014), no qual as variáveis dos *inputs* 2 e 3 poderiam ser reduzidas em 100%, a partir dos resultados da tabela 11.

A partir das observações da tabela 10, complementadas pela tabela 11, é possível verificar que as DMUs que se apresentaram ineficientes na tabela 10 apresentam pontos alvos para redução em determinado *input* na tabela 11. De acordo com Melo (2010), a unidade produtora ineficiente deve verificar em que etapa do processo ocorre problemas com a alocação dos recursos produtivos.

Pelos resultados observados na tabela 11 é possível verificar que a maiorias das DMUs operam com capacidade máxima de utilização dos insumos, não possuindo, desta forma, capacidade para redução destes *inputs* durante o processo produtivo. Neste caso o gestor deverá

observar se fatores como pluviometria, ou outros fatores ambientais aos quais os *inputs* não são aderentes causam algum tipo de impacto no processo produtivo.

Menegatti e Barros (2007) apresentaram resultados nos quais a composição dos custos de produção tanto para a soja transgênica quanto para a soja tradicional, apresenta basicamente uma diferença apenas e na tecnologia incorporada na semente, sendo que para os demais custos não se apresentam aspectos de diferenciação significativa no manejo da lavoura, apenas no herbicida pós-emergente usado nos tratos culturais.

Esta não diferenciação quanto a utilização destes custos pode ir de encontro ao que concerne a que maioria das DMUs não apresentarem percentual para a redução dos *inputs* empregados para a cultura da soja, ou seja, por apresentarem uma estrutura de custos bastante semelhantes quanto a sua utilização, estas já operariam no limite do processo produtivo.

A tabela 12 apresenta resultados nos quais foram possíveis verificar o efeito da escala de produção no grau de eficiência técnica. Na primeira coluna de resultados são os escores com a utilização do DEA por meio dos retornos constantes à escala. Na seguinte coluna, foi verificado o modelo com retornos variáveis e, a partir destes escores, obteve-se na próxima coluna a eficiência de escala. Kassai (2002) argumenta que o modelo CCR permite uma avaliação da eficiência global, enquanto que o modelo BCC decompõe o resultado entre a eficiência técnica “pura” e a eficiência de escala.

Tabela 12 – Eficiência técnica e de escala das cidades produtoras de soja

(continua)

DMU	DESCRÍÇÃO	Eficiência Técnica – Retornos Constantes	Eficiência Técnica – Retornos Variáveis	Eficiência Escala
DMU1	(BALSAS/MA,TRADICIONAL,2012/2013)	0,92	0,94	0,98
DMU2	(BALSAS/MA,OGM,2013/2014)	0,89	1,00	0,90
DMU3	(BALSAS/MA,OGM,2014/2015)	0,85	0,98	0,87
DMU4	(BARREIRAS/BA,TRADICIONAL,2012/2013)	0,87	0,90	0,97
DMU5	(BARREIRAS/BA,OGM,2013/2014)	0,77	0,93	0,83
DMU6	(BARREIRAS/BA,OGM,2014/2015)	0,72	0,90	0,80
DMU7	(CAMPO MOURÃO/PR,TRADICIONAL,2012/2013)	0,95	0,96	0,99
DMU8	(CAMPO MOURÃO/PR,OGM,2012/2013)	1,00	1,00	1,00
DMU9	(CAMPO MOURÃO/PR,TRADICIONAL,2013/2014)	0,88	0,95	0,93
DMU10	(CAMPO MOURÃO/PR,OGM,2013/2014)	0,95	0,96	0,99
DMU11	(CAMPO MOURÃO/PR,TRADICIONAL,2013/2014)	0,88	0,95	0,93
DMU12	(CAMPO MOURÃO/PR,TRADICIONAL,2014/2015)	0,91	0,95	0,96
DMU13	(CAMPO NOVO DO PARECIS/MT,TRADICIONAL,2012/2013)	1,00	1,00	1,00
DMU14	(CAMPO NOVO DO PARECIS/MT,TRADICIONAL,2013/2014)	0,74	0,89	0,83
DMU15	(CAMPO NOVO DO PARECIS/MT,TRADICIONAL,2014/2015)	0,81	0,92	0,89
DMU16	(CAMPO NOVO DO PARECIS/MT,TRADICIONAL,2014/2015)	0,98	1,00	0,98

(conclusão)

DMU	DESCRIÇÃO	Eficiência Técnica – Retornos Constantes	Eficiência Técnica – Retornos Variáveis	Eficiência Escala
DMU17	(CHAPADÃO DO SUL/MS,TRADICIONAL,2012/2013)	0,90	0,95	0,94
DMU18	(CHAPADÃO DO SUL/MS,TRADICIONAL,2013/2014)	0,96	0,98	0,99
DMU19	(CHAPADÃO DO SUL/MS,OGM,2014/2015)	0,75	0,94	0,80
DMU20	(CRISTALINA/GO ,OGM,2012/2013)	1,00	1,00	1,00
DMU21	(CRISTALINA/GO ,OGM,2013/2014)	0,92	0,95	0,97
DMU22	(CRISTALINA/GO ,OGM,2014/2015)	0,92	0,98	0,94
DMU23	(CRUZ ALTA/RS,OGM,2013/2014)	0,71	0,84	0,84
DMU24	(LONDRINA/PR,OGM,2012/2013)	0,98	1,00	0,98
DMU25	(LONDRINA/PR,TRADICIONAL,2012/2013)	0,93	0,94	0,99
DMU26	(LONDRINA/PR,OGM,2013/2014)	0,99	1,00	0,99
DMU27	(LONDRINA/PR,TRADICIONAL,2014/2015)	0,71	1,00	0,71
DMU28	(LONDRINA/PR,OGM,2014/2015)	0,95	0,95	0,99
DMU29	(PASSO FUNDO/RS,OGM,2012/2013)	0,97	1,00	0,97
DMU30	(PRIMAVERA DO LESTE/MT,TRADICIONAL,2012/2013)	0,80	0,92	0,87
DMU31	(PRIMAVERA DO LESTE/MT,OGM,2012/2013)	0,74	0,89	0,83
DMU32	(PRIMAVERA DO LESTE/MT,TRADICIONAL,2013/2014)	0,89	0,96	0,93
DMU33	(PRIMAVERA DO LESTE/MT,OGM,2013/2014)	0,85	0,93	0,92
DMU34	(PRIMAVERA DO LESTE/MT,TRADICIONAL,2014/2015)	0,84	0,98	0,85
DMU35	(PRIMAVERA DO LESTE/MT,OGM,2014/2015)	0,84	0,98	0,85
DMU36	(RIO VERDE/GO,TRADICIONAL,2012/2013)	1,00	1,00	1,00
DMU37	(RIO VERDE/GO,TRADICIONAL,2013/2014)	1,00	1,00	1,00
DMU38	(RIO VERDE/GO,OGM,2014/2015)	1,00	1,00	1,00
DMU39	(SANTA ROSA/RS,OGM,2012/2013)	0,90	1,00	0,90
DMU40	(SÃO LUIS GONZAGA/RS,OGM,2012/2013)	0,69	1,00	0,69
DMU41	(SÃO LUIS GONZAGA/RS,OGM,2013/2014)	0,68	1,00	0,68
DMU42	(SÃO LUIS GONZAGA/RS,OGM,2014/2015)	0,60	0,61	0,98
DMU43	(SORRISO/MT,TRADICIONAL,2012/2013)	0,79	0,90	0,87
DMU44	(SORRISO/MT,OGM,2012/2013)	0,86	0,97	0,89
DMU45	(SORRISO/MT,TRADICIONAL,2013/2014)	0,87	0,93	0,94
DMU46	(SORRISO/MT,OGM,2013/2014)	0,94	1,00	0,95
DMU47	(SORRISO/MT,TRADICIONAL,2014/2015)	1,00	1,00	1,00
DMU48	(SORRISO/MT,OGM,2014/2015)	0,98	0,98	1,00
DMU49	(UNAÍ/MG,TRADICIONAL,2012/2013)	0,81	0,85	0,94
DMU50	(UNAÍ/MG,TRADICIONAL,2013/2014)	0,80	0,86	0,93
DMU51	(UNAÍ/MG,OGM,2014/2015)	0,74	0,93	0,79
	Média	0,87	0,95	0,92

Fonte: Organizado pelo autor, a partir de dados da pesquisa.

A partir dos resultados da tabela 12, foi possível observar que nos retornos constantes de escala, o nível médio de ineficiência foi de 0,13 (1-0,87). Como o modelo utilizado neste estudo foi a abordagem BCC (orientado a insumos), o resultado do nível médio de ineficiência indica que, em média, as cidades produtoras de soja poderiam ter economizado 13% com a utilização de insumos de custos fixos e variáveis relacionados com os grupos em observação.

Resultado semelhante foi verificado na pesquisa realizada por Khoshnevisan et al. (2013) que utilizaram o DEA para analisar a eficiência energética de fazendas de trigo, a fim de separar os produtores eficientes e ineficientes e para calcular os usos desperdício de energia. Com base nos resultados desta pesquisa, foi revelado que 18% dos produtores foram tecnicamente eficiente e a média do TE foi calculada como 0,82.

Desta forma, a utilização dos resultados do DEA poderia ser trabalhada observando maneiras de redução da utilização de insumos relacionados às variáveis de que compreendem (Operação com máquinas próprias, Mão-de-obra temporária, Mão-de-obra fixa, Fertilizantes, Agrotóxicos, Seguro agrícola, Assistência técnica, Transporte externo, Despesas Administrativas, Armazenagem, Contribuição Especial da Seguridade Social Rural, Juros, Depreciação Total, Manutenção periódica de benfeitorias/instalações, Encargos sociais, Seguro do capital fixo, Remuneração esperada sobre capital fixo e Terra), que, ainda assim, a produção de soja nestas cidades não seria reduzida, ou seja, a produção manter-se-ia constante, mas agora com uma utilização menor de insumos, o que poderia produzir uma maior margem de lucro ao produtor.

Tais observações são importantes sob o olhar da gestão de custos, pois, para Yip (1996), o benefício alcançado a partir da redução destes fatores de custo pode ser aplicada dentro do processo produtivo para aumentar os benefícios de economias de escala; explorar o fator mais baixo de custos pela transferência de produção ou de outras atividades para locais de custo baixo; explorar a flexibilidade para utilização destes custos e reforçar o poder de negociação com agentes relacionados ao processo de produção, ou seja com fornecedores, trabalhadores e governo, etc.

A CONAB (2010) menciona que o processo de composição de custos nas culturas agrícolas, busca estabelecer os custos de produção que estão associados aos diversos padrões tecnológicos e preços de fatores em uso nas diferentes situações ambientais. Assim, o custo é obtido mediante ao resultado da multiplicação da matriz de coeficientes técnicos pelo vetor de preços dos fatores (CONAB, 2010).

Branco e Caixeta Filho (2011) comentam que, no caso dos grãos (como a soja e milho), fatores como o transporte externo podem causar interferência nos custos e na eficiência do processo produtivo, uma vez que estas culturas contam uma descentralização da produção distante dos portos de exportação e contam com sucessivos aumentos dos volumes exportados, o

que faz com que tais produtos demandem um sistema de transporte e armazenagem cada vez mais eficiente.

Quanto às médias de pura eficiência e de eficiência de escala, os escores de resultado na tabela 12 foram, respectivamente, de 0,95 e 0,92. Desta forma, pode-se interpretar que as cidades produtoras de soja ineficientes observadas neste estudo poderiam, em média, diminuir 5% dos insumos utilizado no processo produtivo que teriam como retorno a mesma produção. Além disso, estas cidades, para operarem em escala ótima de produção, deveriam aumentar a quantidade produzida de soja em 8%.

Outro ponto que pode ser observado é que a ineficiência das DMUs pode ser decorrente da utilização errônea escala de produção da soja. Destaca-se este ponto, pois, dentro da teoria do DEA, a eficiência técnica total (retornos constantes) é composta pela pura eficiência técnica (retornos variáveis) e pela eficiência de escala.

Melo (2010), destaca que tal ineficiência de escala pode ocorrer pelo fato de a DMU operar abaixo da escala ótima apresentando assim retorno crescente ou acima da escala ótima, ou seja, com retorno decrescente. A tabela 13 apresenta os resultados de problemas das cidades produtoras de soja, a partir dos escores de eficiência pura e de eficiência de escala.

Tabela 13 – Principais problemas das cidades produtoras de soja pela mensuração de eficiência pura e de eficiência de escala.

(continua)

DMU	Descrição	Condição Eficiência Técnica	Retorno de Escala	Problema Maior
DMU1	(BALSAS/MA,TRADICIONAL,2012/2013)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU2	(BALSAS/MA,OGM,2013/2014)	Ineficiente	Crescente	Escala
DMU3	(BALSAS/MA,OGM,2014/2015)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU4	(BARREIRAS/BA,TRADICIONAL,2012/2013)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU5	(BARREIRAS/BA,OGM,2013/2014)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU6	(BARREIRAS/BA,OGM,2014/2015)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU7	(CAMPO MOURÃO/PR,TRADICIONAL,2012/2013)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU8	(CAMPO MOURÃO/PR,OGM,2012/2013)	Eficiente	Constante	Não tem
DMU9	(CAMPO MOURÃO/PR,TRADICIONAL,2013/2014)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU10	(CAMPO MOURÃO/PR,OGM,2013/2014)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU11	(CAMPO MOURÃO/PR,TRADICIONAL,2013/2014)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU12	(CAMPO MOURÃO/PR,TRADICIONAL,2014/2015)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU13	(CAMPO MOURÃO/PR,OGM,2014/2015)	Eficiente	Constante	Não tem
DMU14	(CAMPO NOVO DO PARECIS/MT,TRAD.,2012/2013)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU15	(CAMPO NOVO DO PARECIS/MT,TRAD.,2013/2014)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU16	(CAMPO NOVO DO PARECIS/MT,TRAD.,2014/2015)	Ineficiente	Crescente	Escala
DMU17	(CHAPADÃO DO SUL/MS,TRADICIONAL,2012/2013)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU18	(CHAPADÃO DO SUL/MS,TRADICIONAL,2013/2014)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU19	(CHAPADÃO DO SUL/MS,OGM,2014/2015)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência

(conclusão)

DMU	Descrição	Condição Eficiência Técnica	Retorno de Escala	Problema Maior
DMU20	(CRISTALINA/GO ,OGM,2012/2013)	Eficiente	Constante	Não tem
DMU21	(CRISTALINA/GO ,OGM,2013/2014)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU22	(CRISTALINA/GO ,OGM,2014/2015)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU23	(CRUZ ALTA/RS,OGM,2013/2014)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU24	(LONDRINA/PR,OGM,2012/2013)	Ineficiente	Crescente	Escala
DMU25	(LONDRINA/PR,TRADICIONAL,2012/2013)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU26	(LONDRINA/PR,OGM,2013/2014)	Ineficiente	Crescente	Escala
DMU27	(LONDRINA/PR,TRADICIONAL,2014/2015)	Ineficiente	Crescente	Escala
DMU28	(LONDRINA/PR,OGM,2014/2015)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU29	(PASSO FUNDO/RS,OGM,2012/2013)	Ineficiente	Crescente	Escala
DMU30	(PRIMAVERA DO LESTE/MT, TRAD., 2012/2013)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU31	(PRIMAVERA DO LESTE/MT,OGM,2012/2013)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU32	(PRIMAVERA DO LESTE/MT, TRAD., 2013/2014)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU33	(PRIMAVERA DO LESTE/MT,OGM,2013/2014)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU34	(PRIMAVERA DO LESTE/MT, TRAD., 2014/2015)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU35	(PRIMAVERA DO LESTE/MT, OGM, 2014/2015)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU36	(RIO VERDE/GO, TRADICIONAL, 2012/2013)	Eficiente	Constante	Não tem
DMU37	(RIO VERDE/GO,TRADICIONAL,2013/2014)	Eficiente	Constante	Não tem
DMU38	(RIO VERDE/GO,OGM,2014/2015)	Eficiente	Constante	Não tem
DMU39	(SANTA ROSA/RS,OGM,2012/2013)	Ineficiente	Crescente	Escala
DMU40	(SÃO LUIS GONZAGA/RS,OGM,2012/2013)	Ineficiente	Crescente	Escala
DMU41	(SÃO LUIS GONZAGA/RS,OGM,2013/2014)	Ineficiente	Crescente	Escala
DMU42	(SÃO LUIS GONZAGA/RS,OGM,2014/2015)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU43	(SORRISO/MT,TRADICIONAL,2012/2013)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU44	(SORRISO/MT,OGM,2012/2013)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU45	(SORRISO/MT,TRADICIONAL,2013/2014)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU46	(SORRISO/MT,OGM,2013/2014)	Ineficiente	Crescente	Escala
DMU47	(SORRISO/MT,TRADICIONAL,2014/2015)	Eficiente	Constante	Não tem
DMU48	(SORRISO/MT,OGM,2014/2015)	Ineficiente	Crescente	Eficiência
DMU49	(UNAÍ/MG,TRADICIONAL,2012/2013)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU50	(UNAÍ/MG,TRADICIONAL,2013/2014)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência
DMU51	(UNAÍ/MG,OGM,2014/2015)	Ineficiente	Crescente	Escala e Eficiência

Fonte: Organizado pelo autor, a partir de dados da pesquisa.

A análise dos resultados apresentados na tabela 13, a partir dos escores apresentados na tabela 12 observa três aspectos quanto aos problemas de eficiência das cidades produtoras de soja. O primeiro refere-se à condição de Eficiência Técnica, onde os resultados apresentados foram eficiente e ineficiente, sendo classificado como "Eficiente" na tabela 13 aquela DMU que apresentaram escore igual a 1,00 na tabela 12. As DMUs que apresentaram escore menor que 1,00 foram classificadas com o termo "Ineficiente".

O segundo aspecto da tabela 13 refere-se ao retorno de escala, onde a partir dos resultados da tabela 12 classificou-se este retorno como constante ou crescente (a opção decrescente não apresentou resultados para as DMUs observadas). A classificação destas DMU

observou os escores quanto à eficiência técnica para retornos constantes e para retornos variáveis, sendo classificados como "crescentes" os escores de retornos variáveis que apresentaram valores maiores que os escores de retornos constantes e classificados como "constantes" aqueles onde os dois escores apresentaram igualdade. Para as DMUs que apresentaram retorno crescente de escala, podem aumentar a produção a custos médios decrescentes, mas, para isso, precisam aumentar a quantidade da sua produção.

Por fim enumerou-se qual foi o problema maior de produção de cada DMU, sendo que estas poderiam ter apresentado problemas de escala, de eficiência, ambos (escala e eficiência) ou nenhum destes aspectos. A classificação destes observou os escores das colunas de Eficiência Técnica – Retornos Variáveis e de Eficiência Escala.

As DMUS com problemas de Eficiência de Escala foram aquelas que apresentaram escore igual a 1,00 para a Eficiência Técnica (Eficiência Pura) e menor do que 1,00 para Eficiência Escala. As DMUS com problemas de Eficiência Pura foram aquelas que apresentaram resultado menor que 1,00 para Eficiência Técnica e igual a 1,00 para Eficiência Escala.

As DMUs que foram classificadas com problemas de Escala e Eficiência foram aquelas que apresentaram escores menores que 1,00 para Eficiência Técnica (Eficiência Pura) e Eficiência de Escala. Por fim as DMUs classificadas como não tendo problemas de eficiência (terminologia "Não tem" na tabela 13) foram aquelas que apresentaram escores de eficiência iguais a 1,00 para a Eficiência Técnica (Eficiência Pura) e Eficiência de Escala.

Desta forma é possível verificar, a partir dos resultados da tabela 13, que as DMUs 8, 13, 20, 36, 37, 38 e 47 apresentaram-se como eficientes, com retorno de escala constante e não apresentando, desta forma problemas de eficiência, ou seja, são eficientes tecnicamente e em escala, desta forma estão otimizando o uso de recursos e atuam em escala ótima. Foram classificadas ineficientes as DMUs 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50 e 51.

Dentro das DMUs classificadas como ineficientes, foi possível verificar que o maior problema de eficiência, apenas a DMU 48 apresentou como problema maior a variável de eficiência (eficiência pura). As DMUs 2, 16, 24, 26, 27, 29, 39, 40, 41, 46 também apresentaram condição ineficiente, sendo a eficiência de escala o problema maior verificado para estas DMUs. Por fim as DMUs 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 28, 30, 31, 32,

33, 34, 35, 42, 43, 44, 45, 49, 50, 51, também se apresentaram ineficientes, sendo o problema maior destas DMUs a condição de eficiência e escala.

Considerando a aspectos de eficiência, Souza e Teixeira (2013) observaram as culturas de cana-de-açúcar, milho e soja, na agricultura de Goiânia no Brasil utilizando estimativa PTF, via índice de Malmquist, no período de 1985-2006. Os autores desta pesquisa verificaram que para a maioria das microrregiões produtoras foram identificados ganhos em produtividade, ilustrando que, no ano de 2006, os níveis de produtividade foram maiores do que os observados em 1985. Para os autores, esta diferença se deve a aspectos de mudança tecnológica.

Os problemas de ineficiência técnica ocorrem pela não correta utilização dos insumos necessários para o plantio da soja. Em complemento, os problemas de eficiência de escala, ocorreram nas DMUs pelo fato destas estarem produzindo soja abaixo da escala ótima de produção. Por fim as DMUs que apresentaram problemas de eficiência e problemas de escala apresentam o conjunto destes dois fatores.

De encontro com os aspectos de eficiência abordados, Mousavi-Avval et al (2011b) utilizaram o DEA para verificar a otimização do consumo de energia para a produção de soja em 94 fazendas em Golestan, no Irã e os resultados destes autores apontaram que as eficiências técnicas e pura dos agricultores pesquisados foram de 0,853 e 0,919, respectivamente e que a energia elétrica teve a maior participação (78,08%) da energia de poupança total. Além disso, foi verificado pelos autores, que uma redução potencial de cerca de 20% no consumo de energia poderia ser conseguido se os agricultores operarem de forma eficiente.

Para se corrigir tais condições de ineficiência apontadas nos resultados da tabela 13, as DMUs que apresentaram como problema maior a ineficiência de escala, por operaram abaixo da escala ótima de produção, para corrigir tal questão devem buscar aumentar a produção. A DMU que apresentou problema de eficiência pura deve observar o uso excessivo de insumos de produção, buscando diminuir o uso destes para atingir uma escala ótima de eficiência na utilização destes, ou ainda verificando aspectos relacionados à tecnologia e utilização de técnicas inovativas que possam contribuir para o uso racional dos insumos.

Já aquelas DMUs que apresentaram ineficiência nestas duas questões (escala e eficiência), devem aumentar a produção da soja, correlacionando com a diminuição da utilização insumos que estejam sendo utilizados em excesso, observando a relação de utilização de insumos com a produção.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa buscou verificar a eficiência técnica e de escala das cidades produtoras de soja nas safras 2012/2013 à 2014/2015 no Brasil, utilizando a Analise Envoltória de Dados (DEA). Para tanto, apresentou como objetivos específicos: a) Comparar os custos de produção entre cidades brasileiras produtora de soja; b) Comparar a existência diferenças dos fatores de custo de produção de soja, para os plantios utilizando sementes geneticamente modificadas ou tradicionais e; c) Verificar a eficiência técnica e de escala nas cidades brasileiras produtoras de soja.

Para verificar tal condição, a hipótese de pesquisa buscou testar qual foi a cidade brasileira produtora de soja se apresentou mais eficiente frente as demais considerando, desta forma, que aquela mais eficiente seria a que melhor utilizaria os seus custos de produção, para se atingir determinada produtividade, otimizando a utilização de fatores como: acesso ao crédito, novas tecnologias, bem como fatores ambientais ou culturais específicos em cada DMU.

A cultura da soja apresenta uma importância significativa não somente para o agronegócio brasileiro, mas também para o PIB (CONTE, FERREIRA FILHO; 2007) e a balança comercial brasileira sendo a segunda *commodity* mais exportada no ano de 2015 (BRASIL, 2015a). Dentro deste aspecto, pesquisas sobre eficiência relacionada aos custos de produção apresentam-se fundamentais para contribuir com o aumento da produtividade deste grão, evidenciando e elucidando variáveis de ineficiência, que podem ser verificadas sob o aspecto da utilização ótima de insumos bem como a condição ótima da produtividade.

Assim, nesta pesquisa, foram identificados os custos de produção utilizados nas cidades produtoras de soja, considerando as safras de 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015, para os tipos de plantio tradicional e organismo geneticamente modificado (OGM).

Os resultados do teste de *Kruskall-Wallis* mostraram que apenas as variáveis de agrotóxicos, seguro agrícola, despesas administrativas, manutenção periódica de benfeitorias/instalações, encargos sociais e terra apresentaram comportamento de custos estatisticamente iguais entre as cidades observadas. As demais variáveis, devido a aspectos particulares de cada cidade apresentaram comportamento de custos estatisticamente diferentes.

Os achados desta pesquisa, associados ao que encontraram Conte e Ferreira Filho (2007), que realizaram um estudo que estimou as parcelas de custo para a produção de soja para

os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Paraná e Rio Grande do Sul, através do modelo translog, indicam que os itens de custos de produção são elementos que possuem relevância no processo produtivo de soja, tendo o gestor que observar atentamente a utilização destas variáveis para que tenha melhor controle dos custos.

Em seguida buscou-se observar o comportamento dos custos de produção para averiguar se haviam diferenças quanto à utilização destes custos em relação ao tipo de plantio observado. Foi possível verificar que, com exceção da variável sementes, não houve diferenças quanto à utilização das demais variáveis de custos de produção, conforme o tipo de plantio utilizado, se utilizando sementes do tipo tradicional, ou plantio utilizando sementes do tipo OGM.

Quanto aos resultados do DEA, a cidade de Cristalina/GO, na safra 2012/2013 foi aquela que se apresentou como a mais eficiente, ranqueada com escore de eficiência igual a 1,00. Ao se verificar acerca dos problemas enfrentados pelas DMUs, quanto à eficiência, nas cidades em estudo, foram apontados que 65% das DMUs apresentaram problemas de eficiência técnica e de escala, 20% das DMUs apresentaram apenas problemas de eficiência de escala, 2% problemas de eficiência técnica e 14% foram classificadas como eficientes, não apresentando problemas de eficiência.

A eficiência de escala foi de 92%, e a eficiência pura, de 95%, ambos os casos em média. Assim, as cidades (DMUs) ineficientes poderiam, em média, diminuir 5% dos insumos que teriam como retorno a mesma produção. Além disso, estas cidades, para operarem em escala ótima de produção, deveriam aumentar a quantidade produzida de soja em 8%.

Os dados utilizados para compor este estudo foram apresentados de forma agregada, a partir de dados secundários e considerando ferramentas estatísticas, não representando, assim, uma visão particular da realidade das cidades produtoras de soja verificadas nesta pesquisa. Logo, as cidades produtoras de soja do tipo tradicional e OGM podem apresentar a partir da análise individual de suas variáveis, retorno de escala crescente, enquanto outras, retorno constante ou decrescente, devido à dinamicidade e apresentação dos dados de novas safras.

Espera-se que a realização da pesquisa, contribua para que os resultados de eficiência possam ser utilizados como um parâmetro que auxilie o gestor na tomada de decisão, apoiado nos resultados de eficiência técnica e de escala obtidos a partir do DEA, ainda que, conforme apontam Freire et al. (2012), a busca de maior produtividade nem sempre se refletia em uma eficiência econômica elevada e, consequentemente, maior rentabilidade. Ainda segundo os

autores, para que o produtor possa conseguir uma utilização ótima dos recursos destinados à produção estes devem associar, além das práticas de gestão, o conhecimento ou o suporte técnico ao conjunto de práticas culturais de todo o sistema cafeeiro, com informações sobre a quantidade certa dos tratos culturais, adversidades climáticas, adubações, etc. (FREIRE et al.; 2012)

Desta forma, pode-se considerar como a principal contribuição deste trabalho indicar que a escala de produção algumas cidades em suas safras e sistema de plantio apresentaram problemas de eficiência técnica, enquanto outras apresentaram problema de escala e além de outras apresentaram problema de escala e eficiência.

O reflexo de elementos macroeconômicos, como a influência do governo em variáveis (como inflação, câmbio, preço de combustíveis, etc.), a infraestrutura para escoamento da produção, ou ainda aspectos mercadológicos (como variação do preço da *commodity* e seus insumos), além de variações metrológicas causadas por fenômenos como o *El Niño* e *La Niña* (fenômenos climáticos-metereológicos), podem ser considerados também como causa para os resultados.

Nesse aspecto, conforme Faria, Freitas e Marion (2009) fatores como a economia de escala, o aprendizado e a experiência, a eficiência nas fontes de suprimento, a logística favorável, as diferenças de custos e de habilidades do local em que a empresa está implantada e os custos de P&D do produto são os principais impulsionadores de custos que afetam os resultados econômicos do negócio.

No que tange aos limites do estudo, os quesitos que podem ser considerados referem-se as cidades disponibilizadas pela CONAB e ao espaço temporal utilizado na pesquisa (safras de 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015), uma vez que, no momento da execução da pesquisa e realização dos testes estatísticos, os dados referentes aos custos de produção para as cidades e os períodos posteriores às safras utilizadas ainda não estavam disponíveis, resultando, desta forma, em limitações no número de DMUs e variáveis utilizadas dentro da análise envoltória de dados (DEA).

Como sugestões para pesquisas futuras sugere-se verificar a aplicação destas técnicas em nível micro, ou seja, analisando-se em nível de produtor (es), verificando a aplicação das técnicas gerenciais dos produtores e o confronto destas com os resultados de eficiência apontados, realizando os apontamentos que se tornem necessários, a partir dos resultados.

Também se sugere como pesquisas futuras aplicar as técnicas estáticas verificadas nesta pesquisa (ANOVA, Teste T, DEA, entre outros) para outras culturas (feijão, algodão, girassol, etc.) disponibilizadas pela CONAB, ou a partir de bases de dados de onde possam se obter informações que possam ser utilizadas para o entendimento do funcionamento das ferramentas de gestão de custos para estas culturas.

Assim, pode-se verificar a utilização do DEA em nível macro, meso e micro regional, nos estados brasileiros, para as diversas culturas destas localidades podendo, desta forma, se verificar em pesquisas futuras como estes achados podem ser abordados nestes níveis de observação, considerando-se os resultados alcançados.

Pode-se observar também, em pesquisas futuras, a verificação das técnicas/ferramentas de gestão de custos utilizados pelos produtores, nos diferentes tipos de níveis e culturas, podendo-se verificar semelhanças e diferenças observadas em cada uma destas variáveis de estudo, associando-as com as ferramentas de gestão já consagradas pela literatura.

Assim, pode-se perceber que não somente a análise dos custos de produção, mas também a utilização do DEA como mensurador de eficiência quanto a utilização destes custos podem contribuir como uma boa ferramenta de avaliação para futuras análises sobre questões de eficiência energética (MARDANI, 2017), mas também em diversos processos de melhoria da gestão de custos aplicados ao agronegócio, bem como outras áreas de atuação.

Não somente na área do agronegócio, ou apenas relacionadas à comparação dos custos de produção o DEA, pode ser utilizados em amplas área de atuação como educação, economia, administração pública, esportes, contabilidade, dentre outras já referenciadas no capítulo relacionado ao referencial teórico desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, C.; SILVA, A. da; LIMA, M. de. Aplicação de Análise Envoltória de Dados (DEA) para medir eficiência em portos brasileiros. **Revista de Literatura dos Transportes**, v. 5, n. 4, p. 88–102, 2011.
- ADLER, N.; FRIEDMAN, L.; SINUANY-STERN, Z.. Review of ranking methods in the data envelopment analysis context. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 140, p. 249-265, 2002.
- AGRIANUAL. **AGRIANUAL**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2014.
- AJLOUNI, M.; TOBAISHAT, S. The effect of Technical Efficiency in Insurance Companies on Stock Performance: Data Envelopment Analysis, Evidence from Jordanian Companies Listed in Amman Stock Exchange. **International Journal of Strategic Management**, v.10 n.1, p. 67-75. 2010.
- ALKHATHLAN, K.; MALIK, S. A. Are saudi banks efficient? evidence using data envelopment analysis (DEA). **International Journal of Economics and Finance**, Toronto, v. 2, n. 2, p. 53-58, May, 2010.
- ALMEIDA, K.; MACEDO, M. A. S. Análise do desempenho contábil financeiro no agronegócio brasileiro: aplicando DEA no setor agroindustrial nos anos de 2006 e 2007. **Pensar Contábil**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 48, p. 5-21, maio/ago., 2010.
- ALMUMANI, M. A. The Relative Efficiency of Saudi Banks: Data Envelopment Analysis Models. **International Journal of Academic Research in Accounting , Finance and Management Sciences**. v. 3, n. 3, p. 152–161, Jul. 2013.
- ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- ANGULO-MEZA, L. BIONDI NETO, L.; MELLO, J. C. C. B. S.; GOMES, E. G. ISYDS - Integrated System for Decision Support (SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for data envelopment analysis model. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 493-503, 2005.

ARANGO, Hector Gustavo. **Bioestatística teórica e computacional**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

ARIYARATNE, C. B. **An analysis of efficiency and productivity of midwestern agricultural cooperatives**. 1997. 98 f. Thesis (Master of Agricultural Economics) - Kansas State University, Manhattan, 1997.

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

BANKER, R. D.; THRALL, R. M. Estimation of returns to scale using data envelopment analysis. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 62, p. 74-84, 1992.

BAPTISTA, A. J. M. S. **Progresso tecnológico, mudanças na eficiência e produtividade na pesca artesanal em Cabo Verde, na década de 90**. 2002. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

BINGER, B. R.; HOFFMAN, E. **Microeconomics with calculus**. 2º edition. New York: Addison-Wesley Educational Publishers Inc., 1998. 633 p.

BOEHLJE, M.; ROUCAN-KANE, M.; BRORING, S. Future agribusiness challenges: Strategic uncertainty, innovation and structural change. **International Food and Agribusiness Management Review**, Washington, v. 14, n. 5, p. 53-82, 2011.

BONATO, E. R. BONATO, A. L. V. **A soja no Brasil: história e estatística**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1987. 61p.

BRANCO, J. E. H.; CAIXETA FILHO, J. V. Estimativa da demanda de carga captável pela estrada de ferro Norte-Sul. **Journal of Transport Literature**, v. 5 n. 4, p. 17-50, 2011.

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. **Gestão de Custos e Formação de Preços**: Com aplicações na calculadora HP 12c e Excel. 5ed. São Paulo: Atlas, 2008.

BUSSAB, W. O.; MORETIN, P. A. **Estatística Básica**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

CAMPELLO, C. A. G. B. **Eficiência Municipal**: um estudo no Estado de São Paulo. Tese (Doutorado) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, São Paulo, 216 f 2003.

CARLUCCI, F. V. **Aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliação do impacto das variáveis tamanho e localização na eficiência operacional de usinas de cana-de-açúcar na produção de açúcar e etanol no Brasil**. 2012. 104 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2012.

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

CASTRO, S. H.; REIS, R. P.; LIMA, A. L. R. Custos de produção da soja cultivada sob sistema de plantio direto: estudo de multicasos no oeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras , v. 30, n. 6, p. 1146-1153, Dec. 2006.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 2, p. 429-444, 1978.

CHAUHAN, N. S.; MOHAPATRA, P. K. J.; PANDEY, K. P. Improving energy productivity in paddy production through benchmarking – an application of data envelopment analysis. **Energy Conversion and Management**, Oxford, v. 47, p. 1063-1085, 2006.

CICOLIN, L. O. M.; OLIVEIRA, A. L. R. Avaliação de desempenho do processo logístico de exportação do milho brasileiro: uma aplicação da análise envoltória de dados–DEA. **Journal of Transport Literature**, v. 10, n. 3, p. 30-34, 2016.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília: Conab, 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_11_10_09_11_06_boletim_graos_novembro_2015.pdf> Acesso em: 22 mar 2016.

_____. Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos de produção agrícola**: a metodologia da Conab. Brasília: Conab, 2010. Disponível em : <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/custos.pdf>>. Acesso em 22 mar 2016

CONCEIÇÃO, O. A. C. **A expansão da soja no Rio Grande do Sul – 1950-75.** Porto Alegre, FEE: 1984.

CONTE, L.; FERREIRA FILHO, J. B. S. Substituição de fatores produtivos na produção de soja no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília , v. 45, n. 2, p. 475-495, June 2007.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. **Data envelopment analysis:** a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software. New York: Springer Science, 2007.

COSTA, T. B. da; TAVARES, M.. Análise envoltória de dados (DEA) para avaliação de eficiência produtiva em relação aos custos do milho safra. **CONTABILOMETRIA - Brazilian Journal of Quantitative Methods Applied to Accounting**, Monte Carmelo, v. 1, n. 1, p. 15-25, 1º sem./2014.

COURA, R. M.; FIGUEIREDO, A. M.; SANTOS, M. L. , R. M. et al. Eficiência e tecnologia na agricultura paulista entre 1985 e 2001. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 216-226, 2006

COUTO, S. M.; SILVA, M. A.; REGAZZI, A. J. An electrical conductivity method suitable for quantitative mechanical damage evaluation. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.41, n.2, p.421-426, 1998.

CRAVEIRO, G. L. **Granéis sólidos no Brasil:** uma aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA). 2015. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

DALL'AGNOL, A. D.; ROESSING, A. C.; LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H.; OLIVEIRA, A. B. O complexo agroindustrial da soja brasileira. **Circular Técnica 43**, Londrina: EMBRAPA, 2007.

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

DUARTE, S. L.; PEREIRA, C. A.; TAVARES, M.; REIS, E. A. Variáveis dos custos de produção da soja e sua relação com a receita bruta. **Custos e @gronegócios**, v.7, n. 1, jan/abr, 2011.

DYSON, R.G.; ALLENA, R.; CAMANHOB, A.S.; PODINOVSKIA, V.V.; SARRICOA, C.S.; SHALEA, E.A. Pitfalls and protocols in DEA. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 132, n. 2, p. 245-259, 2001.

ELMORE, R.W.; ROETH, F.W.; KLEIN, R.N.; KNEZEVIC, S.Z.; MARTIN, A.; NELSON, L.A.; SHAPIRO, C.A. Glyphosate-resistant soybean cultivar response to glyphosate. **Agronomy Journal**, Madison, v.93, n.2, p.404-407, 2001.

ESTATCAMP. **Action® versão 2.5.197.344**. [2014] Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/>>. Acesso em: 26 setembro 2015.

ESTADOS UNIDOS. Departamento de Agricultura dos Estados Unidos - USDA. **Foreign Agricultural Service**. Table 07: Soybeans: World Supply and Distribution. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/>>. Acesso em: 21 set 2015.

FADASI, R.; SAMAVATEAN, N.; KEYHANI, A.; MOHTASEBI, S. S. An analysis of improving energy use with data envelopment analysis in apple orchad. **Asian Journal of Agriculture and Rural Development**, Punjab, v. 2, n. 2, p. 277-286, 2012.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Future expansion of soybean 2005-2014**: Implications for food security, sustainable rural development and agricultural policies in the countries of Mercosur and Bolivia. 2007. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/tcas/publications/policy_assistance_series_3.pdf>. Acesso em: 31 out. 2015

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical Yearbook 2014: Latin America and the Caribbean**, 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/019/i3592e/i3592e.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2015

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical Pocketbook 2015**, 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i4691e.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2015

FARIA, A. C.; FREITAS, L.H.; MARION, J.C. O empreendedor e a aplicação do sistema de custeio-alvo em pequena empresa do segmento de plástico: uma pesquisa-ação. **Revista de Negócios**, Blumenau, v. 14, n. 1 p. 63 – 81, jan./mar. 2009.

FARIA, F. P.; JANNUZZI, P. M.; SILVA, S. J. Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no Estado do Rio de Janeiro. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 42, n.1, p. 155-177, jan./fev., 2008.

FARIAS, J.R.B. ASSAD, E. D.; ALMEIDA, I. R. DE.; EVANGELISTA, B. A.; LAZZAROTTO, C.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, n.3, (Nº Especial: Zoneamento Agrícola), p.415-421, 2001.

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, London, v. 120, n.3, p. 253-290, 1957.

FÁVERO, L.P.; BELFIORE, P.; SILVA, F.L.; CHAN, B.L. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2009. 646p.

FERMAM, R. K. S. **Os requisitos ambientais no comércio internacional: Ferramentas de acesso a mercados para o setor de defensivos agrícolas**. 2009. 240 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

FERREIRA, M. A. M. **Eficiência técnica e de escala de cooperativas e sociedades de capital na indústria de laticínios do Brasil**. 2005. 158 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

FERREIRA, M. A. M.; GONÇALVES, R. M. L.; BRAGA, M. J. Investigação do desempenho das cooperativas de créditos de Minas Gerais por meio da análise envoltória de dados (DEA). **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 11, n. 3, jul./set., p. 425-445, 2007.

FERRIER, G. D.; PORTER, P. K. The productive efficiency of US milk processing cooperatives. **Journal of Agricultural Economics**, Banbury, n. 42, p. 161-173, 1991.

FRANCISCHETTI JUNIOR, S. C., ZANCHET, A. Perfil contábil-administrativo dos produtores rurais e a demanda por informações contábeis. Universidade Estadual do Oeste do Paraná - **Ciências Sociais Aplicadas em Revista**, v. 6, n. 11, 2006. Disponível em: <www.unioeste.br> Acesso em 25/05/2013.

FREIRE, A. H.; REIS, R. P.; LIMA, D. P. M.; FONTES, R. E. Eficiência econômica da cafeicultura no Sul de Minas Gerais: uma abordagem pela análise envoltória de dados. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 14, n. 1, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOMES, E. G. Uso de modelos DEA em agricultura: revisão da literatura. **ENGEVISTA**, v. 10, n. 1, p. 27-51, junho 2008.

GOMES, E. G.; MANGABEIRA, J. A. 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.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; BIONDI NETO, L. **Avaliação de eficiência por análise de envoltória de dados: conceitos, aplicações à agricultura e integração com Sistemas de Informação Geográfica.** Campinas, SP: Embrapa, 2003.

GONÇALVES, A. C.; NORONHA, C. P.; LINS, M. P. E.; ALMEIDA, R. M. V. R. Análise envoltória de dados na avaliação de hospitais públicos nas capitais brasileiras. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 427-435, 2007.

HAAS, D. J. Productive efficiency of english football teams – a data envelopment analysis approach. **Managerial and Decision Economics**, Chichester, v. 24, p. 403-410, 2003.

HALKOS, G.E.; TZEREMES, N.G. Industry performance evaluation with the use of financial ratios: An application of bootstrapped DEA. **Expert Systems with Applications**, v. 39, p. 5872–5880, 2012.

HASANOV, S.; NOMMAN, A. M. Agricultural efficiency under resources scarcity in Uzbekistan: a data envelopment analysis. **Business and Economic Horizons**, Praha, v. 4, n.1, p. 81-87, 2011.

HELPAND, S. M.; LEVINE, E. S. Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center-West. **Agricultural economics**, Amsterdam, v. 31, p. 241 –249, 2004.

HOFER, E.; RAUBER, A. J.; DIESEL, A.; WAGNER, M. Gestão de custos aplicada ao agronegócio: culturas temporárias. **Contabilidade Vista & Revista**, v. 17, n. 1, p. 29-46, jan./mar. 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Cidades@**, 2015a. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 01 set. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil, 2015b. Disponível em: <[http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201501.pdf](http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201501.pdf)>. Acesso em: 05 mar. 2015.

JAENICKE, E.C. Testing for Intermediate Outputs in Dynamic DEA Models: Accounting for Soil Capital in Rotational Crop Production and Productivity Measures. **Journal of Productivity Analysis**, v.14, p. 247–266, 2000.

JAMES, C. Preview: Global Status of Commercialized Transgenic Crops: 2014. ISAAA Briefs, ISAAA: Ithaca, NY, n. 49. 2014. Disponível em: <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/49/default.asp>> acesso em: 25 jul. 2016

KASSAI, S. **Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis**. Tese (Doutorado). Departamento de Contabilidade e Atuária. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo: USP, 2002.

KHOSHNEVISON, B.; RAFIEE, S.; OMID, M.; MOUSAZADEH, H. Applying data envelopment analysis approach to improve energy efficiency and reduce GHG (greenhouse gas) emission of wheat production. **Energy**, v. 58, p. 588-593, 2013.

KREUTZ, M. R.; MACHADO, N. G.; SCHNEIDER, F.; WOLF, S.; GHENO, D. A. O Cultivo da Soja e a Supressão da Vegetação Durante a Década de 1970: Um Estudo Sobre Minifundios do Vale do Taquari, Rio Grande do Sul. **Desenvolvimento em Questão**, Editora Unijuí, ano 12, n. 26, abr./jun. p. 320-346, 2014.

KRUGER, S. D.; MAZZIONI, S.; BOETTCHER, S. F. A importância da contabilidade para a gestão das propriedades rurais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 16, 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2009.

LAPLANTE, A. E.; PARADI, J. C. Evaluation of bank branch growth potential using data envelopment analysis. **Omega**, v. 52 p. 33–41, 2015

LEE, B. L. Efficiency of research performance of australian universities: a reappraisal using a bootstrap truncated regression approach. **Economic Analysis & Policy**, Brisbane, v. 41, n. 3, p. 195-203, Dec., 2011.

LEONARD, S. J. Agricultural sector energy efficiency. **Essays in Energy**, 2015.

LEPCHAK, A. **Avaliação da eficiência das atividades logísticas utilizando a análise envoltória de dados (DEA)**. 2014. 122 f. Dissertação (Mestrado em Contabilidade). Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

LINS, M. E.; OLIVEIRA, L. B. ; DA SILVA, A. C. M.; ROSA, L. P.; PEREIRA JR., A. O. Performance assessment of alternative energy resources in brazilian power sector using data envelopment analysis. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.] v. 16, p. 898-903, 2012.

LOURES, A. R. **Eficiência econômica da agropecuária nos municípios mineiros, 1996 e 2006, medida pela análise da fronteira estocástica (SFA) e pela análise envoltória de dados (DEA)**. 2013. 217 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Economia. Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

MACEDO, M. A. S.; CASA NOVA, S. P. C.; DE ALMEIDA, K. Mapeamento e análise bibliométrica da utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA) em estudos em contabilidade e administração. **Contabilidade, Gestão e Governança**, v. 12, n. 3, 2010.

MACEDO, M. A. S.; CÍPOLA, F.C.; FERREIRA, A. F. R. Desempenho social no agronegócio brasileiro: aplicando DEA no segmento de usinas de processamento de cana-de-açúcar. **Revista de Economia e Sociologia Rural - RESR**, Piracicaba, SP, vol. 48, nº 01, p. 223-243, jan/mar 2010 – Impressa em março 2010.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Volume exportado de soja em grão, milho, café, frango e celulose bate recorde em 2015**. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/volume-exportado-de-soja-em-grao-milho-cafe-frango-e-celulose-bate-recorde-em-2015>> Acesso em: 20 out 2016.

MARDANI, A.; ZAVADSKAS, E. K.; STREIMIKIENE, D.; JUSOH, A.; KHOSHNOUDI, M. A comprehensive review of data envelopment analysis (DEA) approach in energy efficiency. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 70, p. 1298–1322, 2016.

MARINHO, A. Estudo de eficiência em hospitais públicos e privados com a geração de *rankings*. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 6, p. 145-58, nov./dez., 1998.

MARION, J. C. **Contabilidade Empresarial**. 16. Ed. São Paulo: Atlas, 2012. 536 p.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 10. ed. São Paulo: atlas, 2010.

MDIC. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comercio Exterior - MDIC. **Séries Históricas**: Totais mensais e acumulados. 2016. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=5294>> Acesso em: 08 mar 2016.

_____. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comercio Exterior - MDIC. **Balança comercial brasileira**: Mensal - Dezembro 2015. 2015. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=5266&refr=1161>> Acesso em: 22 mar 2016.

MELO, C. O. **Eficiência econômica da produção de cana-de-açúcar de produtores independentes do Estado do Paraná**. 2010. 92 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

MELLO, J. C. C. B. S. et al. Uma análise da qualidade e produtividade de programas de pós-graduação em engenharia. **Ensaio: avaliação de políticas públicas educacionais**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 39, p. 167-179, abr./jun., 2003.

MENEGATTI, A. L. A.; BARROS, A. L. M. Análise comparativa dos custos de produção entre soja transgênica e convencional: um estudo de caso para o Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Economia Sociologia Rural**, vol.45, n.1, p. 163-183. 2007.

MILONE, G. **Estatística**: Geral e Aplicada. São Paulo: Thomson Learning, 2006. 483 p.

MOHAMMADI, A.; RAFIEE, S.; JAFARI, A.; DALGAARD, T.; KNUDSEN, M. T.; KEYHANI, A.; MOUSAVI-AVVAL, S. H.; HERMANSEN, J. E. Potential greenhouse gas emission reductions in soybean farming: a combined use of Life Cycle Assessment and Data Envelopment Analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 54, n. 1, p. 89-100, 2013.

MOREIRA, D. R.; SANT'ANNA, A. P. Análise de eficiência em tratamentos cirúrgicos em período de mudança tecnológica. **Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção**, v. 10, n. 6, 2010.

MOUSAVI-AVVAL, S. H.; RAFIEE, S.; JAFARI, A.; MOHAMMADI A. Energy storage in field operations of sunflower production using data envelopment analysis approach. **International Journal of Energy e Environment**, Najaf, v. 2, n. 5, p. 933-944, 2011.

_____. Optimization of energy consumption for soybean production using Data Envelopment Analysis (DEA) approach. **Applied Energy**, v. 88, n. 11, p. 3765–3772, 2011b.

MUGERA, A. W. Sustained competitive advantage in agribusiness: applying the resourcebased theory to human resources. **International Food and Agribusiness Management Review**, Washington, v. 15, n. 4, p. 27-48, 2012.

NEVES, M. C. R; BRAGA, M. J.. Eficiência financeira e operacional em cooperativas participantes do programa de capitalização de cooperativas agropecuárias (PROCAP-AGRO). **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 17, n. 3, p. 285-301, 2015.

NEVES, M. F.; ZYLBERSTAJN, D.; NEVES, E. M. **Agronegócio no Brasil**. São Paulo: Saraiva, 2005.

NEVES JÚNIOR, I. J. et al. Análise da eficiência na geração de retorno aos acionistas das empresas do setor da construção civil com ações negociadas na BM&F BOVESPA nos anos de 2009 e 2010 por meio da análise envoltória de dados – DEA. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, Florianópolis, v. 9, n. 18, p- 41-62, jul./dez., 2012.

NIELSEN, L. B.; MITCHELL, F.; NØRREKLIT, H. Management accounting and decision making: two case studies of outsourcing. **Accounting Forum**, v. 39, n. 1, p. 64-82, mar. 2015.

OLIVEIRA, K. G. **Efeito dos fatores climáticos no comportamento dos custos de produção da soja**. 2015. 94f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2015.

OLIVEIRA, M. D. M.; NACHILUK, K. Custo de produção de cana-de-açúcar nos diferentes sistemas de produção nas regiões do Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 5-33, jan., 2011.

OLIVEIRA, I. R. Utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA), no Diagnóstico da Eficiência de Cultivo do Camarão Marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). 2008. 45 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2008.

PACHIEL, M. G. Eficiência produtiva de usinas de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo. 2009. 67 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

PARADI, J. C.; REHM, S.; SCHAFFNIT, C. Performance analysis for engineering design teams at bell Canada using DEA. Center for management of technology and entrepreneurship, University of Toronto, 1998.

PEREIRA, N. A. Avaliação da Eficiência das Principais Regiões Produtoras de Cana-de-Açúcar por meio da Análise Envoltória De Dados (Dea). 2014. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis). Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

PEREIRA, L. A. M; MELLO, J. C. C. B. S. Eficiência técnica das concessionárias ferroviárias nacionais usando análise envoltória de dados. **Relatórios de pesquisa em engenharia de produção**, v.14, n. A18, p. 246-256, 2014

PEREIRA, P. R. F.; FUNCKE , A. L.; LIMA, L. C. O. Desenvolvimento de Cadeias de Produção Locais e sua inter-relação com a Economia Global: o caso da banana no Estado do Rio de Janeiro In: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 46, 2008. **Anais do XLVI SOBER.** Rio Branco: SOBER, 2008, 1 CD.

REIS, P. R.C.; SILVEIRA, S. F. R.; BRAGA, M. R. Previdência social e desenvolvimento socioeconômico: impactos nos municípios de pequeno porte de Minas Gerais. **Revista. Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 47 n. 3, p. 623-646, maio/jun. 2013

REIS, R.P. Fundamentos da economia aplicada. Lavras: UFLA/FAEPE, 2007. 95 p.

REIS, R. P.; MEDEIROS, A. L. e MONTEIRO, L. A. Custo de Produção da Atividade Leiteira na Região Sul de Minas Gerais. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, Lavras, v. 3, n. 2, p. 45-54, jul./dez. 2001.

RICHARDSON, R. J. Pesquisa social: métodos e técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

RODRIGUES, M. H.; SOUZA, M. P.; SOUZA FILHO, T. A. Analyzing the performance and the resource allocation of the dairy production in Rolim de Moura municipality, Rondônia, Brazil. **Journal of Agricultural Extension and Rural Development**, [s. l.] v. 4, n. 15, p. 402-409, 2012.

RODRIGUES, M. Agricultura familiar e produção de biodiesel: uma análise no norte Mato-grossense. **RACE - Revista de Administração, Contabilidade e Economia**, Joaçaba, v. 14, n. 3, p. 889-904, set./dez. 2015

RODRIGUES, N. A. **Comportamento dos custos de produção do café arábica em relação aos fatores climáticos**. 2013. 135 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

ROGGE, N.; VAN REETH, D.; VAN PUYENBROECK, T. Performance evaluation of Tour de France cycling teams using data envelopment analysis. **International Journal of Sport Finance**, Morgantown, v. 8, n. 3, p. 236-257, 2013.

RUEDELL, J. **Cultura da soja**: a verdade sobre a transgenia. Passo Fundo: FUNDACEP, 2003.

SAKURAI, M. 1997. **Gerenciamento integrado de custos**. São Paulo: Atlas.

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, p. 227-242, 2012.

SANTANA, A. C. Análise da competitividade sistêmica da indústria de madeira no estado do Pará. **Revista de Economia e Agronegócio**. Viçosa, MG, v. 1, n. 2, p. 205-230, 2003.

SANTILLI, J. **Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores**. São Paulo: Peirópolis, 2009.

SANTOS, A. C. **Gestão de organização no agronegócio**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000.

SANTOS, G. J.; MARION, J. C.; SEGATTI, S. **Administração de Custo na Agropecuária**. 4^a ed. São Paulo: Atlas, 2009. 168 p.

SENGUPTA, J. **Dynamic and stochastic efficiency analysis: economics of data envelopment analysis.** Singapore: World Scientific, 2000.

SHANK, J.K.; GOVINDARAJAN, V. **A revolução dos custos.** Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.

SHEN, S.; SHEN, Z.; XU, B. Analysis of fishery production efficiency based on the three-stage DEA. **Journal of Networks**, [s. l.]v. 8, n. 2, p. 461-468, Feb., 2013.

SILVA, P. R. Eficiência técnica vs eficiência econômica. **Ciência agronômica**, v.7, n.1-2, p. 157-163, 1977.

SILVEIRA, J. M. F. J.; BORGES, I. C.; BUAINAIN, A. M. Biotecnologia e agricultura: da ciência e tecnologia aos impactos da inovação. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo , v. 19, n. 2, p. 101-114, June 2005. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392005000200009&lng=en&nrm=iso>. access on 28 Mar. 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-88392005000200009>.

SINGH, G. (Org). **The Soybean:** Botany, Production and Uses. Londres: CABI, 2010.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Gestão de Custos:** aplicações operacionais e estratégicas: exercícios resolvidos e propostos com utilização do Excel. São Paulo: Atlas, 2007.

SOUZA, R. O.; TEIXEIRA, S. M. Produtividade total dos fatores na agricultura goiana: uma análise para as culturas de cana-de-açúcar, milho e soja. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 11, n. 2, p. 211-234, maio/ago. 2013.

STAUB, R. B.; SOUZA, G.; TABAK, B. M. **Evolution of bank efficiency in Brazil: A DEA approach.** Brasília, DF: Banco Central do Brasil, dez., 2009, Brasil. Working Paper Series (200). Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/pec/wps/ingl/wps200.pdf>>. Acesso em: 01 março 2014.

SUEYOSHI, T.; HASEBE, T.; ITO, F.; SAKAI, J.; OZAWA, W. Dea-bilateral performance comparison: an application to Japan agricultural cooperative. **Omega - International Management Science**, Philadelphia, v. 26, n. 2, p. 233-248, 1998.

THE ECONOMIST. **The miracle of the cerrado.** 2010. Disponível em: <<http://www.economist.com/node/16886442>>. Acesso em: 29 nov. 2015

ULRICH, E. R. Contabilidade Rural e Perspectivas da Gestão no Agronegócio. **Revista de Administração e Ciências Contábeis do Ideau**. v. 4, n.9, p. 1-13, 2009

VARIAN, H. R. **Microeconomic Analysis**. 3^a Ed. New York: W. W. Norton, 1992, 556 p.

VASCONCELOS, M. A. S.; GARCIA, M. E. **Fundamentos de economia**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 3. ed., São Paulo: Atlas, 2000.

WATKINS, K. B.; HRISTOVSKA, T.; MAZZANTI, R.; WILSON JUNIOR, C. E. Measuring technical, allocative and economic efficiency of rice production in Arkansas using data envelopment analysis. **Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting**, Orlando, Florida, February, 2013. Disponível em: <<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/142962/2/Watkins%202013.pdf>>. Acesso em: 22 fevereiro 2014.

WERNKE, R. **Gestão de Custos**: Uma abordagem prática. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2004.

WORLD BANK, THE. **Gross domestic product 2014**. Disponível em: <<http://databank.worldbank.org/data/download/GDP.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2015.

XU, X.; JEFREY, S. R. Efficiency and technical progress in traditional and modern agriculture: evidence from rice production in China. **Agricultural Economics**, Amsterdam, v. 18, p. 157-165, 1998.

YIP, G. S.. Global Strategy... In a world of nations. In: MINTZBERG, H., QUINN, J. **The strategy process: concepts, contexts and cases**. 3^a. Ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1996.

ZYLBERSZTAJN, D. **Economia & gestão dos negócios agroalimentares**. São Paulo: Pioneira, 2000.

ANEXO A – Contas de Custos de Produção Utilizados a Metodologia CONAB (2010)

CUSTOS DE PRODUÇÃO DA SOJA	
A - CUSTO VARIÁVEL	
I - DESPESAS DE CUSTEIO DA LAVOURA	
1 - Operação com aviões 2 - Operação com máquinas 3 - Aluguel de máquinas 4 – Mão de obra temporária 5 – Mão de obra permanente 6 - Sementes 7 - Fertilizantes 8 - Agrotóxicos 9 - Despesas administrativas	
II - DESPESAS PÓS-COLHEITA	
1 - Seguro agrícola 2 - Transporte externo 3 - Assistência técnica e extensão rural 4 - Recepção/Limpeza/Secagem/Armazenagem (30 dias) 5 - Despesas administrativas 6 - Outros itens	
III - DESPESAS FINANCEIRAS	
1 – Juros	
B - CUSTO FIXO	
IV - DEPRECIAÇÕES	
1 - Depreciação de benfeitorias e instalações 2 - Depreciação de máquinas 3 - Depreciação de implementos 4 - Exaustão do cultivo	
V - OUTROS CUSTOS FIXOS	
1 - Manutenção periódica de máquinas 2 - Encargos sociais 3 - Seguro do capital fixo	
C - CUSTO OPERACIONAL (A+B)	
VI - RENDA DE FATORES	
1 - Remuneração esperada sobre capital fixo 2 – Terra	
D- CUSTO TOTAL (C+VI)	

Fonte: CONAB (2010)

Apêndice A – Teste *Kruskal-Wallis* para comparação múltipla entre as cidades produtoras de soja para identificar quais grupos de cidades apresentaram diferenças quanto a utilização da variável de custo

(continua)

(continua)

(continuação)

(conclusão)

Cidades	GRUPO CUSTEIO DA LAVOURA						OUTRAS DESPESAS E DESPESAS FINANCEIRAS				CUSTOS FIXOS E RENDA DE FATORES		
	OPMAP	MDOTP	MDOFX	SEEDS	FERTS	ASTEC	TREXT	ARMAZ	CESSR	JUROS	DEPRE	SEGCF	REMCF
Primavera Do Leste/MT - Santa Rosa/RS	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Primavera Do Leste/MT - São Luis Gonzaga/RS	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Primavera Do Leste/MT - Sorriso/MT	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Primavera Do Leste/MT - Unaí/MG	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Rio Verde/GO - Santa Rosa/RS	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Rio Verde/GO - São Luis Gonzaga/RS	Não	Não	Não	Não	Não	Não	SIM	SIM	SIM	Não	Não	Não	Não
Rio Verde/GO - Sorriso/MT	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Rio Verde/GO - Unaí/MG	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Santa Rosa/RS - São Luis Gonzaga/RS	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Santa Rosa/RS - Sorriso/MT	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Santa Rosa/RS - Unaí/MG	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
São Luis Gonzaga/RS - Sorriso/MT	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
São Luis Gonzaga/RS - Unaí/MG	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Sorriso/MT - Unaí/MG	SIM	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Valor p	0.015	0.002	0.001	0.023	0.000	0.014	0.010	0.003	0.024	0.004	0.000	0.001	0.001

Fonte: Organizado pelo autor, a partir de dados da pesquisa.