



Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas
Departamento de Engenharia de Produção



Trabalho de Conclusão de Curso

Análise da eficiência dos produtores de leite da região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba

Thamires Ráfaga Campos e Figueiredo

**João Monlevade, MG
2019**

Thamires Ráfaga Campos e Figueiredo

**Análise da eficiência dos produtores de leite da
região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção pelo Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto.

Orientador: Profa. Dra. Fátima Machado de Souza Lima

**Universidade Federal de Ouro Preto
João Monlevade
2019**

F475a Figueiredo, Thamires Rafaga Campos e.
Análise da eficiência dos produtores de leite da região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba [manuscrito] / Thamires Rafaga Campos e Figueiredo. - 2019.

46f.: il.: color; grafs; tabs; mapas.

Orientadora: Profª. Drª. Fátima Machado de Souza Lima.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas. Departamento de Engenharia de Produção.

1. Engenharia de produção. 2. Leite - Produção. 3. Análise de envoltória de dados. I. Lima, Fátima Machado de Souza . II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 658.5

Catálogo: ficha.sisbin@ufop.edu.br



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ICEA



FOLHA DE APROVAÇÃO

Thamires Ráfaga Campos e Figueiredo

**Análise da eficiência dos produtores de leite da
região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba**

Membros da banca

Profª. Dra. Fátima Machado de Souza Lima (UFMG - Orientadora)

Profª. Dra. Mônica do Amaral (UFOP)

Prof. Dr. Thiago Augusto de Oliveira Silva (UFOP)

Versão final

Aprovado em 02 de dezembro de 2019.

De acordo

Professor (a) Orientador (a) Dra. Fátima Machado de Souza Lima



Documento assinado eletronicamente por **Wagner Ragi Curi Filho, COORDENADOR DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - JM**, em 20/12/2019, às 11:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0030042** e o código CRC **74F13142**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.204233/2019-95

SEI nº 0030042

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35400-000
Telefone: - www.ufop.br

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a algumas pessoas que estiveram presentes durante a minha caminhada. No entanto, acredito que o primeiro agradecimento seja a Deus. Por vezes não percebemos a importância de algo maior em nossas vidas e é devido a essa existência que estou aqui.

Gostaria de agradecer também aos meus familiares, em especial meus pais Silvana e Rodney, minha irmã Ulle e meus avós Osman, Milza, Sebastião e Bibiana. A presença de vocês e o apoio me deram forças para continuar e me motivaram quando não via outra solução. Mesmo distantes estaremos juntos!

Agradeço também as minhas tias Elaine, Eliana, Renilda e Evanilda pela confiança depositada em mim durante tantos anos e por me ensinarem tanto!

Outro agradecimento especial a minha afilhada Ana Cecília que mesmo longe me alegra todos os dias!

Agradeço aos meus padrinhos Rosemary e Evanés, pelas orações durante a minha caminhada na UFOP.

Agradeço também de forma especial meu companheiro Natan que esteve comigo em todos os momentos, me dando força e palavras de conforto e motivação sempre que necessário.

Por último gostaria de agradecer aos amigos que conquistei durante a graduação e a equipe do Centro Educacional Oficina de Sonhos e Centro Educacional Campos.

Muito obrigado a todos que estiveram comigo. Essa vitória é nossa!

"Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina"
– Cora Coralina

Resumo

A agropecuária tem uma participação expressiva na economia brasileira e é fonte de renda para muitos que dependem dessa produção. No estado de Minas Gerais a criação de gado bovino é importante para esse setor e torna Minas um dos grandes produtores leiteiros do país, sendo o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba uma de suas principais regiões. Essa importância traz a necessidade de melhorar a produção para evitar desperdícios e desenvolver os produtores de leite. Para isso o presente trabalho busca utilizar a metodologia DEA - *Data Envelopment Analysis* para classificar os produtores de leite pertencentes ao Projeto Educampo do SEBRAE no ano de 2017 em relação a sua eficiência produtiva. Através desses resultados os produtores podem identificar outras estratégias e métodos que maximizem sua produção e, conseqüentemente, dê mais lucro aos mesmos, desenvolvendo-os.

Palavras-chave: DEA, leite, agropecuária, eficiência, Análise Envoltória de Dados, Minas Gerais, Triângulo Mineiro

Abstract

Agriculture has a significant participation in the Brazilian economy and is a source of income for the population who depends on this type of production. In the state of Minas Gerais the cattle breeding is important for this sector and it makes Minas one of the largest dairy producers in the country, being the Triângulo Mineiro and Alto Paranaíba one of the main regions. This importance brings the need to improve the production to avoid waste and develop milk producers. For that end, the present work seeks to use Data Envelopment Analysis (DEA) methodology to classify the dairy farmers belonging to the SEBRAE Educampo Project in 2017 in regards to their efficiency. Through these results the farmers can identify other strategies and methods that maximize their production and, consequently, give them more profit, developing them.

Keywords: DEA, milk, agriculture, efficiency, Data Envelopment Analysis, Minas Gerais, Triângulo Mineiro

Lista de ilustrações

Figura 1 – Concentração do rebanho bovino em Minas Gerais. Fonte: (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019a)	5
Figura 2 – Produção de origem animal no Brasil em 2017. Fonte: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019b)	8
Figura 3 – Ranking da produção de leite por estados. Fonte: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019a)	8
Figura 4 – Cartograma da produção de leite de vaca em Minas Gerais. Fonte: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019a)	9
Figura 5 – Exemplo de fronteira de eficiência. Fonte: Mello et al. (2005)	10
Figura 6 – Diferenças entre as orientações dos modelos de DEA. Fonte: Adaptada de Brunetta (2004)	11
Figura 7 – Interpretação geométrica dos retornos de escala para a orientação a <i>inputs</i> . Fonte: Mello et al. (2005)	15
Figura 8 – Interpretação geométrica dos retornos de escala para a orientação a <i>outputs</i> . Fonte: Mello et al. (2005)	15
Figura 9 – Exemplo de utilização dos recursos e produção para algumas DMUs eficientes. Fonte: Elaborado pelo autor	24
Figura 10 – Utilização de recursos para as DMUs eficientes. Fonte: Elaborado pelo autor	45
Figura 11 – Utilização de recursos para as DMUs eficientes. Fonte: Elaborado pelo autor	46

Lista de tabelas

Tabela 1 – Número de bovinos por Unidade da Federação. Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 2017 - Resultados preliminares	2
Tabela 2 – Produção de leite e participações relativa e acumulada no total da produção, segundo as Unidades da Federação em ordem decrescente - 2016. Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal 2016.	4
Tabela 3 – Prevalência de consumo alimentar (%) segundo os alimentos - Brasil - período 2008-2009 Adaptada de: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	7
Tabela 4 – Intervalo de eficiência para cada cenário. Fonte: Elaborado pelo autor. . . .	23
Tabela 5 – Alvos para as variáveis da DMU 2 no cenário 3. Fonte: Elaborado pelo autor	26
Tabela 6 – Relação de benchmarks para os cenários 1 e 2. Fonte: Elaborado pelo autor .	31
Tabela 7 – Relação de benchmarks para o cenário 3. Fonte: Elaborado pelo autor	32
Tabela 8 – Alvos do Input_1 para as DMUs ineficientes. Fonte: Elaborado pelo autor .	34
Tabela 9 – Alvos do Input_2 para as DMUs ineficientes. Fonte: Elaborado pelo autor .	36
Tabela 10 – Alvos do Input_3 para as DMUs ineficientes. Fonte: Elaborado pelo autor .	38
Tabela 11 – Alvos do Output_1 para as DMUs ineficientes. Fonte: Elaborado pelo autor	40
Tabela 12 – Alvos do Output_2 para as DMUs ineficientes. Fonte: Elaborado pelo autor	42
Tabela 13 – Alvos do Output_3 para as DMUs ineficientes. Fonte: Elaborado pelo autor	44

Lista de abreviaturas e siglas

DEA - *Data Envelopment Analysis*

DMU - *Decision Making Unit*

CCR - Modelo de Charnes, Cooper e Rhodes

BCC - Modelo de Banker, Charnes e Cooper

SIAD - Sistema Integrado de Apoio a Decisão

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Justificativa	3
1.2	Objetivos	5
1.2.1	Objetivo Geral	5
1.2.2	Objetivos Específicos	5
1.3	Organização do trabalho	6
2	REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1	Produção de leite no Brasil	7
2.2	Produção de leite em Minas Gerais	8
2.2.1	Projeto Educampo	9
2.3	Data Envelopment Analysis (DEA)	9
2.3.1	Orientações do Modelo	10
2.3.2	Os modelos DEA	11
2.3.2.1	Modelo CCR orientado a <i>inputs</i>	12
2.3.2.2	Modelo CCR orientado a <i>outputs</i>	13
2.3.2.3	Modelo BCC orientado a <i>inputs</i>	13
2.3.2.4	Modelo BCC orientado a <i>outputs</i>	14
2.3.3	Retornos de escala	14
2.4	Trabalhos correlatos	16
3	METODOLOGIA DE PESQUISA	17
3.1	Fonte de dados	17
3.2	Etapas para aplicação de DEA	18
3.3	Definição das DMUs	18
3.4	Definição de variáveis	19
3.5	Definição do modelo e orientação	20
3.6	Limitações da metodologia	21
4	RESULTADOS	22
4.1	Eficiência relativa	22
4.2	Benchmarks	25
4.3	Alvos	25
5	CONCLUSÃO	27
	REFERÊNCIAS	29

A	APÊNDICE	31
A.1	Tabela 6: Relação de benchmarks para os cenários 1 e 2	31
A.2	Tabela 7: Relação de benchmarks para o cenário 3	32
A.3	Tabela 8: Alvos do Input_1 para as DMUs ineficientes	33
A.4	Tabela 9: Alvos do Input_2 para as DMUs ineficientes	35
A.5	Tabela 10: Alvos do Input_3 para as DMUs ineficientes	37
A.6	Tabela 11: Alvos do Output_1 para as DMUs ineficiente	39
A.7	Tabela 12: Alvos do Output_2 para as DMUs ineficientes	41
A.8	Tabela 13: Alvos do Output_3 para as DMUs ineficientes	43
A.9	Figura 10: Uso dos recursos para as DMUs eficientes	45
A.10	Figura 11: Uso dos recursos para as DMUs eficientes	46

1 Introdução

O leite é parte integrante da alimentação de muitos brasileiros e está presente de várias formas diferentes, sendo elas o leite em si, queijos, iogurtes, cremes, manteiga, entre outros. Brunetta (2004) diz que o leite pode ser considerado um dos primeiros alimentos do homem e um dos mais completos por possuir micronutrientes, aminoácidos e ácidos graxos em porções maiores que outros alimentos. Através de dados de pesquisas, conseguimos compreender a importância deste produto no dia-a-dia de muitas pessoas.

Em uma pesquisa realizada por Souza et al. (2012) sobre os hábitos alimentares de brasileiros foi possível identificar que o leite e o queijo fazem parte da rotina de 27,6% e 24,1% dos homens e mulheres entrevistados, respectivamente, em várias regiões do país. Essas informações ressaltam a relevância da produção agropecuária e deste produto no cenário econômico e social nacional.

No Brasil, a agropecuária é parte importante da economia, gerando emprego e renda para várias famílias. Sua participação no Produto Interno Bruto (PIB) em 2018 foi de R\$ 297,8 bilhões (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019d). O IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019a) identificou, em seus resultados preliminares no Censo Agro 2017, mais de 5 milhões de estabelecimentos agropecuários com mais de 15 milhões de pessoas que dependem da produção agropecuária.

Através destes dados de pesquisa podemos verificar que Minas Gerais é o segundo estado com a maior quantidade de cabeças de gado bovino do país, e possui mais de 1,8 milhões de pessoas ocupadas em estabelecimentos agropecuários. A Tabela 1 apresenta as quantidades de cabeças bovinas no país, e demonstra que os três principais estados são Mato Grosso, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul.

Estado	Rebanho
Mato Grosso	24.118.840
Minas Gerais	19.494.287
Mato Grosso do Sul	18.159.792
Goiás	17.268.103
Pará	15.298.613
Rio Grande do Sul	11.443.487
Rondônia	9.827.031
Paraná	8.395.422
São Paulo	8.328.671
Bahia	8.171.185
Tocantins	6.340.469
Maranhão	5.412.019

Estado	Rebanho
Santa Catarina	3.725.827
Acre	2.133.001
Rio de Janeiro	1.979.021
Ceará	1.895.053
Espírito Santo	1.647.278
Piauí	1.428.093
Pernambuco	1.283.872
Amazonas	1.253.852
Paraíba	1.050.021
Sergipe	886.459
Alagoas	785.836
Rio Grande do Norte	757.945
Roraima	674.501
Distrito Federal	63.009
Amapá	36.481

Tabela 1 – Número de bovinos por Unidade da Federação. Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 2017 - Resultados preliminares

Ainda de acordo com o IBGE, Minas Gerais está entre os maiores produtores de leite do Brasil em 2016 e o valor da produção chegou a aproximadamente R\$ 40 bilhões no mesmo ano. O Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, região onde está localizada o objeto de estudo deste trabalho, tem uma grande concentração de cabeças de gado bovino e sua produção foi de aproximadamente 2,3 bilhões de litros no ano de 2016, gerando um valor de R\$ 2,8 bilhões (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019a).

Com essas informações identificamos a importância de se ter uma produção eficiente na pecuária leiteira. Além de se tratar de um produto perecível, a utilização de tecnologias permite que os produtores consigam aproveitar ao máximo os insumos e diminuir os desperdícios.

Brunetta (2004) diz que mesmo com os avanços tecnológicos, a pecuária leiteira ainda tende a concentrar o capital em grandes produtores. Para isso se criaram debates sobre sustentabilidade, competitividade e qualidade que visam diminuir esse processo de exclusão além de dar oportunidades aos pequenos produtores.

Com a intenção de conhecer melhor os produtores de várias regiões de Minas, os auxiliarem a serem mais eficientes na produção e se desenvolverem o SEBRAE criou o Projeto Educampo. O projeto estuda os estabelecimentos agropecuários e os auxilia com consultorias gerencial e tecnológica, planejamento de atividades, cálculo dos custos de produção, reuniões técnicas, treinamentos e palestras, entre outras atividades. Assim, os produtores possuem mais chances de atender as necessidades do mercado em quantidade e qualidade (SEBRAE Minas

Gerais, 2019).

O presente trabalho busca, então, dar apoio ao projeto, utilizando os dados para criar um índice de eficiência relativa, avaliar a relação entre insumos e produtos, além de classificar os estabelecimentos produtivos e assim dar assistência no processo de tomada de decisão utilizando a metodologia DEA. Outra vantagem dessa metodologia é sua característica não paramétrica que permite a utilização de diferentes dados para se estimar a eficiência relativa entre as organizações e não apenas dados financeiros.

1.1 Justificativa

A produção do leite tem participação significativa para a economia brasileira, gerando renda e empregos para várias pessoas. Os avanços tecnológicos permitiram um grande avanço na cadeia produtiva do leite, auxiliando produtores a diminuírem desperdícios e aproveitarem mais a produção. JANK e GALAN (1998) ressaltam que os custos primários de produção são mais elevados no Brasil e, com isso, favorecem a importação de países como Argentina e Uruguai.

Em 2016, a produção de leite gerou um valor de aproximadamente R\$39,4 bilhões de reais (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019c), sendo um dos principais produtores o estado de Minas Gerais com mais de 8,9 bilhões de litros. Os valores dessa produção estão descritos na Tabela 2.

Estado	Quant. de leite produzido (1000 L)	Participação (%)	
		Relativa	Acumulada
Brasil	33 656 162	100,0	
Minas Gerais	8 970 779	26,7	26,7
Paraná	4 726 291	14,0	40,7
Rio Grande do Sul	4 613 780	13,7	54,4
Santa Catarina	3 113 769	9,3	63,7
Goiás	2 933 441	8,7	72,4
São Paulo	1 706 147	5,1	77,4
Bahia	858 408	2,6	80,0
Pernambuco	839 029	2,5	82,5
Rondônia	790 947	2,4	84,8
Mato Grosso	662 720	2,0	86,8
Pará	577 522	1,7	88,5
Ceará	528 138	1,6	90,1

Rio de Janeiro	511 697	1,5	91,6
Tocantins	385 563	1,1	92,8
Espírito Santo	371 375	1,1	93,9
Maranhão	371 250	1,1	95,0
Alagoas	359 476	1,1	96,0
Sergipe	357 882	1,1	97,1
Mato Grosso do Sul	346 300	1,0	98,1
Rio Grande do Norte	227 747	0,7	98,8
Paraíba	178 437	0,5	99,3
Piauí	73 518	0,2	99,5
Acre	56 870	0,2	99,7
Amazonas	45 978	0,1	99,9
Distrito Federal	29 972	0,1	99,9
Roraima	13 141	0,0	100,0
Amapá	5 983	0,0	100,0

Tabela 2 – Produção de leite e participações relativa e acumulada no total da produção, segundo as Unidades da Federação em ordem decrescente - 2016. Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal 2016.

Dentro do estado de Minas Gerais, uma de suas principais regiões pecuárias é o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. A Figura 1 demonstra a concentração de gado bovino no estado. Ainda no ano de 2016, essa região foi responsável por produzir 2,3 bilhões de litros com um índice de produtividade de 2030 litros/vacas/ano (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019a).

Desenvolver o pequeno produtor impacta diretamente em dados econômicos importantes. Para isso é necessário dar mais ferramentas ao mesmo e auxiliá-lo na tomada de decisão para melhorar a produção. Essa foi a ideia ao criar o Projeto Educampo do SEBRAE Minas Gerais. Assim, buscamos com o presente trabalho dar apoio ao processo de tomada de decisão do Projeto através da classificação das fazendas utilizando a metodologia não paramétrica DEA.

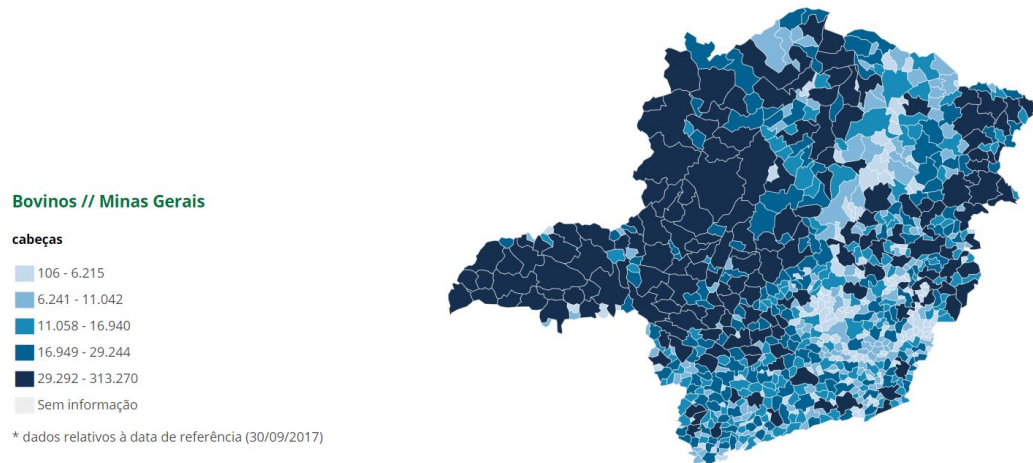


Figura 1 – Concentração do rebanho bovino em Minas Gerais. Fonte: (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019a)

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho é classificar os estabelecimentos agropecuários, pesquisados pelo Projeto Educampo da região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, em eficientes e ineficientes, considerando a metodologia não-paramétrica DEA e avaliar a relação de eficiência entre insumos/produtos.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar os resultados esperados os objetivos específicos deste estudo são:

- ✓ Compreender o processo produtivo do objeto de estudo;
- ✓ Selecionar o modelo e a orientação a serem utilizadas;
- ✓ Aplicar a metodologia DEA;
- ✓ Fazer análise dos dados;
- ✓ Criar os gráficos de eficiência relativa dos estabelecimentos agropecuários;
- ✓ Mensurar a eficiência técnica das fazendas;
- ✓ Analisar a interferência das variáveis na eficiência técnica;
- ✓ Compartilhar os resultados encontrados com o Projeto Educampo.

1.3 Organização do trabalho

Este trabalho foi dividido da seguinte maneira: o Capítulo 1 traz uma breve introdução, de forma a contextualizar o trabalho como um todo, apresentando seus objetivos, justificativa e sua organização. O Capítulo 2, traz a revisão de literatura em que o autor se embasou para determinar os métodos pelos quais iria atingir os objetivos estabelecidos.

No Capítulo 3, é explicitada a metodologia utilizada para a execução e sustentação do presente trabalho.

O Capítulo 4 descreve os resultados obtidos através da análise dos dados disponíveis e, por fim, as conclusões no Capítulo 5.

2 Revisão de literatura

2.1 Produção de leite no Brasil

A produção de leite no Brasil é de grande importância para a economia do país, além de ser um alimento de uso contínuo para muitas pessoas por seus nutrientes e baixo custo.

A Tabela 3 demonstra que, naquele período, quase 13% da população brasileira consumia leite integral no dia a dia, além do consumo de suas variações como manteiga, iogurte, queijos, entre outros.

Alimento	Total	(%) Masculino	(%) Feminino
Leite integral	12,4	11,8	13,0
Leite desnatado	1,8	1,2	2,3
Leite em pó integral	1,1	0,9	1,3
Vitaminas	3,1	3,2	3,0
Queijos	13,5	12,3	14,6
Iogurtes	4,1	3,6	4,5
Laticínios diet/light	0,7	0,4	1,1
Outros laticínios	1,2	1,0	1,5

Tabela 3 – Prevalência de consumo alimentar (%) segundo os alimentos - Brasil - período 2008-2009 Adaptada de: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Outro dado que demonstra a importância dessa produção foi divulgado pelo IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019d) onde agropecuária foi responsável por R\$297,8 bilhões em 2018. A produção do leite no Brasil em 2017 está descrita na Figura 2 onde vemos que no total foram produzidos aproximadamente 35 bilhões de litros.

O IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019a) identificou também a geração de empregos advinda da produção agropecuária. Esses dados demonstram a crescente produção do leite no país e sua importância para muitos pequenos produtores.

Os dados do Censo Agro 2017 também mostram o ranking dos estados produtores de leite no país. A Figura 3 coloca o ranking e demonstra que o estado de Minas Gerais ocupa o primeiro lugar.

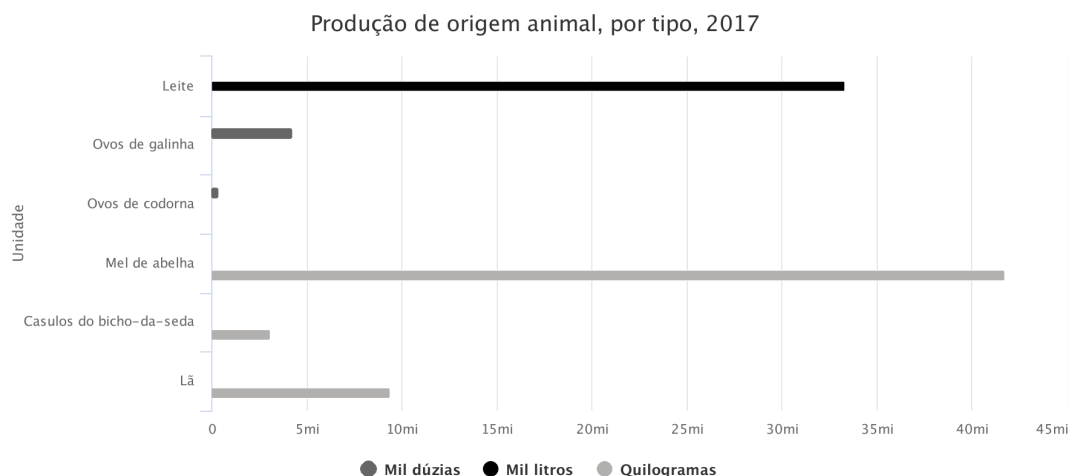


Figura 2 – Produção de origem animal no Brasil em 2017. Fonte: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019b)

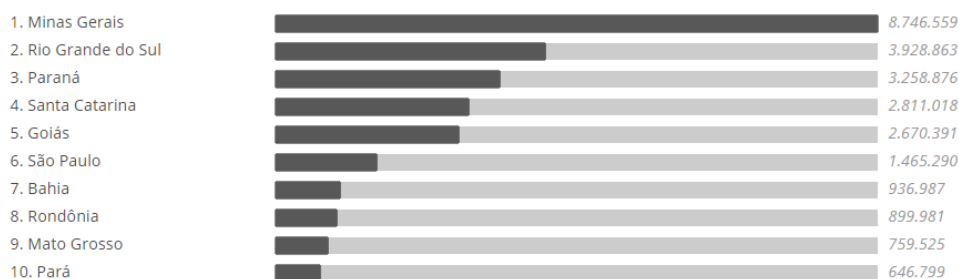


Figura 3 – Ranking da produção de leite por estados. Fonte: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019a)

2.2 Produção de leite em Minas Gerais

Pela Tabela 2, observamos que um dos principais produtores de leite no país em 2016 foi o estado de Minas Gerais. E dentre as regiões do estado, uma das mais representativas é a região de estudo deste trabalho, o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, onde o IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019a) identificou no Censo Agro 2017 uma alta concentração de criação de gado bovino.

A Figura 4 demonstra o cartograma da quantidade de leite de vaca produzido em Minas Gerais onde as áreas mais escuras tem maior participação na produção estadual. Observamos então, que o Triângulo Mineiro está entre essas regiões mais escuras e, conseqüentemente, tem grande participação na produção de leite do estado (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019a).

A produção de leite nesta região chegou a 2,3 bilhões de litros em 2016, um total de 25,4% da produção total do estado neste mesmo ano e um índice de produtividade de 2030 litros/vaca/ano.

Estes dados mostram a importância da produção de leite no estado, principalmente para a região que é objeto de estudo deste trabalho, o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

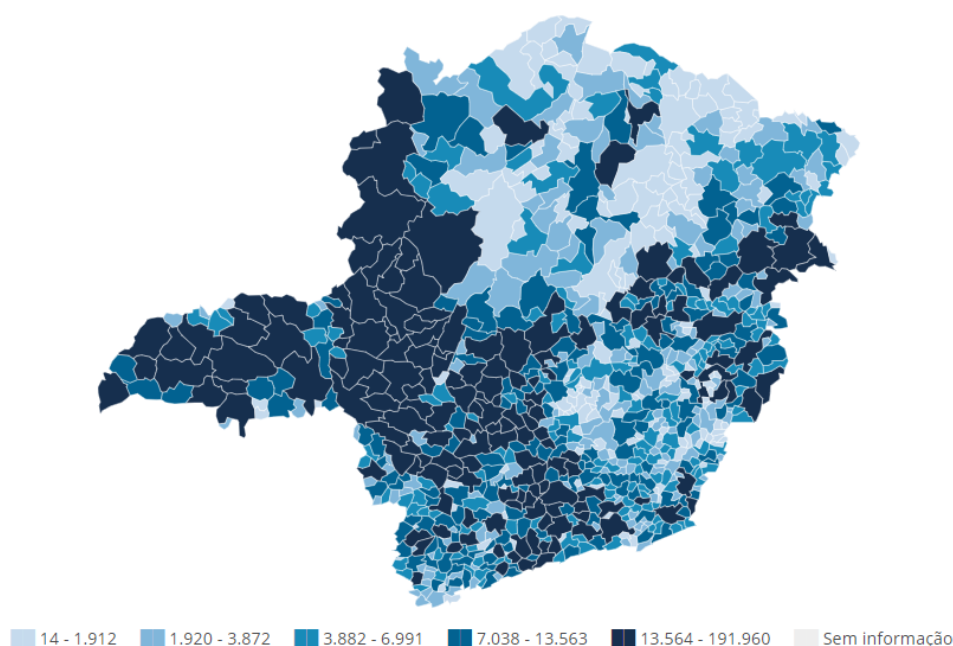


Figura 4 – Cartograma da produção de leite de vaca em Minas Gerais. Fonte: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019a)

2.2.1 Projeto Educampo

O projeto foi criado em 1997 para ser uma ferramenta de assistência gerencial e tecnológica para produtores agropecuários (SEBRAE Minas Gerais, 2019). Tem um total de sete atores, sendo eles o SEBRAE, o Coordenador da Cooperativa/Agrindústria, o Coordenador Técnico, os Consultores Técnicos de Campo, o Produtor Rural, o Facilitador de Treinamento dos Técnicos de Campo e opcionalmente um Consultor Temático Estadual.

São vários os benefícios ao participar do projeto e entre eles o SEBRAE Minas Gerais (2019) destaca o acesso a dados médios de outros produtores participantes, auxílio a tomada de decisões estratégicas, incentivo a quantidade, qualidade e regularidade da matéria prima entregue ao mercado e proximidade com os fornecedores.

2.3 Data Envelopment Analysis (DEA)

A ferramenta utilizada neste trabalho é a metodologia não-paramétrica DEA – *Data Envelopment Analysis* que busca utilizar os dados de *inputs* (insumos) e *outputs* (produtos) de cada organização, chamadas de DMU's – *Decision Making Units*, para medir o índice de eficiência relativa entre elas através da razão ponderada entre insumos e produtos e, assim, classificá-las em eficientes e ineficientes (BRUNETTA, 2004, p.38).

A metodologia abordada no estudo foi proposta inicialmente por Charnes, Cooper e Rhodes em 1978, como uma ferramenta para estimar a eficiência relativa entre organizações sem fins lucrativos (BOWLIN, 1998, p.3). Sua utilização se expandiu a outras áreas e Mello et

al. (2005) define DEA como uma ferramenta matemática para medir a eficiência das unidades produtivas. Casado e Souza (2007, p.7) cita ainda que outra vantagem dessa ferramenta é poder ser utilizada em casos onde não se deseja avaliar ou não seja relevante apenas o aspecto financeiro, ou seja, não é necessária a utilização exclusiva de parâmetros financeiros e é possível avaliar outros dados como, por exemplo, área ocupada pelo rebanho em uma fazenda.

Essa ferramenta utiliza a quantidade de insumos e produtos de cada organização analisada para determinar a eficiência relativa entre elas e assim classificá-las. Após essa classificação, os índices de eficiência são comparados e é criada uma fronteira de eficiência. Essa fronteira permite que visualizemos as DMUs ineficientes e, dependendo da orientação do modelo, seja possível determinar a melhoria no consumo de insumos ou de produção. A Figura 5 demonstra um exemplo da fronteira de eficiência para visualizar as orientações a insumo e produto.

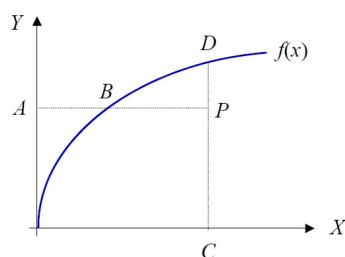


Figura 5 – Exemplo de fronteira de eficiência. Fonte: Mello et al. (2005)

Neste caso, a fronteira de eficiência é determinada pela função $f(x)$. O eixo X representa os insumos e o eixo Y os produtos. A DMU P é considerada ineficiente pois está abaixo da fronteira de eficiência. Se considerarmos orientação a inputs, para que a DMU P seja considerada eficiente ela deve reduzir os insumos e caminhar até o ponto A, mantendo a quantidade de produtos. Na orientação a *outputs* a DMU P deve manter seus recursos e produzir mais caminhando até o ponto D (MELLO et al., 2005). O coeficiente de eficiência para a orientação a inputs na Figura 5 é a razão AB/AP e deve ser um valor entre 0 e 1. Na orientação a *outputs* temos que o coeficiente de eficiência é dado por CP/CD que também é um número entre 0 e 1 (MELLO et al., 2005). Essa fronteira de eficiência é calculada pelo método DEA, otimizando cada observação individual e é determinada pelas unidades Pareto eficientes. COOPER et al. (2006) considera que uma unidade pode ser considerada Pareto eficiente se, e somente se, não for possível melhorar um insumo ou produto sem piorar outro insumo ou produto.

2.3.1 Orientações do Modelo

De acordo com Brunetta (2004) os modelos de DEA possuem duas orientações, a *inputs* e a *outputs*. A escolha de orientação determina qual análise de eficiência deve ser feita. O autor explica ainda que, caso a orientação seja a *inputs*, o objetivo será reduzir insumos mantendo o nível de produtos. Se a escolha for pela orientação a *outputs* o objetivo é manter o nível de recursos e melhorar o nível de produção. A Figura 6 representa os gráficos das orientações citadas acima.

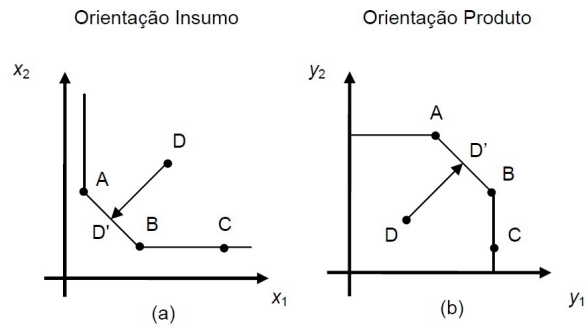


Figura 6 – Diferenças entre as orientações dos modelos de DEA. Fonte: Adaptada de Brunetta (2004)

Como podemos observar na Figura 6(a) foi utilizada a orientação a *inputs* e x_1 e x_2 são insumos. As DMUs A e B são consideradas eficientes e a DMU D deve diminuir os insumos até atingir o ponto D' para ser considerada eficiente. Nesse gráfico vemos também que, apesar de se encontrar na fronteira de eficiência, a DMU C pode diminuir a quantidade de insumo x_1 , mantendo x_2 fixo, e chegar até o mesmo nível de eficiência que a DMU B.

Na Figura 6(b) foi utilizada a orientação a *outputs* e neste caso a DMU D deve aumentar os produtos y_1 e y_2 até atingir o ponto D'. Mesmo estando na linha de eficiência, a DMU C pode aumentar o produto y_2 , mantendo fixo y_1 , e atingir o mesmo nível de eficiência que a DMU B, neste caso as DMUs A e B são consideradas eficientes.

Nos dois gráficos consideramos a DMU C como sendo uma DMU eficiente com folga, pois apesar de estar na fronteira de eficiência, a DMU B consegue otimizar a quantidade de insumo x_1 , sem modificar os níveis de insumo x_2 , ou produzir mais o produto y_2 , sem alterar o produto y_1 . As DMUs A e B são consideradas eficientes de Pareto.

2.3.2 Os modelos DEA

A metodologia possui diferentes variações de seus modelos matemáticos, porém os principais são os modelos BCC e CCR.

- Modelo CCR (1978) – foi desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes, e nos permite avaliar, objetivamente, a eficiência global e identificar as fontes e estimativas de montantes das ineficiências identificadas. Este modelo considera retornos constantes de escala, ou seja, uma alteração nos insumos gera uma alteração proporcional nos produtos. Por esse motivo, o modelo também é conhecido por *CRS - Constant Returns to Scale*.
- Modelo BCC (1984) – foi desenvolvido por Bankers, Charnes e Cooper e permite distinguir as ineficiências técnicas e de escala, estimando a eficiência técnica pura, a uma dada escala de operações, e identificando se estão presentes ganhos de escala crescentes, decrescentes e constantes para se explorar futuramente. Este modelo considera retornos variáveis de escala por considerar que em diferentes escalas as DMUs podem apresentar parâmetros

diferentes de eficiência, pois as condições que influenciam a produção são diferentes. Assim esse modelo também é conhecido como modelo *VRS - Variable Returns to Scale*.

Abaixo podemos ver a formulação matemática de cada um deles segundo Mello et al. (2005).

2.3.2.1 Modelo CCR orientado a *inputs*

O objetivo deste modelo é diminuir os insumos, ou *inputs*, de cada DMU, mantendo o nível de produtos. Inicialmente o problema era determinado através de um problema de programação fracionária, onde a eficiência era determinada pela divisão entre a soma ponderada dos insumos e a soma ponderada dos produtos.

Os conjuntos são:

K = conjunto de todas as DMUs;

R = conjunto de insumos analisados;

S = conjunto de produtos analisados.

Os parâmetros são descritos por:

x_{io} = insumo da DMU a ser avaliada (DMU_o);

y_{jo} = produto da DMU a ser avaliada (DMU_o);

x_{ik} = insumos da DMU_k , $\forall k$;

y_{jk} = produtos da DMU_k , $\forall k$;

E as variáveis são descritas por:

u_j = peso atribuído ao produto j , $\forall j$;

v_i = peso atribuído ao insumo i , $\forall i$;

$$\max DMU_o = \left(\frac{\sum_{j=1}^S u_j y_{jo}}{\sum_{i=1}^R v_i x_{io}} \right) \quad (2.1)$$

$$\text{s.t.: } \left(\frac{\sum_{j=1}^S u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^R v_i x_{ik}} \right) \leq 1, \quad \forall k \quad (2.2)$$

$$v_i, u_j \geq 0, \quad \forall i, j \quad (2.3)$$

A seguir vemos sua formulação em PPL, tornando o denominador da função objetivo 2.1 igual a 1 e acrescentando uma restrição ao problema.

$$\max Eff_o = \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} \quad (2.4)$$

$$\text{s.t.: } \sum_{i=1}^r v_i x_{io} = 1 \quad (2.5)$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 0, \quad \forall k \quad (2.6)$$

$$v_i, u_j \geq 0, \quad \forall i, j \quad (2.7)$$

2.3.2.2 Modelo CCR orientado a *outputs*

Neste modelo o objetivo é aumentar os produtos, mantendo os níveis de insumos consumidos. As variáveis são as mesmas do modelo orientado a *inputs*, porém h_o é o multiplicador pelo qual todos os produtos devem ser multiplicados e $h_o = 1/Eff_o$.

$$\min h_o = \sum_{i=1}^r v_i x_{io} \quad (2.8)$$

$$\text{s.t.: } \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} = 1 \quad (2.9)$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} \leq 0, \quad \forall k \quad (2.10)$$

$$u_j, v_i \geq 0, \quad \forall j, i \quad (2.11)$$

2.3.2.3 Modelo BCC orientado a *inputs*

O objetivo deste modelo é minimizar a quantidade de insumos consumidos, mantendo-se a quantidade de produtos. Os dois modelos se diferenciam pelo tipo de retorno de escala que deve ser considerado. O modelo BCC considera retornos variáveis de escala, ou seja, o axioma de proporcionalidade do modelo CCR é trocado pelo axioma de convexidade e permite que DMUs que utilizem valores baixos de insumos possuam retornos crescentes em escala e DMUs que utilizem valores altos de entrada possuam retornos decrescentes de escala (MELLO et al., 2005). Este axioma de convexidade modifica a fronteira de eficiência que agora será formada pela combinação convexa das DMUs eficientes, essa alteração acontece pois acrescentamos as variáveis v_* e u_* (BRUNETTA, 2004).

As variáveis presentes nesse modelo são as mesmas do modelo CCR, porém vemos a presença de duas novas variáveis, u_* e v_* . Estas variáveis são chamadas de fatores de escala e determinam se o retorno de escala para aquela DMU é crescente, decrescente ou constante. (COOPER et al., 2006).

$$\max Eff_o = \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} + u_* \quad (2.12)$$

$$\text{s.t.: } \sum_{i=1}^r v_i x_{io} = 1 \quad (2.13)$$

$$- \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} + u_* \leq 0, \quad \forall k \quad (2.14)$$

$$v_i, u_j \geq 0, u_* \in \mathbb{R} \quad (2.15)$$

2.3.2.4 Modelo BCC orientado a *outputs*

A orientação desse modelo determina que o objetivo é maximizar a produção, sem alterar os insumos já estabelecidos. As variáveis presentes nesse modelo são as mesmas dos modelos anteriores, porém, é adicionado o fator de escala v_* que determinará se o retorno de escala para a DMU é crescente, decrescente ou constante.

$$\min Eff_o = \sum_{i=1}^r v_i x_{io} + v_* \quad (2.16)$$

$$\text{s.t.: } \sum_{j=1}^s u_j y_{jo} = 1 \quad (2.17)$$

$$- \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - v_* \leq 0, \quad \forall k \quad (2.18)$$

$$v_i, u_j \geq 0, v_* \in \mathbb{R} \quad (2.19)$$

2.3.3 Retornos de escala

Como foi colocado anteriormente, os modelos clássicos de DEA se diferenciam quando observamos os retornos de escala. Enquanto o modelo CCR possui um axioma de proporcionalidade, ou seja, alterar os insumos gera uma modificação proporcional no nível dos produtos, o modelo BCC possui um axioma de convexidade onde, qualquer modificação em insumos ou produtos pode gerar uma alteração crescente, decrescente ou constante nos níveis de produtos ou insumos, respectivamente. Esses fatores de escala, como são chamados por COOPER et al. (2006), estão presentes no modelo BCC como u_* e v_* .

As Figuras 7 e 8 demonstram a interpretação geométrica feita por Mello et al. (2005) para cada orientação. Mello et al. (2005) determina que o fator de escala será um número real e sua interpretação depende da orientação escolhida. Com isso temos que se o valor de u_* , para a orientação a *inputs*:

- é menor do que zero temos um retorno decrescente de escala;
- é igual a zero temos um retorno constante de escala e;

- é maior que zero temos um retorno crescente de escala.

Para orientação a *outputs* podemos observar o contrário. Indentificou-se que se o valor de v_* :

- é menor que zero temos um retorno crescente de escala;
- é igual a zero temos um retorno constante de escala e;
- é maior que zero temos o retorno decrescente de escala.

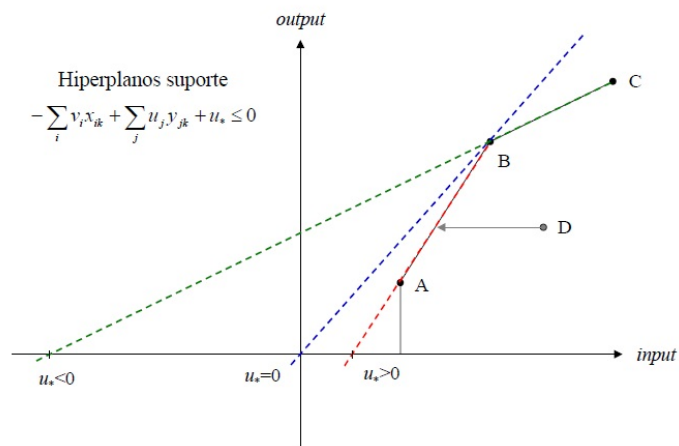


Figura 7 – Interpretação geométrica dos retornos de escala para a orientação a *inputs*. Fonte: Mello et al. (2005)

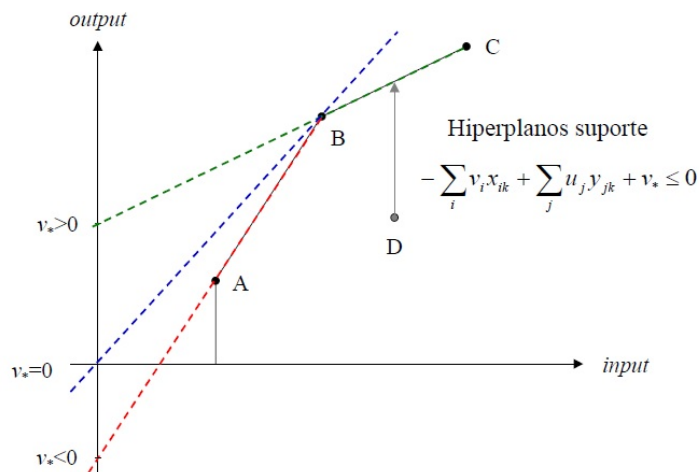


Figura 8 – Interpretação geométrica dos retornos de escala para a orientação a *outputs*. Fonte: Mello et al. (2005)

2.4 Trabalhos correlatos

A utilização de DEA para avaliação da eficiência técnica de fazendas leiteiras foi utilizado em vários outros trabalhos. Entre os autores temos Brunetta (2004), Campos e Neto (2008), Tupy et al. (2005), entre outros. Prust (2002) utilizou da técnica de *benchmarking* para determinar a viabilidade do estudo da cadeia produtiva do leite.

Brunetta (2004) utilizou DEA para determinar a eficiência das fazendas produtoras de leite pertencentes ao Projeto Vitória no Paraná.

Campos e Neto (2008) também avaliou a eficiência técnica de produtores de leite em assentados rurais da reforma agrária.

Tupy et al. (2005) realizaram uma pesquisa para determinar a ineficiência do custo da produção de leite no Brasil e com isso sugerir técnicas e métodos que minimizem essa ineficiência.

3 Metodologia de pesquisa

Turrioni e Mello (2012) classificam as pesquisas como básica ou aplicada. A caracterização deste trabalho é de natureza aplicada, pois busca aplicar os conhecimentos teóricos da área de Pesquisa Operacional, com a metodologia DEA, para avaliar e classificar os estabelecimentos agropecuários pertencentes ao Projeto Educampo na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Os mesmos autores também classificam os objetivos da pesquisa e, através da consulta a trabalhos correlatos podemos classificar o objetivo deste trabalho como sendo uma pesquisa exploratória.

Sampieri et al. (2013) determina que a abordagem do trabalho pode ser classificada como quantitativa, qualitativa ou combinada. O presente trabalho lida com dados advindos do Projeto Educampo e será realizada a análise destes dados através de softwares disponíveis. Com isso podemos determinar que o trabalho tem abordagem quantitativa.

Com o objetivo de se avaliar os dados e realizar a pesquisa foi necessária a coleta de dados de cada fazenda. Pela distância existente entre o autor e a área de estudo, foi realizado um pedido formal ao SEBRAE, através de um ofício, para que disponibilizasse os dados do projeto.

Após o recebimento dos dados os próximos passos eram definir quais variáveis seriam utilizadas, qual o modelo e a orientação e, por último, o tratamento dos dados para serem analisados pelo *software*.

A análise de todos os dados foi realizada através do *software* Sistema Integrado de Apoio a Decisão (SIAD). A escolha por esse *software* específico se deu pelo seu vasto uso em outros trabalhos que tratam sobre DEA, além de sua disponibilidade por ser um *software* gratuito (MEZA et al., 2005).

Outro fator que influenciou a escolha pelo SIAD foi a possibilidade de se utilizar mais de 100 DMUs e até 20 variáveis, o que permite um vasto uso da ferramenta. O programa também é simples de usar, onde podemos selecionar na página inicial o modelo, BCC ou CCR, e a orientação a *inputs* ou *outputs*. Além desses modelos, o *software* também permite o uso de outros métodos da Pesquisa Operacional.

O arquivo de resultados é apresentado em formato txt e disponibiliza o cálculo da eficiência de cada DMU, o peso de cada variável, os benchmarks e os alvos, níveis para as variáveis que cada DMU ineficiente deve atingir para chegar a fronteira de eficiência.

3.1 Fonte de dados

Os dados utilizados nesse trabalho são oriundos do Projeto Educampo do SEBRAE. A organização possui um banco de dados com as informações necessárias e permitiu o uso dos dados no presente trabalho através de um projeto escrito pela Profa. Dra. Fátima Machado de

Souza Lima junto ao SEBRAE. Foram disponibilizados os dados das 139 fazendas para o ano de 2017.

3.2 Etapas para aplicação de DEA

Golany e Roll (1989) determinam que para a aplicação de DEA temos três fases principais.

1. Definir e selecionar as DMUs que serão avaliadas;
2. Determinar quais os *inputs* e *outputs* são relevantes para o modelo;
3. Aplicação do modelo DEA e análise de resultados.

3.3 Definição das DMUs

Golany e Roll (1989) determina que para aplicar a metodologia DEA temos que as DMUs devem obedecer alguns critérios e serem consideradas homogêneas. Consideramos as DMUs homogêneas pois o objetivo é analisar a eficiência relativa de unidades **comparáveis** e, assim, melhorar sua performance.

Para serem consideradas homogêneas as DMUs devem, então:

- realizar a mesma atividade,
- estar inseridas no mesmo mercado e
- utilizar as mesmas variáveis de *inputs* e *outputs*.

Com estes critérios analisamos as DMUs disponíveis dentro do Projeto Educampo para verificar se as mesmas estavam de acordo com estes itens para atingir os melhores resultados com a ferramenta.

O projeto tem como característica principal o auxílio ao pequeno produtor. Assim, os dados disponibilizados são de produtores que estão inseridos no mesmo mercado e realizam a mesma atividade, pois todos são produtores de leite e estão situados na mesma região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Além disso, com relação as variáveis utilizadas temos que todas as DMUs tratadas nesse trabalho utilizam, em diferentes quantidades, os mesmos insumos e produtos.

As considerações feitas foram capazes de auxiliar a definição de DMUs de forma que a ferramenta seja bem aplicada. Com esta análise podemos considerar que as DMUs a serem avaliadas no presente trabalho são homogêneas e por isso são comparáveis entre si. Essa conclusão permite que as fazendas sejam avaliadas e comparadas entre si.

3.4 Definição de variáveis

A seleção das variáveis é outro passo importante ao se utilizar DEA. As variáveis devem representar a transformação de insumo em produto e o processo de produção realizado (BRUNETTA, 2004). Deve-se selecionar variáveis que possuam essas características pois aquelas que não representem bem o sistema podem desviar a eficiência e afetar os dados apresentados.

Não existe na literatura uma quantidade exata de variáveis para correta aplicação de DEA, mas alguns autores consideram que, para melhores resultados, o total de DMUs deve ser no mínimo três vezes a soma das variáveis de insumos e produtos, que melhor explicam o sistema de produção. Sendo assim, para analisar as 139 DMUs é necessário selecionar no máximo 47 variáveis.

Para escolher essas variáveis foi considerada uma consulta ao referencial teórico relacionado com o tema. As variáveis foram determinadas a partir da análise daquelas que melhor explicariam a eficiência e o sistema de produção, além de embasar nos autores Brunetta (2004), Tupy et al. (2005), Campos e Neto (2008) e Rodrigues et al. (2011).

Após análise dos dados disponíveis foram selecionadas as seguintes variáveis pois considerou-se que elas tem grande impacto para a atividade leiteira. Dentre os *inputs* a serem avaliados neste trabalho foram selecionados:

- a área destinada a pecuária pois considera-se que o tamanho da área afeta diretamente a quantidade de cabeças de gado da fazenda e, com isso, pode afetar a produção de leite;
- a quantidade de vacas em lactação também foi considerada já que a variável está diretamente ligada a produção de leite;
- o custo total com a atividade leiteira, pois esse dado representa o valor investido no funcionamento de cada fazenda com manutenção, ração, medicamentos para os animais, entre outros que podem afetar positivamente ou negativamente a quantidade de leite produzido no período. Essa variável possui uma avaliação ambígua onde, dependendo da análise, pode ser considerado um *input* ou um *output*. Seguindo o referencial teórico essa variável foi analisada como um *input*.

Dentre os *outputs* foram selecionadas as variáveis:

- a produção anual de leite de cada fazenda por ser o foco do trabalho avaliar a eficiência dessa produção;
- a produção por área destinada a pecuária pois o tamanho da área pode influenciar a quantidade de leite produzida;
- renda bruta de cada fazenda para a atividade leiteira por corresponder a todo o retorno financeiro recebido pela produção do leite;

- lucro total de cada fazenda, que representa o retorno financeiro final após o pagamento de todas as taxas.

3.5 Definição do modelo e orientação

Como visto anteriormente, trabalhamos com quatro modelos clássicos em DEA, modelo BCC orientado a insumo ou produto e modelo CCR orientado a insumo ou produto. O modelo definido deve representar da melhor forma a tecnologia de produção, e para isso é necessário definir a orientação do modelo e o tipo de retorno de escala, entendendo-se que a tecnologia de produção é o meio pelo qual os insumos são transformados em produtos (BRUNETTA, 2004).

Para definirmos a orientação do modelo a ser utilizado devemos analisar de acordo com o cenário qual a melhor opção. Considerando a orientação a insumos, a o objetivo é diminuir os insumos, mantendo o nível de produção de cada DMU. A orientação a produtos, por sua vez, maximiza a produção mantendo os níveis de insumos.

O segundo ponto a ser considerado é o tipo de retorno de escala considerado no modelo. Este retorno pode ser considerado como constante ou variável. O modelo CCR considera o retorno de escala constante, ou seja, se modificarmos os níveis de insumos, por exemplo, geramos uma mudança proporcional nos níveis de produtos. O modelo BCC utiliza o retorno variável de escala, desconsiderando essa premissa de proporcionalidade e podendo, então, determinar se este retorno é crescente, decrescente ou constante. Isso significa que, uma diferença nos insumos, pode gerar uma mudança crescente, decrescente ou constante nos níveis de produtos.

Ao selecionar o modelo foram analisados os retornos de escala, orientação e os dados disponíveis. Por estarmos avaliando a eficiência de fazendas não se considerou vantajoso utilizar o modelo CCR pois os retornos de escalas nem sempre serão constantes para todas as variáveis, assim foi definido o uso do modelo BCC. Devido a existência de dados negativos na variável Lucro (R\$), que não podem ser avaliados por modelos convencionais de DEA, foram considerados três cenários distintos.

- Cenário 1: Utilizar a propriedade de invariância a translação através do modelo BCC orientado a *inputs*;
- Cenário 2: Utilizar a mesma orientação do cenário anterior, retirando a variável Lucro (R\$);
- Cenário 3: Utilizar o modelo BCC orientado a *outputs*, desconsiderando a análise da variável Lucro (R\$).

Brunetta (2004) considera desvantajoso a utilização da orientação a *inputs* pois não é adequado avaliar a diminuição de variáveis como, por exemplo, a área destinada a pecuária, e sim a maximização dos produtos e, conseqüentemente, do lucro.

Devido a presença de dados negativos, é necessário a utilização da propriedade citada anteriormente, *translation invariance*. Essa propriedade se baseia no fato de que uma pequena mudança nos dados não altera a classificação das DMUs em eficientes e ineficientes, ou seja, a translação dos dados fornece a mesma solução ótima que os dados originais (ALI; SEIFORD, 1990; BATISTA, 2009; ALLAHYAR; ROSTAMY-MALKHALIFEH, 2015). O uso dessa propriedade se dá através da soma do valor mais negativo ao conjunto de dados, tornando os dados não negativos e, com isso, possibilitando a aplicação de DEA as variáveis disponíveis (BATISTA, 2009).

Ao utilizar a propriedade de invariância a translação é importante considerar a orientação do modelo BCC. Pastor (1996) determina que a capacidade de se utilizar a propriedade é restrita a orientação e assim para se analisar *inputs* negativos é necessário a utilização da orientação a produtos. Analogamente, para se avaliar *outputs* negativos é preciso utilizar a orientação a insumos (BATISTA, 2009). Dado as características citadas acima, serão avaliados e comparados os resultados dos três cenários.

3.6 Limitações da metodologia

Uma das primeiras limitações que encontramos com a metodologia é que DEA é baseada em suposições está sujeita a erros de análise.

Outra limitação da ferramenta é a quantidade de DMUs necessárias para realizar os cálculos. Uma quantidade pequena de DMUs em relação aos fatores pode inflar os escores de eficiência e assim afetar as análises de resultados. Abel (2000, p.49) indica que quando a quantidade de DMUs não é substancialmente maior que o número de fatores, uma grande parte dessas DMUs é considerada eficiente, o que pode não refletir a realidade.

Além dos fatores citados acima, para conseguir utilizar a ferramenta não é possível o uso de variáveis negativas o que pode limitar a análise de variáveis como lucro ou a variação de ações na bolsa de valores da empresa. Nestes casos é necessário utilizar um propriedade de DEA que permite a análise de dados negativos.

O modelo CCR não é capaz de avaliar dados negativos devido a falta da restrição de convexidade.

4 Resultados

4.1 Eficiência relativa

Após a definição dos parâmetros de entrada, modelo e orientação a serem avaliados, foi realizada a análise dos dados das 139 fazendas pelo SIAD.

A Tabela 4, a seguir, mostra o conjunto de DMU's pertencente a cada intervalo de eficiência para cada cenário estabelecido na etapa de seleção do modelo. Analisando os resultados foi possível perceber que a eficiência calculada nos cenários 1 e 2 é a mesma, independente da análise da variável Lucro.

Nos dois primeiros cenários são avaliadas as DMUs que melhor utilizam seus insumos através da orientação a *inputs*. O terceiro cenário, por sua vez, analisa a DMU que consegue produzir mais com os recursos disponíveis através da orientação a *outputs*.

Intervalo das eficiências	Cenários 1 e 2	Cenário 3
1.000	1, 6, 14, 22, 24, 26, 27, 42, 49, 59, 64, 68, 87, 89, 90, 95, 99, 100, 119, 120, 138	1, 6, 14, 22, 24, 26, 27, 42, 49, 59, 68, 87, 89, 90, 95, 99, 100, 119, 120, 138
0.950 - 0.999	70, 117, 123, 91, 111, 135, 45	45, 91, 64, 57, 70
0.900 - 0.949	115, 137, 79, 105, 157, 71, 124, 131, 107, 28	124, 107, 71, 111, 19, 105, 135, 137, 117, 79, 115
0.850 - 0.899	108, 3, 139, 122, 75, 69, 84, 60, 80, 18, 31, 9, 81, 58, 21, 25, 67, 110, 54, 112, 66, 61, 93, 88, 76, 106, 12, 86, 43	66, 63, 67, 110, 108, 106, 88, 75, 25, 61, 60, 21, 81, 54, 58, 80, 9, 123, 131, 84, 122, 3, 18
0.800 - 0.849	77, 38, 39, 55, 116, 62, 97, 94, 29, 102, 114, 78, 104, 46, 98, 35, 51, 134, 7	114, 102, 55, 38, 93, 29, 104, 62, 39, 98, 76, 31, 116, 77, 12, 28, 69, 86, 43, 112
0.750 - 0.799	23, 83, 85, 41, 103, 37, 113, 15, 82, 74, 50, 53, 4, 47, 13, 19, 33, 44, 32, 8, 5, 101, 36, 109, 52, 48, 73, 65, 10, 133, 121, 129	33, 8, 52, 5, 53, 44, 47, 132, 51, 50, 37, 139, 13, 15, 4, 103, 74, 23, 46, 85, 94, 35, 41, 97, 7, 78

Intervalo das eficiências	Cenários 1 e 2	Cenário 3
0.700 - 0.749	126, 2, 136, 128, 127, 132, 125, 63, 17, 92, 20	48, 129, 83, 136, 109, 126, 65, 128, 2, 121, 101, 10, 36, 133, 113, 32, 134, 73
0.650 - 0.699	56, 118, 72, 130, 34	82, 20, 72, 56, 125, 127, 17
0.600 - 0.649	16, 40, 11, 30, 96	34, 40, 16, 30, 130, 118, 92
0.550 - 0.599	-	96, 11

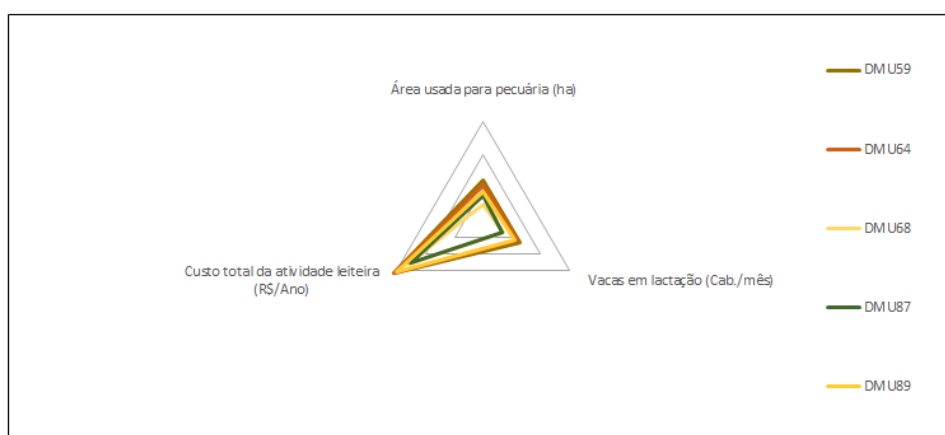
Tabela 4 – Intervalo de eficiência para cada cenário. Fonte: Elaborado pelo autor.

Através dos resultados obtidos, observamos que para os Cenários 1 e 2 as unidades designadas como DMU1, DMU6, DMU14, DMU22, DMU24, DMU26, DMU27, DMU42, DMU49, DMU59, DMU64, DMU68, DMU87, DMU89, DMU90, DMU95, DMU99, DMU100, DMU119, DMU120 e DMU138 são consideradas eficientes pelo modelo BCC orientado a *inputs*. Esse resultado demonstra que a análise da variável Lucro é dispensável, pois a retirada da variável no cenário 2 não modificou a eficiência relativa de cada fazenda. Pode-se supor que não houve mudança devido a utilização das variáveis Custo da atividade leiteira e Renda da atividade leiteira, já que o lucro se dá através da renda após pagamento de todos os custos relacionados à atividade.

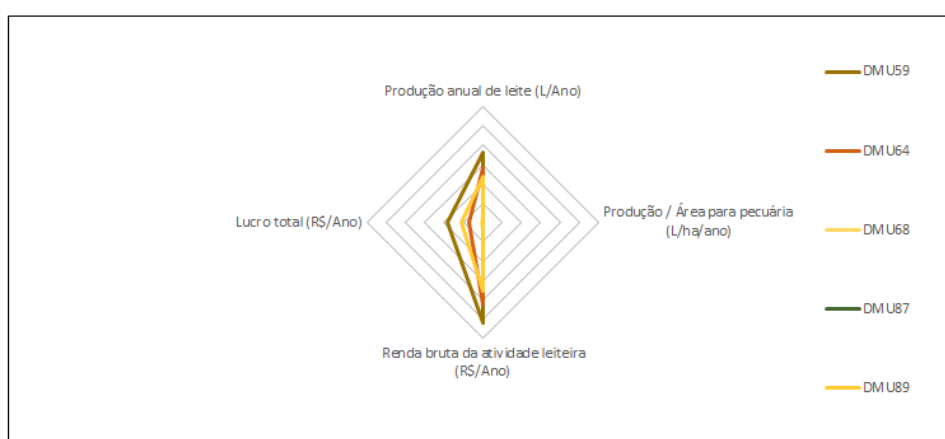
No Cenário 3, onde foi utilizado o modelo BCC com orientação a *outputs*, a única diferença na fronteira de eficiência é a DMU64 que deixa de ser considerada eficiente para ter um nível de eficiência de 98,9%.

Essa diferença se dá pela mudança na orientação do modelo. No cenários 1 e 2 o objetivo era diminuir os insumos enquanto se mantém o nível da produção. No entanto, para o cenário 3 a orientação utilizada tem o objetivo de maximizar a produção existente, sem modificar os níveis de insumo. Sendo assim podemos inferir que a DMU64 não precisa diminuir seus insumos, mas ela pode maximizar a produção com os recursos que tem disponível.

A Figura 9 demonstra graficamente o uso das variáveis - insumos (9a) e produtos (9b) - para algumas DMUs eficientes. Pode-se observar que o padrão de consumo dos recursos e produção é parecido entre elas. Os gráficos para as demais DMUs estão descritos nas Figuras 10 e 11.



(a)



(b)

Figura 9 – Exemplo de utilização dos recursos e produção para algumas DMUs eficientes. Fonte: Elaborado pelo autor

As DMUs consideradas mais ineficientes são DMU16, DMU40, DMU11, DMU30 e DMU96 para os cenários 1 e 2, com a eficiência entre 60% e 64.9%. No cenário 3 as DMUs consideradas mais ineficientes são DMU96 e DMU11, com eficiência entre 55% e 59.9%. Podemos observar que nos três cenários as DMUs 96 e 11 estão presentes e com isso podemos inferir que elas podem reduzir seus insumos consideravelmente, cenários 1 e 2, além de maximizar sua produção, cenário 3.

4.2 Benchmarks

A metodologia DEA permite que se avalie também os *benchmarks* ou alvos de cada organização, ou seja, uma empresa que é referência em determinado setor. Essa avaliação é feita para substituir a técnica da "tentativa e erro" onde uma empresa, ou indivíduo, identifica e estuda as ações e práticas do *benchmark* mais próximo e com isso adapta esses métodos para melhorar seu desempenho (PRUST, 2002).

A Tabela 6 demonstra quais são as fazendas *benchmark* para as DMU's ineficientes, as quais devem se espelhar em seus respectivos alvos para desenvolver sua produção nos cenários 1 e 2 e alcançar a eficiência. Por exemplo a DMU2 é considerada ineficiente e seu *benchmark* para esse cenário foi a DMU90, assim a DMU2 deve procurar pesquisar sobre a DMU90 se espelhar em seus métodos e técnicas. Foi identificado que os *benchmarks* para os Cenários 1 e 2 são os mesmos, porém o Cenário 3 apresenta diferentes resultados, descritos na Tabela 7.

Com esses resultados as fazendas ineficientes podem entrar em contato, pesquisar e aprimorar sua produção a partir de outra fazenda já considerada eficiente, evitando desperdícios em técnicas e métodos falhos. Em contrapartida as fazendas eficientes devem aprimorar seus métodos de forma a não permitirem que outras organizações as copiem (BRUNETTA, 2004).

4.3 Alvos

A utilização da metodologia DEA permite que se demonstre qual o alvo, ou o nível que cada DMU deve alcançar em suas variáveis para se tornarem eficientes. Neste caso os valores foram diferentes para cada cenário pois não temos a variável Lucro nos cenários 2 e 3, além da orientação do modelo mudar no cenário 3 o que também influencia o alvo de cada DMU. Para os cenários 1 e 2 o objetivo é diminuir os insumos, enquanto no cenário 3 o objetivo é aumentar a produção.

Como citado no Capítulo 3, o modelo BCC orientado a insumos não é a opção ideal pois não se considera útil a utilização da redução de variáveis como a área destinada a pecuária. Com isso, avaliamos o impacto da análise da variável lucro através de outros cenários e foi possível perceber que a avaliação desse *output* não modificava a eficiência das fazendas. Com isso os resultados foram focados no cenário 3.

As Tabelas 8, 9, 10, 11, 12 e 13 descrevem os valores atual, de folga e alvo para cada *input* e *output* no cenário 3. O valor atual descreve é o quanto está sendo utilizado daquela variável, o valor folga indica quanto a variável pode diminuir no consumo para que a DMU chegue a fronteira de eficiência, sem alterar as demais variáveis, e o valor alvo é o valor final no qual a fazenda deve focar para alcançar a fronteira de eficiência.

Para exemplificar esses valores vamos analisar os alvos da DMU 2 no cenário 3. Os valores alvo para essa DMU estão descritos na Tabela 5. Podemos perceber que se o estabeleci-

mento reduzir a Input_1 de 58,3 para 16,7 ela conseguirá atingir a fronteira de eficiência, mesmo considerando a orientação a *outputs*. O mesmo ocorre com o Output_2, ele possui uma folga que pode ser reduzida sem alterar nenhuma outra variável.

Como o objetivo do modelo neste cenário é aumentar os produtos, sem diminuir os insumos, podemos observar que o valor alvo de todos os *outputs* é maximizado. O estabelecimento deve então, aumentar a produção de todos os *outputs*, como Output_1 deve aumentar o nível de 531931,0 para 725648,9. Assim deve ser feito para todos os produtos.

Variável	Atual	Folga	Alvo
Input_1	58,3	16,7	41,6
Input_2	76,5	0	76,5
Input_3	789789,4	0	789789,4
Output_1	531931,0	0	725648,9
Output_2	9126,6	7447,2	19897,5
Output_3	827070,9	0	1128272,4

Tabela 5 – Alvos para as variáveis da DMU 2 no cenário 3. Fonte: Elaborado pelo autor

5 Conclusão

Baseando-se na bibliografia existente foi possível a utilização da ferramenta DEA para análise dos produtores de leite na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Há uma grande importância no desenvolvimento do pequeno produtor para auxiliar a geração de empregos e a economia. A produção de leite tem parte expressiva dentro do PIB nacional e, conseqüentemente, na geração de renda da região.

Os dados fornecidos pelo SEBRAE permitiram avaliar, para o ano de 2017, as fazendas pertencentes ao Projeto Educampo e classificá-las de acordo com sua eficiência. Para isso foi utilizada a ferramenta DEA através do *software* SIAD.

Os resultados demonstraram que aproximadamente 15% das fazendas são eficientes e 12% possuem um nível de eficiência entre 90% e 99% para todos os cenários avaliados com esse conjunto de variáveis. Essa classificação melhora o processo de tomada de decisão das fazendas e auxilia os produtores que, observando os alvos calculados para cada variável, podem direcionar melhor seus recursos para melhorar sua produção, evitando falhas e otimizando a produção, visando sempre atender o mercado e se desenvolver.

Foi demonstrado que mesmo com a presença de dados negativos, que normalmente não podem ser analisados por DEA, podemos utilizar a ferramenta através de propriedades específicas que relaxam suas restrições e permitem a classificação das organizações. Para avaliar a importância desses dados foram utilizados 3 cenários distintos que, ao final, demonstraram a indiferença na análise da variável Lucro perante a presença das variáveis Renda e Custo, que são componentes do Lucro.

Ao final da análise foi possível perceber que as DMUs 11,16,30,34,40,92,96,130 e 118 possuem os menores níveis de eficiência. Em especial as DMUs 11,16,30,40 e 96 que em todos os cenários foram consideradas as mais ineficientes, considerando-se este conjunto de variáveis. Isso demonstra que essas fazendas não estão utilizando bem seus recursos e poderiam aprimorar sua produção reduzindo desperdícios de recursos ou aumentando a produção.

Outro ponto importante em DEA é a análise de *benchmarks*. Essa análise permite demonstrar para as DMUs consideradas ineficientes, qual instituição, dentre as que foram analisadas, possui um perfil de produção similar ao seu e é considerada eficiente. Essa indicação permite que a fazenda ineficiente pesquise dentro dessa instituição eficiente quais os métodos e técnicas ela utiliza. A pesquisa permite que a fazenda ineficiente não perca tempo e recursos aplicando métodos falhos para melhorar a produção, espelhando os métodos e técnicas que observou em sua DMU *benchmark*.

Como sugestão para trabalhos futuros destaca-se a possibilidade de realizar uma análise dos anos subsequentes para determinar, com dados mais recentes, qual é a fronteira de eficiência e os benchmarks dos produtores, além de uma análise do desenvolvimento dessas fazendas a cada ano. Outra sugestão é uma análise mais profunda das variáveis que influenciam a eficiência

ou ineficiência de cada DMU.

Pode-se concluir que a ferramenta se demonstrou eficaz na classificação das fazendas e permite uma nova visão para os produtores que podem, a partir dessa análise, procurar aprimorar seus métodos e estratégias e, conseqüentemente, se desenvolverem gerando mais renda e empregos na região.

Referências

- ABEL, L. Avaliação cruzada da produtividade dos departamentos acadêmicos da ufsc utilizando dea (data envelopment analysis). *Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção*, 9 2000. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/79190>>.
- ALI, A. I.; SEIFORD, L. M. Translation invariance in data envelopment analysis. *Operations research letters*, Elsevier, v. 9, n. 6, p. 403–405, 1990.
- ALLAHYAR, M.; ROSTAMY-MALKHALIFEH, M. Negative data in data envelopment analysis: Efficiency analysis and estimating returns to scale. *Computers & Industrial Engineering*, Elsevier, v. 82, p. 78–81, 2015.
- BATISTA, F. D. Metodologia para o uso da análise por envoltória de dados no auxílio à decisão: 2005-2030. 2009.
- BOWLIN, W. Measuring performance: An introduction to data envelopment analysis (dea). *The Journal of Cost Analysis*, v. 15, 11 1998.
- BRUNETTA, M. R. Avaliação da eficiência técnica e de produtividade usando análise por envoltória de dados : um estudo de caso aplicado a produtores de leite. *oai:ufpr.br:186189*, 2004.
- CAMPOS, S. A. C.; NETO, J. A. F. Eficiência técnica dos produtores de leite em assentados rurais da reforma agrária. *Revista de Economia e Agronegócio / Brazilian Review of Economics and Agribusiness*, 2008, n. 822-2016-54142, p. 19, 2008. Disponível em: <<http://ageconsearch.umn.edu/record/53855>>.
- CASADO, F. L.; SOUZA, A. M. Análise envoltória de dados: conceitos, metodologia e estudo da arte na educação superior. *Universidade Federal de Santa Maria - Departamento de Estatística*, 2007.
- COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. *Data Envelopment Analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software*. 2nd. ed. Norwell, MA: Kluwer Academic Press, 2006.
- GOLANY, B.; ROLL, Y. An application procedure for dea. *Omega*, Great Britain, v. 17, n. 3, p. 237–250, 1989.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agro 2017 - resultados preliminares. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/pecuaria.html?localidade=0&tema=75652>.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa pecuária municipal. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=22651&t=destaques>>.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa pecuária municipal. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=16984&t=resultados>>.

- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pib - produto interno bruto 2018. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/pib/pib-vol-val_201804_8.shtm>.
- JANK, M. S.; GALAN, V. B. Competitividade do sistema agroindustrial do leite. São Paulo, 1998. Disponível em: <http://www.fundace.org.br/leite/arquivos/projetos_priorizados/elaboracao_competitividade_industrial/bibliot/vol_ii_Leite\%20Competitividade_jank.pdf>.
- MELLO, J. C. C. B. S. d.; MEZA, L. A.; GOMES, E. G.; NETO, L. B. Curso de análise envoltória de dados. *XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, Gramado, RS, p. 2521 – 2547, 09 2005.
- MEZA, L. A.; NETO, L. B.; MELLO, J. C. C. B. S.; GOMES, E. G. et al. Isyds-integrated system for decision support (siad-sistema integrado de apoio à decisão): a software package for data envelopment analysis model. *Pesquisa Operacional*, SciELO Brasil, v. 25, n. 3, p. 493–503, 2005.
- PASTOR, J. T. Translation invariance in data envelopment analysis: A generalization. *Annals of Operations Research*, Springer, v. 66, n. 2, p. 91–102, 1996.
- PRUST, J. O. Avaliação de benchmarking da produção brasileira de leite, santa catarina e o município de vitor meireles. *Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção*, Florianópolis, SC, 10 2002. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/83723>>.
- RODRIGUES, M. H. d. S.; SOUZA, M. P.; RODRÍGUEZ, T. D. M.; AGUIAR, I. S.; RODRIGUES, E. F. d. S. Análise da eficiência dos produtores de leite do município de rolim de mouro, no estado de rondônia. *Gestão & Regionalidade*, Rondônia, v. 27, p. 61 a 76, 2011. Disponível em: <https://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_gestao/article/download/1017/915>.
- SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. d. P. B. *Metodologia de Pesquisa*. 5 ed.. ed. Porto Alegre: Penso, 2013. Tradução por: Daisy Vaz de Moraes.
- SEBRAE Minas Gerais. Projeto educampo. Minas Gerais, 2019. Disponível em: <<http://educampo.com.br/>>.
- SOUZA, A. d. M.; PEREIRA, R. A.; YOKOO, E. M.; LEVY, R. B.; SICHIERI, R. Alimentos mais consumidos no brasil: Inquérito nacional de alimentação 2008-2009. *Revista de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, RJ, p. 190S–9S, 10 2012. Disponível em: <<https://www.scielosp.org/pdf/rsp/2013.v47suppl1/190s-199s/pt>>.
- TUPY, O.; YAMAGUCHI, L. C.; MARTINS, P. d. C.; CARNEIRO, A. V. A ineficiência custo da produção de leite no brasil. *CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL*, Ribeirão Preto, v. 43, 2005.
- TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. *Apostila do curso de Especialização em Qualidade e Produtividade*. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 2012.

A Apêndice

A.1 Tabela 6: Relação de benchmarks para os cenários 1 e 2

DMUs	Benchmark
98, 132	DMU1
11, 20, 28, 55, 75, 76, 117	DMU6
9, 29, 72, 73, 79, 88, 102, 116, 121, 133	DMU24
8, 19, 23, 41, 44, 45, 52, 62, 63, 66, 86, 105,	DMU26
60, 13	DMU42
12, 37, 39, 47, 67, 71, 81, 83, 110, 122, 125	DMU49
3, 10, 25, 32, 33, 34, 35, 38, 40, 46, 48, 53, 65, 78, 80, 84, 91, 93, 94, 96, 101, 103, 108, 109, 112, 118, 127, 134, 136, 137	DMU68
16, 31, 36, 69, 70, 97, 113, 126, 129, 131, 135	DMU87
4, 18, 57	DMU89
2, 7, 15, 30, 43, 50, 51, 79, 104, 106, 107, 114, 115, 124	DMU90
82, 111	DMU95
5, 10, 17, 21, 56, 74, 85, 128	DMU99
61	DMU100
4, 13, 58, 77, 92	DMU120
123, 139	DMU138

Tabela 6 – Relação de benchmarks para os cenários 1 e 2. Fonte: Elaborado pelo autor

A.2 Tabela 7: Relação de benchmarks para o cenário 3

DMUs	Benchmark
72, 98	DMU1
60, 75, 76, 117	DMU6
5, 9, 35, 53, 54	DMU22
29, 32, 33, 47, 73, 79, 84, 88, 102, 116, 121, 133	DMU24
4, 8, 11, 23, 41, 44, 45, 52, 62, 66, 86, 105, 107	DMU26
12, 37, 38, 55, 67, 71, 83, 110, 122, 130	DMU49
3, 25, 39, 46, 48, 65, 78, 80, 91, 92, 93, 94, 96, 101, 103, 108, 109, 112, 118, 127, 129, 134, 136	DMU68
16, 31, 36, 69, 70, 82, 97, 113, 123, 126, 131, 135, 139	DMU87
13, 18, 63	DMU89
2, 7, 15, 20, 43, 50, 51, 104, 106, 115, 124, 137	DMU90
28, 111	DMU95
10, 17, 21, 74, 85, 114, 125, 128	DMU99
30, 56, 57, 61, 64, 81, 132	DMU100
19	DMU119
34, 40, 58, 77	DMU120

Tabela 7 – Relação de benchmarks para o cenário 3. Fonte: Elaborado pelo autor

A.3 Tabela 8: Alvos do Input_1 para as DMUs ineficientes

DMU	Atual	Folga	Alvo	DMU	Atual	Folga	Alvo
2	58,28	16,73	41,55	72	90,73	0,00	90,73
3	15,00	0,00	15,00	73	70,17	16,88	53,29
4	44,00	0,00	44,00	74	58,61	1,09	57,52
5	286,07	221,51	64,56	75	16,76	0,00	16,76
7	55,00	0,00	55,00	76	25,24	0,00	25,24
8	23,00	0,00	23,00	77	24,00	0,00	24,00
9	194,50	135,85	58,65	78	69,50	24,27	45,23
10	49,46	1,13	48,33	79	50,00	1,38	48,62
11	83,67	59,55	24,12	80	32,60	0,00	32,60
12	33,78	0,00	33,78	81	121,00	63,31	57,69
13	67,34	0,00	67,34	82	55,00	24,64	30,36
15	54,88	3,04	51,84	83	59,50	22,71	36,79
16	117,92	45,72	72,20	84	72,00	24,81	47,19
17	94,95	49,51	45,44	85	55,00	13,69	41,31
18	73,40	0,00	73,40	86	37,42	0,00	37,42
19	43,00	0,00	43,00	88	55,00	0,00	55,00
20	34,00	8,52	25,48	91	25,04	6,37	18,67
21	45,00	0,00	45,00	92	20,43	0,00	20,43
23	45,00	20,91	24,09	93	20,33	0,00	20,33
25	24,00	0,00	24,00	94	76,27	48,63	27,64
28	16,02	0,00	16,02	96	82,00	51,48	30,52
29	70,17	27,03	43,14	97	52,50	0,00	52,50
30	100,97	2,01	98,96	98	157,51	13,83	143,68
31	40,08	2,61	37,47	101	38,50	17,91	20,59
32	77,91	35,43	42,48	102	48,34	8,27	40,07
33	80,44	33,66	46,78	103	32,98	0,00	32,98
34	15,15	0,00	15,15	104	111,67	52,87	58,80
35	123,00	89,83	33,17	105	24,16	1,00	23,16
36	85,00	13,30	71,70	106	49,50	16,06	33,44
37	36,20	0,00	36,20	107	91,51	60,74	30,77
38	51,70	15,08	36,62	108	22,00	0,00	22,00
39	31,38	0,00	31,38	109	56,00	34,20	21,80
40	29,00	0,00	29,00	110	30,50	0,00	30,50
41	40,50	0,00	40,50	111	21,50	0,00	21,50
43	62,24	0,00	62,24	112	38,00	12,58	25,42

DMU	Atual	Folga	Alvo	DMU	Atual	Folga	Alvo
44	45,00	0,00	45,00	113	41,00	6,73	34,27
45	37,33	12,91	24,42	114	36,83	0,00	36,83
46	23,50	0,00	23,50	115	31,00	0,00	31,00
47	67,00	11,74	55,26	116	57,67	9,67	48,00
48	32,01	13,16	18,85	117	14,35	0,00	14,35
50	76,00	23,65	52,35	118	47,77	26,12	21,65
51	17,30	0,00	17,30	121	89,50	39,29	50,21
52	172,80	100,27	72,53	122	66,00	24,73	41,27
53	42,17	6,58	35,59	123	44,87	10,11	34,76
54	93,50	18,86	74,64	124	35,17	3,85	31,32
55	30,38	0,00	30,38	125	46,44	2,42	44,02
56	100,00	17,04	82,96	126	105,00	49,06	55,94
57	80,00	0,00	80,00	127	40,10	12,39	27,71
58	24,54	0,00	24,54	128	59,01	11,96	47,05
60	16,18	0,00	16,18	129	46,60	7,86	38,74
61	61,00	1,30	59,70	130	51,25	0,00	51,25
62	50,00	3,56	46,44	131	74,00	33,25	40,75
63	54,30	0,00	54,30	132	205,00	13,91	191,09
64	153,75	0,00	153,75	133	162,00	110,95	51,05
65	47,90	23,66	24,24	134	23,06	0,00	23,06
66	28,67	0,00	28,67	135	26,00	0,00	26,00
67	37,42	0,00	37,42	136	38,20	14,31	23,89
69	58,17	29,22	28,95	137	24,90	0,00	24,90
70	41,50	4,28	37,22	139	23,16	0,00	23,16
71	39,00	0,00	39,00				

Tabela 8 – Alvos do Input_1 para as DMUs ineficientes. Fonte: Elaborado pelo autor

A.4 Tabela 9: Alvos do Input_2 para as DMUs ineficientes

DMU	Atual	Folga	Alvo	DMU	Atual	Folga	Alvo
2	76,5	0	76,5	72	130,75	0	130,75
3	35,67	0	35,67	73	75,5	0	75,5
4	116,42	0	116,42	74	86,33	0	86,33
5	102	0	102	75	23,5	0	23,5
7	87,5	0	87,5	76	28,08	0	28,08
8	71,92	4,046739	67,87326	77	72,58	7,720528	64,85947
9	95,42	0	95,42	78	69,42	0	69,42
10	65,92	0	65,92	79	66,83	0	66,83
11	43,83	0	43,83	80	57,25	0	57,25
12	37,42	0	37,42	81	84,08	0	84,08
13	131,42	0	131,42	82	22,58	0	22,58
15	82,92	0	82,92	83	24,67	0	24,67
16	84,42	0	84,42	84	67,25	0	67,25
17	61,08	0	61,08	85	55,58	0	55,58
18	148	0	148	86	79,58	0	79,58
19	139,75	17,10958	122,6404	88	85,92	0	85,92
20	54,75	0	54,75	91	26,08	0	26,08
21	69	0	69	92	29,75	0	29,75
23	75,67	0	75,67	93	28,25	2,86041	25,38959
25	45	0	45	94	42,08	0	42,08
28	19,33	0	19,33	96	52,08	0	52,08
29	52,67	0	52,67	97	57	1,311658	55,68834
30	137	0	137	98	183,25	0	183,25
31	30,92	6,035273	24,88473	101	32	0	32
32	60,25	0	60,25	102	54,17	0	54,17
33	65,42	0	65,42	103	53,67	0	53,67
34	34,5	0	34,5	104	95,92	0	95,92
35	65,42	0	65,42	105	60,83	0	60,83
36	77,25	0	77,25	106	65,67	0	65,67
37	49,25	0	49,25	107	69,17	0	69,17
38	31,08	0	31,08	108	24,67	0	24,67
39	34,83	0	34,83	109	37,08	0	37,08
40	62,58	0	62,58	110	38,92	0	38,92
41	86,25	0	86,25	111	17,08	0	17,08
43	104,17	0	104,17	112	41,25	0	41,25

DMU	Atual	Folga	Alvo	DMU	Atual	Folga	Alvo
44	94,17	0	94,17	113	36,92	0	36,92
45	77,25	0	77,25	114	47,42	0	47,42
46	42,92	0	42,92	115	67,42	0	67,42
47	77,75	0	77,75	116	71,17	0	71,17
48	32,42	0	32,42	117	16,75	0	16,75
50	80,08	0	80,08	118	40,33	0	40,33
51	44,58	5,21439	39,36561	121	68,75	0	68,75
52	116,42	0	116,42	122	35,33	0	35,33
53	64,67	0	64,67	123	23,42	2,696465	20,72354
54	120,67	0	120,67	124	65,75	0	65,75
55	32,83	0	32,83	125	45,5	0	45,5
56	125,58	0	125,58	126	68,25	0	68,25
57	176,5	28,95293	147,5471	127	43	0	43
58	52,83	0	52,83	128	61,08	0	61,08
60	33,25	0	33,25	129	47,92	0	47,92
61	102,17	0	102,17	130	58,58	0	58,58
62	80	0	80	131	35,5	5,75162	29,74838
63	140,83	0	140,83	132	190,42	0	190,42
64	220,42	19,90716	200,5128	133	73,83	0	73,83
65	39,83	0	39,83	134	31,92	0,033223	31,88678
66	47,83	0	47,83	135	21,5	0	21,5
67	36,17	0	36,17	136	40,92	0	40,92
69	24	0	24	137	30	0	30
70	30,75	6,313228	24,43677	139	22	0,66018	21,33982
71	40	0	40				

Tabela 9 – Alvos do Input_2 para as DMUs ineficientes. Fonte: Elaborado pelo autor

A.5 Tabela 10: Alvos do Input_3 para as DMUs ineficientes

DMU	Atual	Folga	Alvo	DMU	Atual	Folga	Alvo
2	789.789,35	0	789.789,35	72	1.100.612,13	0	1.100.612,13
3	255.657,24	0	255.657,24	73	634.463,55	0	634.463,55
4	1.035.295,27	0	1.035.295,27	74	727.308,56	0	727.308,56
5	818.839,04	0	818.839,04	75	277.621,88	13.834,37	263.787,51
7	754.748,30	0	754.748,30	76	288.479,18	0	288.479,18
8	741.223,47	0	741.223,47	77	487.590,91	0	487.590,91
9	591.997,55	0	591.997,55	78	428.952,73	0	428.952,73
10	628.037,00	0	628.037,00	79	630.002,85	0	630.002,85
11	533.317,67	25.633,89	507.683,78	80	571.653,65	0	571.653,65
12	311.928,70	0	311.928,70	81	1.073.363,90	139.936,70	933.427,20
13	1.177.402,16	0	1.177.402,16	82	162.828,01	0	162.828,01
15	748.613,31	0	748.613,31	83	211.721,69	0	211.721,69
16	541.090,47	0	541.090,47	84	483.318,42	0	483.318,42
17	515.225,83	0	515.225,83	85	433.932,06	0	433.932,06
18	1.265.677,77	0	1.265.677,77	86	703.991,59	0	703.991,59
19	1.354.998,28	75.998,23	1.279.000,05	88	804.874,26	0	804.874,26
20	580.455,37	0	580.455,37	91	184.655,37	0	184.655,37
21	528.065,01	0	528.065,01	92	275.231,58	0	275.231,58
23	889.503,97	0	889.503,97	93	176.106,66	0	176.106,66
25	300.793,00	0	300.793,00	94	286.037,35	0	286.037,35
28	177.678,53	0	177.678,53	96	327.219,19	0	327.219,19
29	437.731,08	0	437.731,08	97	348.852,05	0	348.852,05
30	1.334.605,25	0	1.334.605,25	98	1.191.869,26	0	1.191.869,26
31	147.375,54	0	147.375,54	101	254.901,53	0	254.901,53
32	424.206,15	0	424.206,15	102	407.992,37	0	407.992,37
33	463.093,15	0	463.093,15	103	473.699,20	0	473.699,20
34	298.440,00	0	298.440,00	104	822.390,54	0	822.390,54
35	342.186,55	0	342.186,55	105	809.281,77	61.807,97	747.473,80
36	478.627,26	0	478.627,26	106	587.519,88	0	587.519,88
37	532.162,21	0	532.162,21	107	685.069,52	0	685.069,52
38	263.024,71	0	263.024,71	108	222.183,80	0	222.183,80
39	331.548,85	0	331.548,85	109	260.977,66	0	260.977,66
40	517.267,02	0	517.267,02	110	373.421,30	0	373.421,30
41	791.674,84	0	791.674,84	111	148.448,44	0	148.448,44
43	797.212,76	0	797.212,76	112	284.660,57	0	284.660,57
44	1.037.108,81	0	1.037.108,81	113	252.471,51	0	252.471,51
45	945.777,65	29.891,93	915.885,72	114	423.603,09	0	423.603,09

DMU	Atual	Folga	Alvo	DMU	Atual	Folga	Alvo
46	415.645,69	0	415.645,69	115	491.045,32	0	491.045,32
47	742.902,44	0	742.902,44	116	516.441,37	0	516.441,37
48	253.055,55	0	253.055,55	117	156.915,94	0	156.915,94
50	732.366,10	0	732.366,10	118	259.259,53	0	259.259,53
51	346.850,17	0	346.850,17	121	523.049,71	0	523.049,71
52	1.119.017,03	0	1.119.017,03	122	323.784,85	0	323.784,85
53	362.932,87	0	362.932,87	123	121.157,08	0	121.157,08
54	826.753,55	0	826.753,55	124	683.359,08	0	683.359,08
55	375.152,27	10.420,77	364.731,50	125	429.425,66	0	429.425,66
56	1.076.551,94	0	1.076.551,94	126	460.188,88	0	460.188,88
57	1.455.235,77	135.797,10	1.319.438,67	127	307.418,28	0	307.418,28
58	497.057,01	0	497.057,01	128	556.983,99	0	556.983,99
60	380.553,07	4.469,49	376.083,58	129	314.405,88	0	314.405,88
61	1.089.502,38	0	1.089.502,38	130	612.865,61	0	612.865,61
62	999.218,26	93.042,21	906.176,05	131	177.855,57	0	177.855,57
63	1.408.869,38	159.921,25	1.248.948,13	132	1.560.346,14	0	1.560.346,14
64	1.777.090,25	269.362,51	1.507.727,74	133	624.218,71	0	624.218,71
65	281.235,30	0	281.235,30	134	219.246,23	0	219.246,23
66	569.076,33	18.522,51	550.553,82	135	153.542,80	0	153.542,80
67	359.038,12	0	359.038,12	136	277.682,89	0	277.682,89
69	150.961,85	0	150.961,85	137	243.563,83	0	243.563,83
70	144.485,45	0	144.485,45	139	137.704,62	0	137.704,62
71	403.370,47	0	403.370,47				

Tabela 10 – Alvos do Input_3 para as DMUs ineficientes. Fonte: Elaborado pelo autor

A.6 Tabela 11: Alvos do Output_1 para as DMUs ineficiente

DMU	Atual	Folga	Alvo	DMU	Atual	Folga	Alvo
2	531.931,00	0	725.648,87	72	730.333,00	0	1.093.761,01
3	218.474,00	0	246.541,05	73	480.732,00	0	641.404,33
4	759.227,00	0	970.833,66	74	577.507,00	0	737.445,66
5	641.941,00	0	840.870,12	75	173.333,00	0	201.603,90
7	567.518,00	0	716.910,50	76	182.335,00	12.761,36	234.763,65
8	496.695,00	0	655.306,11	77	391.512,00	0	469.618,93
9	558.232,00	0	636.905,77	78	359.212,00	0	449.850,80
10	453.374,00	0	613.360,25	79	570.851,00	0	610.057,89
11	244.961,00	0	429.322,70	80	473.644,00	0	541.752,29
12	248.454,00	0	296.955,08	81	764.140,00	0	877.979,37
13	895.654,00	0	1.147.846,62	82	91.357,00	0	137.934,61
15	551.882,00	0	706.864,43	83	125.905,00	5.928,85	181.555,42
16	307.388,00	43.505,47	544.866,69	84	423.072,00	0	481.112,72
17	359.843,00	0	518.410,05	85	346.930,00	0	441.225,22
18	1.052.507,00	61.429,59	1.242.380,71	86	556.035,00	0	655.056,57
19	772.182,00	159.052,89	994.111,60	88	670.456,00	0	780.503,75
20	324.168,00	15.273,95	502.839,40	91	162.233,00	0	169.942,75
21	470.655,00	0	541.013,47	92	160.167,00	0	252.624,33
23	596.677,00	14.451,69	775.780,91	93	123.649,00	7.226,72	161.054,00
25	264.587,00	0	306.303,99	94	221.767,00	0	282.004,57
28	120.208,00	0	142.664,00	96	192.205,00	0	342.683,92
29	345.960,00	0	430.113,67	97	247.239,00	33.834,41	346.370,38
30	784.762,00	50.556,99	1.319.965,23	98	1.020.514,00	0	1.243.937,23
31	95.647,00	9.203,02	125.309,67	101	181.249,00	0	246.541,18
32	327.948,00	0	438.811,63	102	333.191,00	0	415.497,04
33	352.343,00	0	467.357,63	103	360.621,00	0	460.903,57
34	167.444,00	0	278.841,75	104	630.093,00	0	780.723,01
35	297.604,00	0	377.380,10	105	565.042,00	2.596,26	612.383,61
36	322.098,00	50.157,71	485.384,35	106	445.379,00	7.513,21	526.963,36
37	371.564,00	0	478.249,94	107	542.739,00	8.245,40	607.959,10
38	198.891,00	0	247.599,11	108	156.638,00	2.832,13	185.736,18
39	252.585,00	0	311.527,02	109	185.535,00	0	258.222,49
40	306.713,00	0	501.282,78	110	285.745,00	0	334.741,81
41	575.885,00	0	728.924,90	111	97.220,00	8.785,64	115.632,65
43	653.812,00	0	769.832,22	112	240.121,00	0	282.669,79
44	707.464,00	28.429,97	949.084,47	113	172.620,00	0	231.349,29
45	722.250,00	42.781,77	799.706,17	114	319.239,00	0	398.824,81

DMU	Atual	Folga	Alvo	DMU	Atual	Folga	Alvo
46	293.017,00	0	373.152,35	115	444.620,00	0	470.400,87
47	558.006,00	0	725.083,31	116	442.627,00	0	535.416,26
48	165.924,00	0	237.093,31	117	103.673,00	1.588,71	112.750,33
50	541.257,00	0	699.087,22	118	166.690,00	0	263.806,88
51	231.092,00	0	298.610,90	121	387.439,00	0	528.070,03
52	760.850,00	72.013,40	1.072.292,75	122	271.782,00	0	308.760,81
53	302.977,00	0	394.471,30	123	82.788,00	2.295,08	96.708,42
54	761.243,00	0	873.928,64	124	552.004,00	0	610.801,67
55	247.752,00	0	308.629,22	125	285.722,00	0	416.009,73
56	748.236,00	0	1.092.661,76	126	321.960,00	0	447.094,70
57	1.135.000,00	128.076,56	1.298.850,04	127	211.837,00	0	308.076,43
58	408.596,00	0	468.295,44	128	403.773,00	0	553.317,32
60	266.824,00	0	308.006,97	129	218.688,00	0	309.431,46
61	887.457,00	0	1.026.216,34	130	370.207,00	0	587.689,66
62	674.468,00	0	831.953,89	131	137.123,00	2.287,01	158.531,46
63	917.933,00	12.860,77	1.089.568,05	132	1.030.815,00	152.760,08	1.490.987,51
64	1.427.236,00	55.079,93	1.529.431,14	133	452.567,00	0	611.121,58
65	205.866,00	0	282.385,35	134	151.880,00	5.271,05	208.493,70
66	404.176,00	0	474.537,10	135	107.604,00	17.303,63	133.099,52
67	276.154,00	0	323.549,41	136	201.793,00	0	281.008,14
69	111.518,00	0	131.929,28	137	180.998,00	15.008,37	209.532,92
70	108.767,00	11.533,89	122.145,26	139	90.185,00	0	115.939,81
71	343.738,00	0	378.907,07				

Tabela 11 – Alvos do Output_1 para as DMUs ineficientes. Fonte: Elaborado pelo autor

A.7 Tabela 12: Alvos do Output_2 para as DMUs ineficientes

DMU	Atual	Folga	Alvo	DMU	Atual	Folga	Alvo
2	9.126,64	7.447,15	19.897,52	72	8.049,22	3.800,60	15.855,27
3	14.564,93	5.885,78	22.321,84	73	6.851,29	2.162,55	11.303,71
4	17.255,16	3.861,45	25.925,85	74	9.853,39	0	12.582,25
5	2.244,01	9.327,50	12.266,90	75	10.344,12	0	12.031,26
7	10.318,04	3.679,55	16.713,70	76	7.223,33	1.328,07	10.122,85
8	21.595,43	0	28.491,56	77	16.313,00	8.881,19	28.448,65
9	2.870,06	7.543,60	10.818,15	78	5.168,52	5.900,06	12.372,74
10	9.167,25	0	12.402,18	79	11.417,02	0	12.201,16
11	384.213,60	0	673.379,12	80	14.528,96	1.024,98	17.643,15
12	7.356,15	1.241,92	10.034,08	81	6.315,21	10.452,39	17.708,42
13	13.299,98	2.645,44	19.690,35	82	1.661,04	3.732,63	6.240,53
15	10.057,08	3.301,25	16.182,61	83	2.116,05	2.625,93	5.577,64
16	2.606,82	2.890,29	7.142,11	84	5.876,00	5.380,20	12.062,32
17	3.789,82	5.395,92	10.855,74	85	6.307,82	2.468,26	10.490,54
18	14.339,33	1.706,66	17.795,91	86	14.860,62	4.699,61	22.206,69
19	17.957,72	6.312,62	25.732,58	88	12.190,11	2.418,02	16.609,00
20	9.534,35	6.919,14	21.259,30	91	6.478,52	5.651,48	12.437,88
21	10.459,00	0	12.022,52	92	7.838,52	6.687,76	19.051,11
23	13.259,49	15.413,65	32.332,08	93	6.082,10	3.847,92	11.414,44
25	11.024,46	1.328,61	14.091,28	94	2.907,78	10.161,72	13.859,33
28	7.505,18	6.126,07	15.033,29	96	2.343,96	8.318,80	12.497,86
29	4.930,55	3.778,87	9.908,76	97	4.709,31	760,8166	6.713,88
30	7.772,49	1.795,56	14.368,12	98	6.479,18	1.417,16	9.314,84
31	2.386,10	0	2.896,51	101	4.707,77	7.163,85	13.567,52
32	4.209,14	4.933,84	10.565,89	102	6.892,42	1.989,78	10.584,79
33	4.380,29	5.992,71	11.802,85	103	10.933,71	977,9685	14.952,16
34	11.051,19	6.499,80	24.903,17	104	5.642,29	11.971,86	18.962,99
35	2.419,54	9.667,40	12.735,52	105	23.389,92	0	25.242,15
36	3.789,39	0	5.120,32	106	8.997,56	8.765,65	19.259,60
37	10.264,20	2.578,59	15.789,92	107	5.931,03	16.833,47	23.387,12
38	3.847,02	3.094,24	7.883,39	108	7.119,91	2.049,28	10.363,10
39	8.048,38	1.805,43	11.731,94	109	3.313,12	9.370,18	13.981,28
40	10.575,40	9.118,83	26.402,96	110	9.368,69	1.790,07	12.765,21
41	14.219,38	6.249,91	24.248,05	111	4.521,86	1.680,38	6.650,01
43	10.504,55	4.866,34	17.234,94	112	6.318,97	6.657,19	14.095,87
44	15.721,42	7.371,33	27.830,32	113	4.210,24	2.773,54	8.416,20
45	19.345,98	12.783,31	33.058,07	114	8.667,12	521,9141	11.349,73

DMU	Atual	Folga	Alvo	DMU	Atual	Folga	Alvo
46	12.468,81	955,6984	16.834,52	115	14.342,58	1.707,21	16.881,43
47	8.328,45	1.810,01	12.632,15	116	7.675,61	1.489,87	10.774,54
48	5.183,64	6.783,88	14.190,92	117	7.226,28	842,6417	8.590,90
50	7.121,80	5.216,56	14.415,07	118	3.489,67	8.336,12	13.858,94
51	13.357,92	1.314,93	18.575,68	121	4.328,93	5.023,10	10.923,33
52	4.403,07	15.560,50	21.349,16	122	4.117,91	2.726,75	7.404,94
53	7.185,23	2.748,19	12.103,25	123	1.845,20	608,5447	2.712,85
54	8.141,64	2.314,12	11.660,95	124	15.696,80	3.597,03	20.965,80
55	8.153,76	1.713,19	11.870,47	125	6.152,50	0	8.958,01
56	7.482,36	2.063,72	12.990,34	126	3.066,29	4.583,99	8.842,04
57	14.187,50	1.868,39	16.503,06	127	5.282,17	5.375,54	13.057,45
58	16.646,81	10.669,69	29.748,75	128	6.842,84	1.659,59	11.036,79
60	16.490,98	0	19.036,28	129	4.692,88	3.905,84	10.546,00
61	14.548,48	5.342,37	22.165,60	130	7.223,55	347,7567	11.814,87
62	13.489,36	5.643,69	22.282,77	131	1.853,01	945,0767	3.056,48
63	16.904,84	2.279,88	22.108,74	132	5.028,37	4.310,05	10.837,99
64	9.282,84	2.698,26	12.287,54	133	2.793,62	8.795,30	12.567,65
65	4.297,83	7.308,60	13.203,91	134	6.585,82	3.621,46	12.433,60
66	14.099,16	2.467,18	19.020,79	135	4.138,62	3.460,31	7.914,00
67	7.380,51	1.229,06	9.876,27	136	5.282,54	6.004,00	13.360,24
69	1.917,21	4.301,82	6.569,94	137	7.269,00	2.945,64	10.757,87
70	2.620,89	188,9061	2.854,24	139	3.894,00	2.518,37	7.524,41
71	8.813,79	2.540,29	12.255,85				

Tabela 12 – Alvos do Output_2 para as DMUs ineficientes. Fonte: Elaborado pelo autor

A.8 Tabela 13: Alvos do Output_3 para as DMUs ineficientes

DMU	Atual	Folga	Alvo	DMU	Atual	Folga	Alvo
2	827.070,91	0	1.128.272,40	72	1.104.323,37	0	1.653.856,31
3	289.373,97	0	326.549,44	73	684.019,10	0	912.634,92
4	1.050.344,53	143.048,47	1.486.137,99	74	807.064,52	4.495,17	1.035.073,54
5	895.046,60	4.637,48	1.177.047,32	75	233.169,10	32.411,81	303.611,17
7	889.894,89	0	1.124.149,34	76	296.810,43	0	361.382,05
8	784.106,38	0	1.034.497,43	77	555.742,71	3.137,44	669.751,23
9	776.423,09	0	885.847,36	78	513.711,72	0	643.334,93
10	654.324,04	0	885.221,38	79	837.740,04	0	895.277,26
11	384.213,60	0	673.379,12	80	689.379,96	0	788.510,30
12	354.395,09	0	423.577,10	81	1.136.919,02	0	1.306.293,93
13	1.302.737,34	21.444,81	1.690.998,75	82	126.254,76	0	190.624,70
15	860.152,59	0	1.101.705,20	83	188.017,14	0	262.267,62
16	520.217,34	0	848.493,76	84	641.442,69	0	729.441,41
17	471.391,57	42.904,28	722.017,47	85	476.209,03	912,1962	606.554,35
18	1.632.761,25	0	1.832.017,48	86	864.904,44	0	1.018.931,06
19	1.388.688,89	0	1.501.766,09	88	996.742,55	0	1.160.346,54
20	542.149,80	0	815.421,36	91	218.018,93	0	228.379,78
21	580.621,23	78.968,86	746.387,47	92	205.881,96	20.662,91	345.391,42
23	976.664,00	0	1.246.173,12	93	172.714,33	0	214.867,70
25	281.726,40	80.749,48	406.895,21	94	316.553,33	0	402.537,29
28	155.979,47	0	185.117,92	96	250.905,14	6.848,19	454.189,08
29	500.617,42	0	622.391,02	97	410.339,36	0	518.711,89
30	1.201.815,14	0	1.944.021,29	98	1.532.318,46	17.401,22	1.885.193,31
31	143.348,25	0	174.011,57	101	234.375,71	11.962,90	330.768,87
32	463.504,55	0	620.193,40	102	471.684,60	0	588.201,83
33	524.310,54	0	695.460,20	103	515.698,89	0	659.105,98
34	205.068,03	38.565,77	380.062,20	104	993.846,31	0	1.231.435,18
35	368.444,33	22.341,26	489.551,24	105	915.855,63	0	988.381,70
36	551.112,28	0	744.676,29	106	740.605,70	0	863.776,11
37	564.087,63	0	726.052,24	107	894.287,84	0	988.166,82
38	275.727,68	0	343.252,98	108	233.368,39	0	272.501,08
39	328.139,48	27.207,07	431.919,60	109	253.357,14	0	352.615,47
40	435.293,19	0	711.430,49	110	432.989,46	0	507.234,34
41	909.832,10	0	1.151.617,55	111	134.221,06	0	147.512,02
43	1.032.725,26	0	1.215.984,39	112	336.512,47	0	396.141,57
44	1.130.501,96	0	1.471.172,68	113	259.353,53	0	347.591,56
45	1.223.008,70	0	1.281.723,95	114	474.860,00	0	593.241,90

DMU	Atual	Folga	Alvo	DMU	Atual	Folga	Alvo
46	447.322,86	0	569.658,34	115	673.275,05	0	712.314,27
47	817.511,11	0	1.062.289,05	116	620.254,24	0	750.280,05
48	235.767,42	0	336.894,47	117	142.546,34	0	152.842,89
50	827.917,49	0	1.069.337,74	118	216.681,91	2.892,92	345.817,98
51	376.222,90	0	486.145,17	121	569.634,63	0	776.398,29
52	1.244.704,98	0	1.636.397,03	122	351.875,71	26.891,40	426.643,51
53	359.836,18	49.496,63	517.997,69	123	112.966,22	0	128.829,28
54	1.061.802,47	12.763,59	1.231.743,06	124	878.899,05	0	972.516,52
55	337.905,09	46.328,06	467.262,64	125	391.561,08	12.554,14	582.665,01
56	1.025.597,29	67.177,84	1.564.875,01	126	507.149,10	0	704.260,39
57	1.844.675,11	0	1.902.816,47	127	295.007,37	0	429.031,83
58	579.334,02	1.683,66	665.663,44	128	541.618,57	35.811,25	778.027,63
60	367.191,30	49.796,34	473.661,80	129	321.399,86	0	454.763,07
61	1.344.337,26	0	1.554.532,62	130	504.767,60	37.533,45	838.832,99
62	1.027.027,04	0	1.266.834,21	131	198.862,66	0	226.593,55
63	1.389.263,01	0	1.629.562,94	132	1.698.736,12	0	2.205.337,79
64	2.136.645,14	0	2.207.179,01	133	678.436,77	0	916.123,69
65	273.103,88	1.649,77	376.264,97	134	215.585,71	0	288.463,91
66	592.714,21	46.491,94	742.388,98	135	162.221,87	0	174.571,81
67	408.093,00	0	478.132,67	136	234.702,69	45.585,30	372.422,04
69	148.962,07	0	176.226,78	137	300.018,72	0	322.440,06
70	166.235,13	0	169.054,00	139	115.417,96	2.045,42	150.424,15
71	467.649,22	17.129,16	532.625,25				

Tabela 13 – Alvos do Output_3 para as DMUs ineficientes. Fonte: Elaborado pelo autor

A.9 Figura 10: Uso dos recursos para as DMUs eficientes

Utilização dos insumos para as DMUs eficientes



Figura 10 – Utilização de recursos para as DMUs eficientes. Fonte: Elaborado pelo autor

A.10 Figura 11: Uso dos recursos para as DMUs eficientes

Produção das DMUs eficientes



Figura 11 – Utilização de recursos para as DMUs eficientes. Fonte: Elaborado pelo autor