

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA PECUÁRIA BOVINA ENTRE AS UNIDADES FEDERATIVAS BRASILEIRAS

David Correia Silva - david.silva@ufra.edu.br

Fernando Rocha Palácios - fernando.palacios@ufra.edu.br

Tarcyana do Socorro Figueiredo de Sousa - tarcyana.sousa@ufra.edu.br

Ligiana Lourenço de Souza - ligiana.souza@ufra.edu.br

Josimar da Silva Freitas - josimarfreitas55@gmail.com

* Submissão em: 30/05/2025 | Aceito em: 11/05/2026

RESUMO

O objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência da pecuária de corte entre as Unidades Federativas (UF) brasileiras no ano de 2020, por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA, em inglês), uma técnica de programação linear que usa insumos (inputs) e produtos (outputs) a fim de indicar as unidades eficientes. Foram utilizados como insumos: as áreas de pastagens, crédito rural, número de estabelecimentos e de vínculos formais; e como produtos: o efetivo bovino, o número de abates e o volume (em toneladas) das carcaças. Os modelos usados para averiguar a eficiência foram o VRS e o CRS, os quais atestaram que das 27 unidades, 14 são eficientes no primeiro modelo e 09 no segundo.

Palavras-chave: Análise Envoltória de Dados; Carne de Corte; Pecuária.

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF CATTLE FARMING AMONG BRAZILIAN FEDERATIVE UNITS

ABSTRACT

The objective of this paper is to evaluate the efficiency of beef cattle farming among Brazilian Federative Units (UF) in 2020, using Data Envelopment Analysis (DEA), a linear programming technique that uses inputs and outputs to indicate efficient units. The following were used as inputs: pasture areas, rural credit, number of establishments and formal relationships; and as outputs: cattle numbers, number of slaughters and volume (in tons) of carcasses. The models used to assess efficiency were VRS and CRS, which attested that of the 27 units, 15 are efficient in the first model and 09 in the second.

Keywords: Data Envelopment Analysis; Beef Cattle; Livestock.

1 Introdução

Em 2020, o Brasil registrou o principal rebanho bovino do mundo com um efetivo superior a 217 milhões de cabeças e era seguido pela Índia com cerca de 195 milhões e os Estados Unidos com mais de 93 milhões de animais (WPR, 2024). No que se refere ao consumo de carne bovina, naquele mesmo ano, os brasileiros figuravam entre os cinco maiores, com consumo médio com 35 kg por habitante, superado por Argentina (47 Kg), Zimbábue (42 Kg), Estados Unidos (38 Kg) e Austrália (37 Kg) (WPR, 2024).

A proteína animal desempenha um papel crucial na nutrição humana por várias razões, entre as quais estão a disponibilidade de aminoácidos necessários para a síntese de proteínas, enzimas, hormônios e tecidos musculares; são fontes de micronutrientes como ferro, zinco, vitamina B12, vitamina D, ácidos graxos e ômega-3; serve para manutenção e crescimento muscular, além de possuir função imunológica e de regulação metabólica (DE SMET; VOSSSEN, 2016; RIBEIRO; CORÇÃO, 2013).

A importância do consumo de carne bovina no Brasil transcende a simples nutrição, sendo um elemento central na formação de laços sociais, na manutenção de tradições e na expressão da diversidade cultural do povo (FERNANDES et al., 2022). Assim, a carne está culturalmente ligada a diversas tradições gastronômicas, eventos sociais e faz parte dos costumes espalhados pelo território brasileiro.

Até por essas questões nutricionais, culturais, aspectos da vida social e gastronômica, o consumo (demanda) de carne acaba mobilizando certos fatores de produção que culmina na oferta dessa proteína. A disponibilidade de recursos produtivos e gestão de recursos escassos são basilares na análise da econômica, pois, a inadequação ou a ausência de atenção a essas variáveis pode causar prejuízos empresariais ou variações bruscas de preços, de modo que a busca pela eficiência deve ser o principal objetivo das unidades produtivas.

Este trabalho objetiva analisar a eficiência da produção pecuária nas Unidades Federativas (UF) brasileiras no ano de 2020, por meio do uso de fatores (insumos) e a obtenção dos resultados (produtos) através da Análise Envoltória de Dados (DEA – *Data Envelopment Analysis*). Em que pese não seja uma metodologia inédita no âmbito do agronegócio brasileiro, não foi encontrado nenhum trabalho que relate tal comparação entre as UF, de forma que este artigo pode ajudar a entender a eficiência e a produtividade por meio de parâmetros econômicos.

Além dessa introdução, o trabalho possui outras três seções, a seguir são apresentados os materiais e métodos, os quais apresentam os modelos matemáticos usados para averiguar a eficiência,

bem como as variáveis que compõem os insumos e os produtos para o teste; em seguida, na seção 3 são apresentados os resultados e discussões; e, ao fim, a conclusão.

2 Materiais e Métodos

2.1 Análise Envoltória de Dados: Apresentação e modelos

A Análise Envoltória de Dados é uma técnica de pesquisa operacional, fundamentada em programação linear que procura a otimização de dados avaliando a eficiência relativa das unidades tomadoras de decisão (DMUs – *Decisions Making Units*) (COOPER; SEIFORD; ZHU, 2011). A DEA mensura eficiência utilizando os insumos (*inputs*) e os produtos (*outputs*) de cada uma das DMUs.

Segue que a escolha dos insumos leva em conta os fatores produtivos necessários para a execução de uma atividade, enquanto a escolha dos produtos atenta para os resultados que podem sair de tais atividades (TOMA et al., 2015a). Os principais modelos propostos na literatura são o modelo CRS – *constant return of scale* ou retornos constantes de escala; e o VRS – *variable returns of scale* ou retornos variáveis de escala.

Em ambos os modelos uma DMU é considerada eficiente se obtém um (01) como índice e, portanto, se encontram sobre a fronteira de eficiência. Por conseguinte, as demais são consideradas ineficientes e ficam ausentes da curva de eficiência. A Figura 1 compara as fronteiras de eficiência dos modelos CRS e VRS.

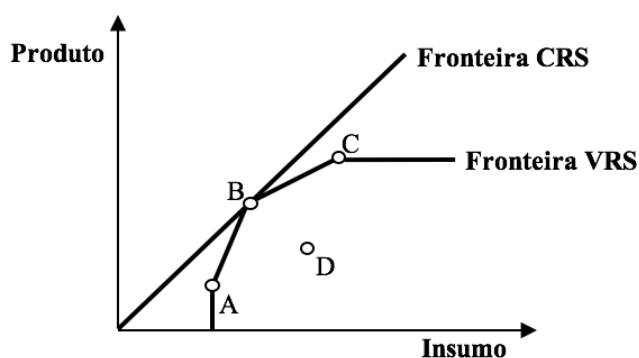


Figura 1: Fronteiras de eficiência de modelos de DEA – CRS e VRS, orientados a outputs
Fonte: Rodrigues e Teixeira (2017).

Pela Figura 1 são apresentadas duas curvas eficiência que representam os dois modelos citados. As diferenças entre os modelos se expressam nos formatos de tais curvas e no quantitativo

de DMUs eficientes. No modelo CRS, apenas a DMU B pertence à fronteira de eficiência, portanto, nesse caso, as demais: A, C e D, são classificadas como ineficientes. Enquanto no modelo VRS são eficientes as DMUs A, B e C, constando apenas a D fora da fronteira.

2.1.1 Modelo CRS (Constant Returns to Scale)

O modelo CRS considera a linearidade entre insumos e produtos, pois, assume que a eficiência técnica é constante, independentemente da escala de operação, isto é, uma proporção de aumento nos insumos resultará na mesma proporção de aumento nos produtos (KOČIŠOVÁ, 2015). Assim, o modelo CRS é particularmente útil quando se presume que as operações das unidades avaliadas não são influenciadas por economias (ou deseconomias) de escala. A Equação 1 abaixo apresenta formalmente o modelo CRS.

O modelo matemático de um DEA CRS orientado para o produto (output) busca maximizar as saídas de uma unidade (DMU) enquanto mantém constantes as entradas, sob a suposição de retornos constantes de escala. O objetivo é identificar o quanto uma DMU pode aumentar as saídas sem alterar o nível de entradas através de um problema de programação linear estabelecido da seguinte forma:

Dada uma DMU a ser avaliada entre n DMUs, com m entradas e s saídas, as variáveis são definidas da seguinte forma:

- x_{ij} : quantidade de entrada i utilizada pela DMU j ;
- y_{rj} : quantidade de saída r produzida pela DMU j ;
- λ_j : ponderações associadas a cada DMU j ;
- θ : fator de expansão das saídas (que queremos maximizar).

Problema de Maximização:

O modelo DEA CRS orientado para output é expresso como:

Maximizar θ

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{ij} \leq x_{io}$$

para todo $i = 1, 2, \dots, m$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq \theta y_{ro}$$

para todo $r = 1, 2, \dots, s$

$$\lambda_j \geq 0$$

para todo $j = 1, 2, \dots, n$

Explicação:

1. **Objetivo (Maximização de θ)** A variável θ representa o fator pelo qual as saídas da DMU 0 podem ser ampliadas. O objetivo é maximizar θ , quer dizer, aumentar ao máximo as saídas da DMU em análise, mantendo as entradas constantes.
2. **Restrição das entradas:** A primeira restrição garante que a combinação linear das entradas ponderadas das outras DMUs (λ_j) seja menor ou igual às entradas da DMU 0 em análise. Isso impõe que as entradas não sejam alteradas.
3. **Restrição das saídas:** A segunda restrição exige que a combinação linear das saídas ponderadas das outras DMUs (λ_j) seja maior ou igual ao nível de saídas da DMU 0 multiplicado por θ , ou seja, queremos aumentar as saídas da DMU 0.
4. **Não negatividade:** As ponderações λ_j devem ser não negativas, o que garante que as DMUs são comparadas de forma justa.

Interpretação do Resultado:

- Se $\theta = 1$, a DMU está operando de forma eficiente, pois as saídas não podem ser expandidas sem aumentar as entradas.
- Se $\theta > 1$, a DMU é ineficiente e suas saídas podem ser aumentadas proporcionalmente por θ sem alterar o nível de entradas.

Esse modelo orientado para *output* é útil quando se deseja maximizar a produção ou a prestação de serviços sem investir em mais recursos, aplicando-se frequentemente em setores onde a maximização dos resultados é a prioridade.

2.1.2 Modelo VRS (Variable Returns to Scale)

O modelo VRS reconhece que a eficiência técnica pode variar com o tamanho das operações, permitindo a identificação de economias (ou deseconomias) de escala (COOPER, SEIFORD; ZHU, 2010). Isso significa que o aumento nos insumos pode resultar em aumentos não proporcionais nos produtos, refletindo uma relação mais realista entre insumos e produtos em ambientes onde a escala afeta a eficiência (PARADI; SHERMAN; TAM, 2018). O VRS é particularmente útil em contextos em que as DMUs são de tamanhos variados, fornecendo uma análise mais precisa e diferenciada da eficiência relativa.

O modelo matemático VRS orientado para o produto também deseja maximizar as saídas de uma unidade, mantendo constantes as entradas, considerando que as DMUs podem operar com retornos variáveis de escala. A diferença em relação ao modelo CRS é que o VRS introduz uma variável adicional para lidar com as variações de escala, permitindo economias ou deseconomias de escala nas unidades analisadas.

Modelo DEA VRS orientado para *output*:

x_{ij} : quantidade de entrada i utilizada pela DMU j ;

y_{rj} : quantidade de saída r produzida pela DMU j ;

λ_j : variáveis que representam os pesos associados às DMU j ;

θ : fator de expansão das saídas (que queremos maximizar);

$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$: restrição que impõe retornos variáveis de escala (VRS).

Problema de Maximização:

O modelo VRS orientado para *output* pode ser formulado como:

Maximizar θ

Sujeito a:

1. **Restrição das entradas** (as entradas da DMU sob avaliação não aumentam):

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{io}$$

para todo $i = 1, 2, \dots, m$

2. **Restrição das saídas** (as saídas da DMU podem ser expandidas):

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq \theta y_{ro}$$

para todo $r = 1, 2, \dots, s$

3. **Retornos Variáveis de Escala:**

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

para todo $j = 1, 2, \dots, n$

4. **Não negatividade:**

$$\lambda_j \geq 0$$

para todo $j = 1, 2, \dots, n$

Explicação:

1. **Objetivo (Maximizar θ):** O objetivo é encontrar o valor de θ que maximiza as saídas da DMU sob avaliação (DMU 0), mantendo suas entradas constantes.
2. **Restrição das entradas:** As entradas ponderadas $\lambda_j x_{ij}$ das DMUs não podem exceder as entradas da DMU sob avaliação x_{i0} . Isso garante que estamos avaliando o quão bem a DMU pode ampliar suas saídas sem alterar os insumos.
3. **Restrição das saídas:** A combinação ponderada das saídas das DMUs $\lambda_j y_{rj}$ deve ser maior ou igual ao nível de saídas da DMU sob avaliação y_{rj} multiplicado por θ , que é o fator de expansão desejado. Isso significa que o modelo tenta aumentar as saídas da DMU 0.
4. **Retornos Variáveis de Escala (VRS):** A restrição $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ é a diferença chave em relação ao modelo CRS. Ela impõe retornos variáveis de escala, permitindo que o modelo considere variações na eficiência em diferentes escalas de operação. Esta restrição permite que o modelo leve em conta economias ou deseconomias de escala.
5. **Não negatividade:** As variáveis λ_j devem ser não negativas, o que garante que todas as DMUs contribuam de forma positiva na construção da fronteira eficiente.

Interpretação do Resultado:

- Se $\theta = 1$, a DMU é eficiente, ou seja, suas saídas já estão no nível máximo possível, dado o conjunto de entradas.
- Se $\theta > 1$, a DMU é ineficiente e suas saídas podem ser aumentadas sem a necessidade de alterar o nível de entradas.

O modelo DEA VRS orientado para *output* é útil quando se deseja maximizar a produção ou serviços, considerando a possibilidade de que diferentes unidades operam sob diferentes escalas de eficiência, refletindo melhor a realidade de organizações de tamanhos variados.

2.3 Variáveis para a análise de eficiência pecuária no Brasil

A definição das variáveis de análise de eficiência seguiu o contexto da mobilização de fatores produtivos (insumos) e a geração de produtos. Os fatores de produção seguem a composição de recursos ou tipos de capitais. De modo que se pode indicar o fator trabalho, por exemplo, como recursos humanos ou capital humano. E, de maneira similar, o capital físico como máquinas e equipamentos (ou recursos físicos); seguindo assim, como recursos financeiros ou capital financeiro; e recursos naturais ou capital natural.

2.3.1 Definição e organização dos insumos (inputs)

As variáveis selecionadas como insumos para a análise DEA da eficiência na pecuária nas UF brasileiras são apresentadas junto a oriente destas informações no Quadro 1 abaixo.

Quadro 1: Insumos utilizados nos modelos DEA

Insumos/unidade	Fonte
Vínculos (Unidade)	Ministério do Trabalho
Estabelecimentos (Unidade)	Ministério do Trabalho
Área de Pastagem (Km ²)	IBGE
Crédito Rural (Milhões R\$)	IPEADATA

Fonte: Brasil, IBGE e IPEADATA, 2024.

- Vínculos: Foram obtidas do *website* do Ministério do Trabalho, especificamente, da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) que aponta anualmente as ocupações formais celetistas e estatutárias. Para se obter os números mais precisos de trabalhadores ligados a pecuária bovina de corte foram escolhidas as variáveis oriundas da Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE – subclasse 2.0) com a busca do termo “bovino”, a qual apresentou as variáveis “criação de bovinos para corte” e “frigorífico - abate de bovinos”, ambos para o ano de 2020. Após a coleta das estatísticas os quantitativos foram somados e compuseram o insumo Vínculos.

- Estabelecimentos: A pesquisa seguiu os passos do supracitado Vínculos, naturalmente, foi orientada para o somatório dos Estabelecimentos. Cabe ressaltar que os Estabelecimentos são considerados como as unidades de cada empresa separadas espacialmente, isto é, com endereços distintos (BRASIL, 2024). Assim, o objetivo da inclusão dessa variável é oferecer uma *proxy* para as estruturas físicas já que existe uma dificuldade em se obter informações de máquinas e equipamentos.
- Área de Pastagem: Se refere ao recurso natural “terra” usado para a criação do rebanho bovino. Tecnicamente é estoque por classe de cobertura e uso da terra em quilômetros quadrados (Km²) no ano de 2020 obtida da base de Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024).
- Crédito Rural: Foi composto pelo “Estoque de crédito rural - comercialização –pecuária” e pelo “Fluxo de crédito rural - custeio - pecuária” ambos para o ano de 2020, retirados do IPEADATA (2024).

2.3.2 Definição e organização dos produtos (*outputs*)

Ao que se refere aos produtos ou *outputs*, nas análises de eficiência chamados são também de “saídas”, esses refletem as capacidades produtivas dos insumos disponíveis. No caso, foram adotados como produtos o rebanho bovino, os animais abatidos e o peso das carcaças, como é mostrado a seguir no Quadro 2.

Quadro 2: Produtos usados no modelo DEA

Produtos	Fonte
Peso Total das Carcaças (toneladas)	IBGE
Animais Abatidos (em mil unidades)	IBGE
Rebanho (em mil unidades)	IBGE

Fonte: Brasil, IBGE e IPEADATA, 2024.

- Peso Total das Carcaças: Foi retirada da Pesquisa Trimestral do Abate de Animais do IBGE (2024), por se tratar originalmente de uma base de dados trimestral, foi necessário fazer o somatório dos valores dos períodos de 2020 para compor o quantitativo estudado. Convém informar que os mesmos foram transformados de quilogramas para toneladas.

- Animais Abatidos: Também foi obtido da Pesquisa Trimestral do Abate de Animais do IBGE (2024) e realizado o somatório dos valores trimestrais para estabelecer a quantidade de “Animais abatidos”, adicionando que o quantitativo foi estabelecido em mil cabeças para o ano de 2020.
- Rebanho: Se refere ao “efetivo dos rebanhos (Cabeças)” retirado do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), especificamente da base de Pesquisa da Pecuária Municipal (PAM), neste caso, o rebanho escolhido foi o bovino, para as Unidades Federativas no ano de 2020.

2.3.3 Tabulação e softwares usados

Como já mencionado, o banco de dados utilizado para compor os insumos e os produtos deste artigo se fundamentou em fontes oficiais do IBGE, Ministério do Trabalho e IPEADATA, todas as estatísticas compreendem as Unidades Federativas e o ano de 2020. Os dados foram organizados em planilha, indicando as DMUs, os inputs e outputs. Após a confecção dessa planilha, esse documento foi aberto no software de Sistema de Apoio Integrado à Decisão (SIAD), versão 3.0, um software para realizar pesquisas operacionais, em particular, a dos problemas de programação linear por meio dos modelos DEA clássicos (MEZA et al., 2007).

3 Resultados e Discussão

A Análise Envoltória de Dados é uma metodologia amplamente utilizada para avaliar a eficiência relativa das unidades tomadores de decisão com variadas aplicações; tanto na administração pública e quando na gestão privada para a avaliação de desempenho (COOPER, WILLIAM; SEIFORD; ZHU, 2011). Assim, a DEA pode comparar o desempenho de órgãos, departamentos, empresas, municípios, estados ou países (COOPER, WILLIAM; SEIFORD; TONE, 2007).

Na gestão pública é comum o uso da DEA para avaliar o desempenho dos gastos públicos na área da educação e os resultados na alfabetização, formados no ensino médio, taxas de graduação, notas qualificadoras de cursos, entre outras variáveis (SÎRBU; CIMPOIEȘ; RACUL, 2016). Na

Saúde as análises de eficiência se relacionam em relação aos serviços prestados aos pacientes (FARIA; JANNUZZ; SILVA, 2008).

No âmbito privado, a DEA tem sido usado na análise de transporte e logística, como o desempenho de rotas de transporte, terminais de carga e redes de distribuição (PÉRICO; RIBEIRO DA SILVA, 2020). Entre bancos e instituições financeiras a análise de eficiência mede a performance de agências, ajudando a identificar oportunidades de melhoria na gestão de ativos e passivos (PARADI; SHERMAN; TAM, 2018).

No âmbito a produção pecuária a análise de eficiência por meio da DEA, também, possui uma série de exemplos como o de Toma et al (2015b) analisaram 36 condados na Romênia, na opção orientada a inputs, através de CRS e VRS e verificaram a existência de diferenças significativas de eficiência em termos de alocação dos fatores produtivos (trabalho, terra e mecanização) e os resultados gerados pelas regiões, encontrando 14 unidades definidas como eficientes.

Siafakas et al. (2019) avaliaram a eficiência das explorações de vacas leiteiras na Grécia utilizando os modelos CRS orientados para a produção tendo como fatores produtivos valor nutricional da alimentação animal adquirida, horas de trabalho humano, valor do gado e o capital médio investido, os resultados apurados sinalizaram que 87,2% das propriedades foram ineficientes.

No Brasil, existem iniciativas com o uso da DEA para o setor agropecuário, a exemplo de Gomes et al (2015) que analisaram o desempenho de 21 municípios brasileiros na criação de vacas e identificaram cinco sistemas operando sobre a eficiência, essa pesquisa mostrou que o capital humano é o item mais relevante para a obtenção de resultados economicamente adequados.

Com o objetivo de mensurar a eficiência da produção pecuária das UF brasileiras considerando que os fatores de produção (trabalho, capital físico, recursos financeiros e naturais) são convertidos em rebanho, animais abatidos e carcaças a serem comercializadas. As eficiências de cada uma das UF foram calculadas para os modelos VRS e CRS para a Análise Envoltória de dados para o ano de 2020 (Ver números taxados de eficientes taxados de cinza na Tabela 1).

Tabela 1: Resultados para Eficiência da Pecuária das Regiões Unidades Federativas Brasileiras (2020).

Ordem	UF	VRS Output	CRS Output
1	Acre	1,0000	1,0000
2	Alagoas	0,8175	0,7377
3	Amapá	1,0000	1,0000
4	Amazonas	1,0000	1,0000
5	Bahia	0,8487	0,5667
6	Ceará	1,0000	1,0000

7	Distrito Federal	0,7809	0,7688
8	Espírito Santo	0,6072	0,5909
9	Goiás	0,9700	0,5379
10	Maranhão	1,0000	0,6806
11	Mato Grosso	1,0000	0,9006
12	Mato Grosso do Sul	0,9565	0,7198
13	Minas Gerais	0,9484	0,4996
14	Pará	1,0000	0,6912
15	Paraíba	0,8333	0,8302
16	Paraná	1,0000	0,8063
17	Pernambuco	1,0000	1,0000
18	Piauí	0,8947	0,8895
19	Rio de Janeiro	1,0000	0,9607
20	Rio Grande do Norte	0,8295	0,8256
21	Rio Grande do Sul	1,0000	1,0000
22	Rondônia	1,0000	0,9179
23	Roraima	1,0000	1,0000
24	Santa Catarina	1,0000	1,0000
25	São Paulo	1,0000	1,0000
26	Sergipe	0,5416	0,5009
27	Tocantins	0,7698	0,5055

Elaboração dos autores.

No modelo usando retornos variáveis de escala (VRS), das 27 Unidades Federativas, 14 registraram eficiência. O modelo VRS é flexível e se adapta às variações de escala das DMUs, o que é em contextos nas quais as unidades tomadoras de decisão operam em diferentes tamanhos ou onde a escala de operação tem um impacto significativo na eficiência. Para o modelo com retornos constantes de escala (CRS), apenas 10 UFs obtiveram o resultado eficiente, sendo. O modelo CRS, assume que a eficiência das DMUs é constante, independentemente da escala de operação. Isso significa que uma variação proporcional nas entradas resulta em uma variação proporcional nas saídas.

4 Conclusão

Neste trabalho, foi analisada a eficiência das Unidades Federativas brasileiras através da relação entre os fatores produtivos para o gado de corte com o efetivo bovino, a produção de carne (carcaça) e o valor da produção, com o uso da Análise Envoltória de Dados que mede a eficiência e realiza comparações entre unidades semelhantes. Para tanto foi lançado mão dos modelos DEA clássicos VRS e CRS.

No primeiro modelo, o qual usa a identificação de economias de escala das operações apontou que 14 das 27 UFs ou cerca de 52% foram consideradas eficientes. No segundo modelo, o qual leva em conta a linearidade e a comparação direta, apontou que apenas 10 ou 37% foram classificadas como eficientes. Sobre os modelos CRS, cabe ainda destacar que todas UFs eficientes neste modelo, também, foram consideradas eficientes no modelo VRS.

Ao avaliar a eficiência, a situação e booleana, isto é, ou a unidade é eficiente ou não é. No caso da análise das unidades ineficientes é possível estabelecer um ranking, quer dizer, verificar quem está próximo de se tornar eficiente ou mais distante. Por meio do modelo VRS, há somente quatro UFs com indicador abaixo de 0,8. Enquanto, para o modelo CRS existem 11 com resultados inferiores a 0,8, o que torna a melhoria do desempenho dessas unidades uma questão de ajuste no quantitativo produzido ou nos insumos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)**. Disponível em: <http://pdet.mte.gov.br/aceso-online-as-bases-de-dados>. Acesso: 24/06/2024.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; ZHU, J. Data Envelopment Analysis: History, models and interpretations. *World*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 1–2.

COOPER, William; SEIFORD, Lawrence; TONE, Kaoru. *Data Envelopment Analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software*. 2. ed. New York: Springer, 2007.

COOPER, William W.; SEIFORD, Lawrence M.; ZHU, Joe. Data envelopment analysis: History, models, and interpretations. *International Series in Operations Research and Management Science*. [S.l.]: Springer New York LLC, 2011. v. 164. p. 1–39.

DE SMET, Stefaan; VOSSSEN, Els. Meat: The balance between nutrition and health. A review. *Meat Science*, v. 120, p. 145–156, 1 out. 2016.

FARIA, Flavia Peixoto; JANNUZZ, Paulo De Martino; SILVA, Silvano José Da. Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no estado do Rio de Janeiro. *Revista de Administração Pública*, v. 42, n. 1, p. 155–177, 2008.

FERNANDES, Alice Munz *et al.* Beef as a socio-cultural identity: Rural and urban consumers' attitudes from Rio Grande do sul, Brazil, facing cultured beef. *Journal of Rural Studies*, v. 95, p. 438–448, out. 2022.

GOMES, Eliane Gonçalves *et al.* Economic and socio-environmental performance assessment of beef cattle production systems: A data envelopment analysis (DEA) approach with weight restrictions. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 44, n. 6, p. 219–225, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contas Econômicas Ambientais da Terra: Contabilidade Física**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/7319>. Acesso: 25/06/2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geociências**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html?caminho=informacoes_ambientais/cobertura_e_uso_da_terra/monitoramento/grad_e_estatistica/serie_revisada_2022/tabelas/Mudancas_Estoques_xls/UFs/

KOČIŠOVÁ, Kristína. Application of the DEA on the measurement of efficiency in the EU countries. *Agricultural Economics (Czech Republic)*, v. 61, n. 2, p. 51–62, 2015.

MEZA, Lidia Angulo *et al.* Seleção de variáveis em DEA aplicada a uma análise do mercado de energia elétrica. *Dados*, v. 27, p. 21–36, 2007.

PARADI, Joseph C.; SHERMAN, H. David; TAM, Fai Keung. *Data Envelopment Analysis in the Financial Services Industry: A Guide for Practitioners and Analysts Working in Operations Research Using DEA*. Cham: Springer, 2018. v. 266. Disponível em: <<http://www.springer.com/series/6161>>.

PÉRICO, Ana Elisa; RIBEIRO DA SILVA, Guilherme. Port performance in Brazil: A case study using data envelopment analysis. *Case Studies on Transport Policy*, v. 8, n. 1, p. 31–38, 1 mar. 2020.

RIBEIRO, Cilene Silva Gomes; CORÇÃO, Mariana. The consumption of meat in Brazil: between socio-cultural and nutritional values. *Demetra: Food, Nutrition & Health*, v. 8, n. 3, 2013.

RODRIGUES, Alexandre de Cássio; TEIXEIRA, Fábio André. Determinantes da (in)eficiência do gasto público em educação nos municípios mineradores de Minas Gerais. *Espacios*, v. 38, n. 20, 2017.

SIAFAKAS, Stavros *et al.* Identification of efficient dairy farms in Greece based on home grown feedstuffs, using the Data Envelopment Analysis method. *Livestock Science*, v. 222, p. 14–20, 1 abr. 2019.

SÎRBU, Adrian; CIMPOIEȘ, Dragoș; RACUL, Anatol. Use of Data Envelopment Analysis to Measure the Performance Efficiency of Academic Departments. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, v. 10, p. 578–585, 2016.

TOMA, Elena *et al.* DEA Applicability in Assessment of Agriculture Efficiency on Areas with Similar Geographically Patterns. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, v. 6, p. 704–711, 2015a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.08.127>>.



WPR – WORLD POPULATION REVIEW. **Cattle Population 2020**. Disponível em:
<https://worldpopulationreview.com/country-rankings/cattle-population-by-country> Acesso em
18/06/2024

WPR – WORLD POPULATION REVIEW. **Beef Consumption 2020**. Disponível em:
<https://worldpopulationreview.com/country-rankings/beef-consumption-by-country> Acesso em
18/06/2024.