



## **EFICIÊNCIA TÉCNICA DOS CONFINAMENTOS BRASILEIROS: UMA ANÁLISE DE FRONTEIRA ESTOCÁSTICA** *TECHNICAL EFFICIENCY OF BRAZILIAN FEEDLOTS: A STOCHASTIC FRONTIER ANALYSIS*

**Autores:** Gabriela dos Santos Eusébio, Marcela de Mello Brandão Vinholis, Marcelo José Carrer, Hildo Meirelles de Souza Filho  
**Filiação:** Embrapa Pecuária Sudeste (Bolsista CNPq); Embrapa Pecuária Sudeste; PPGEP-DEP/UFSCar; PPGEP-DEP/UFSCar  
**E-mail:** [gabeusebio@gmail.com](mailto:gabeusebio@gmail.com); [marcela.vinholis@embrapa.br](mailto:marcela.vinholis@embrapa.br); [marcelocarrer@dep.ufscar.br](mailto:marcelocarrer@dep.ufscar.br); [hildo@dep.ufscar.br](mailto:hildo@dep.ufscar.br)

**Grupo de Trabalho (GT):** GT08. Conhecimentos, tecnologias e inovações no rural

### **Resumo**

Este estudo estima o modelo de fronteira de produção estocástica e as eficiências técnicas de confinamentos de bovinos de corte brasileiros, utilizando base de dados de 114 confinamentos coletados em 2021 por meio de aplicação de questionário estruturado em entrevistas presenciais. Os resultados mostraram que os gastos com a dieta dos animais é a principal variável que afeta a produção. A eficiência técnica média estimada dos confinamentos foi de 0,797, indicando que é possível melhorar o desempenho dos confinamentos, dada a tecnologia disponível.

**Palavras-chave:** Confinamento; pecuária de corte; fronteira estocástica; eficiência técnica.

### **Abstract**

This study estimates the stochastic frontier production model and the technical efficiencies of the Brazilian beef cattle feedlots by using a database of 114 feedlots collected in 2021 through a structured questionnaire. The results showed that the bovine diet expenses are the main variable affecting production. The estimated average technical efficiency was 0.797, indicating that it is possible to improve the performance of the feedlots, given the available technology.

**Key words:** feedlot; beef cattle; stochastic frontier production; technical efficiency.

### **1. Introdução**

O setor pecuário representa uma parcela importante do agronegócio brasileiro, tendo obtido resultados positivos em 2022, com aumento no PIB do ramo pecuário de 2,11% em 2022, apesar do PIB do agronegócio como um todo ter recuado 4,22% em 2022, de acordo com o Centro de estudos avançados em Economia Aplicada (CEPEA). Dados da pesquisa da pecuária municipal (PPM, IBGE) mostram que o efetivo de bovinos em 2021 foi de 224.602.112 de cabeças, e o número de cabeças de bovinos abatidas foi de 29,80 milhões de cabeças, de acordo com a pesquisa trimestral de abate, (IBGE). Apesar dos bons resultados, o setor pecuário brasileiro é bastante heterogêneo, com diversos sistemas de produção sendo aplicados nas diferentes regiões brasileiras, sobretudo em relação a bovinocultura de corte (Fasiaben et al, 2022).

Os sistemas produtivos na pecuária podem ser extensivos, semi-intensivos e intensivos. Os sistemas extensivos tem como característica a utilização de pastagens, nativas ou cultivadas, como fonte de alimentação dos animais, podendo haver suplementação com sal. Nesse sistema, tanto a produção quanto o preço, apresentam grande variação, principalmente devido as variações climáticas que afetam as pastagens. (Embrapa, 2005; Oliveira, 2017). Nos sistemas semi-intensivos, a base alimentar dos animais também é a pastagem, porém são utilizados suplementos proteicos e energéticos, visando uma pecuária de ciclo mais curto. (Oliveira, 2017).



O sistema intensivo tem como característica o confinamento dos animais na fase de terminação. Assim, os animais ocupam um espaço reduzido de pastagem, e a base alimentar dos animais são os concentrados energéticos e proteicos (grãos de cereais, farelo de soja, amendoim, caroço de algodão, entre outros) e os volumosos (Silagem de milho, bagaço de cana de açúcar, feno, silagem de capim, entre outros). O sistema de confinamento reduz o ciclo de produção e apresenta uma maior eficiência produtiva, por meio de práticas de manejo e intensificação tecnológica (Oliveira, 2017; Carrer et al, 2013; Moreira, 2010; Cezar et al, 2005).

A escolha do confinamento como sistema de produção tem aumentado entre os pecuaristas brasileiros. De acordo com o censo de confinamento DSM de 2022, estruturado pelo serviço de inteligência de mercado da DSM, o volume de animais confinados foi de 6,95 milhões de bovinos, e os dados foram coletados em 2100 confinamentos de todo país (Cunha, 2022). Entre as vantagens do confinamento estão o ganho de escala da produção, melhoria da qualidade do produto, a possibilidade de comercialização de animais em período de preços mais favoráveis, melhora na taxa de lotação, retorno mais rápido do capital, redução do ciclo produtivo, entre outros. (Oliveira, 2017). De acordo com Barbieri et al. (2015), o confinamento permite um maior controle dos gastos da operação, sendo uma atividade rentável e viável economicamente, porém os autores ressaltam a necessidade de um planejamento de gastos bem estruturado.

A cadeia produtiva da bovinocultura de corte é complexa, com diferentes agentes atuando em cada etapa, envolvendo a indústria, insumos, equipamentos e consumidor final. Essa cadeia extensa e complexa vem atravessando um período de crescente aumento em produtividade, pautado principalmente em intensificação tecnológica (Fasiaben et al., 2022). Apesar desse aumento na produtividade, a bovinocultura de corte brasileira é bastante heterogênea, com a existência de sistemas de produção com baixa intensidade tecnológica e baseados no sistema extensivo de produção, assim como também existem sistemas intensivos de produção. Compreender quais variáveis afetam a produtividade e o desempenho dessas propriedades torna-se necessário para o avanço do setor.

Ribeiro et al (2021) estimaram a eficiência técnica para os municípios do Nordeste, utilizando dados no Censo agropecuário de 2017, da lista de municípios do semiárido de 2017, da matriz de crédito rural do banco central (2020) e da plataforma Global Climate Monitor. Os autores demonstram que a estimação da fronteira estocástica apresenta retornos decrescentes de escala, além de que os gastos com insumos de produção têm impacto maior na função de produção do que os gastos com pessoal ocupado. Além disso, os autores concluem que o crédito rural tem grande importância na diminuição das ineficiências da pecuária. Entre os municípios com as melhores eficiências produtivas, os autores mostram que a região de Matopiba, reforçando a hipótese de heterogeneidade no processo de modernização do Nordeste.

Martins (2019) traz em seu trabalho, a eficiência técnica dos pecuaristas brasileiros, a partir da base de dados primários do CEPEA/CNA, o levantamento GYGA-ED e o índice de aptidão do meio físico (GeoLab). A autora mostra que a pecuária de corte no Brasil tem eficiência técnica elevada. Quanto aos sistemas de produção, os resultados da autora mostram que os sistemas extensivos apresentam impacto negativo na atividade, e os confinamentos, por sua vez, apresentam impacto positivo, indicando que a intensificação pecuária pode beneficiar o setor, uma vez que resulta em uso mais eficiente do insumo terra.



A estimação de um modelo de produção para a pecuária de corte brasileira foi realizada por Souza et al (2016), a partir de dados municipais do Censo Agropecuário de 2006. Os autores estimaram um modelo de produção, onde a renda bruta da atividade é função dos gastos com terra, mão de obra, com insumos e da taxa de lotação, que é utilizada com proxy para capital no modelo. Os resultados demonstram que a taxa de lotação tem impacto positivo na produção, o que reforça a importância da estratégia de intensificação dos sistemas de produção para o setor. Os autores também consideraram os efeitos do bioma ao qual o município pertence, encontrando similaridades entre os biomas na eficiência técnica.

Cavalleri Ferrari e Braga (2021) analisaram a eficiência técnica de produtores de leite no Uruguai, utilizando dados do Censo Geral Agropecuários de 2010/2011. Os resultados mostraram a existência de retornos crescentes de escala e a eficiência técnica média estimada dos produtores foi de 79,7%. Os autores ressaltam que os produtores poderiam melhorar sua capacidade produtiva adequando o uso de tecnologia, além de que a assistência veterinária para inseminação e diagnóstico gestacional foi o principal determinante dos ganhos de eficiência dos produtores.

Também voltado para a pecuária leiteira, Silva (2017) estimou a eficiência técnica e ambiental da pecuária leiteira na região do Triângulo mineiro e Alto Paranaíba, utilizando dados da base disponibilizada pelo Educampo/SEBRAE, com informações sobre 178 produtores de leite da região, em 2016. A eficiência técnica média das fazendas analisadas foi de 0,89, sendo que a variável referente a despesa com alimentação apresentou o maior impacto na produção. A autora também estimou a eficiência ambiental das propriedades, que na média foi de 0,733, e como a correlação de Spearman foi positiva, as propriedades com maior eficiência técnica também apresentavam uma alta eficiência ambiental.

O presente estudo estima a eficiência técnica de confinamentos de bovinos de corte nas regiões brasileiras tradicionais na pecuária de corte.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1. Amostra e descrição das variáveis**

Para determinar a eficiência técnica dos confinamentos foram utilizados dados referentes ao ano de 2021 da pesquisa Expedição Confina, Brasil, realizada pela Scot consultoria. A pesquisa percorre regiões brasileiras tradicionais na produção de bovinos de corte e seleciona propriedades rurais com a atividade de engorda de bovinos em sistemas de produção intensivos: semiconfinamento e confinamento. O levantamento traz informações sobre gestão, manejo, sanidade, nutrição, logística, sustentabilidade e tecnologia aplicados na produção intensiva de bovinos de corte, coletadas em 190 fazendas localizadas em 139 municípios brasileiros. As atividades de coleta dos dados ocorreram entre junho e setembro de 2021, com a aplicação de dois tipos de questionários, sendo um dedicado a infraestrutura, equipamentos, manutenção de benfeitorias e descarte de dejetos das fazendas e outro relacionado a gestão, uso de tecnologias, nutrição e indicadores zootécnicos. Os questionários e as entrevistas foram conduzidos de forma presencial e direcionadas aos proprietários, gerentes ou técnicos responsáveis pelo estabelecimento rural (Benchmarking Confina Brasil, Scot Consultoria, 2021).

Para a análise, foi estimado, inicialmente a função de produção Cobb-Douglas, por mínimos quadrados ordinários. A base de dados foi tratada para o ajuste linear, totalizando



114 confinamentos. Os valores médios das variáveis consideradas na análise são mostrados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na função de produção e fronteira de produção.

Variável	Descrição	Média	Desvio padrão	Máximo	Mínimo
Tamanho do rebanho	Número total de bois confinados em 2021	9609,55	14203,61	87000	120
Colaboradores	Número de colaboradores exclusivos para a atividade de confinamento	10,05	12,52	69	1
Peso médio de entrada	Peso médio de entrada dos animais no confinamento (Kg)	371,15	56,28	480	170
Peso médio de saída	Peso médio de saída dos animais no confinamento (Kg)	557,85	58,91	740	240
Custo da dieta	Custo da dieta no confinamento (R\$/cab/dia)	14,30	3,45	22,7	6
Custo sanitário	Custo sanitário no confinamento (R\$/ cab)	10,81	8,26	45,04	0,11
Dias de cocho	Dias de cocho por ciclo	110,70	23,50	200	60
Capacidade estática	Capacidade estática do confinamento em 2021	5747,28	7687,97	45000	140

Fonte: Expedição Confina Brasil, Scot consultoria (2021).

O segundo passo foi estimar a fronteira de produção estocástica com forma funcional Cobb-Douglas, por máxima verossimilhança. Como a unidade de interesse da análise é o confinamento e algumas variáveis estão disponíveis por cabeça de boi, foram calculados alguns indicadores, mostrados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Variáveis adotadas para estimar a fronteira de produção dos confinamentos.

Variável	Descrição
Peso médio de saída do confinamento (pm_saida_conf)	Peso médio de saída dos animais multiplicado pelo número de animais confinados em 2021
Mão de obra (colab)	Número de colaboradores exclusivos para a atividade de confinamento
Custo de dieta do confinamento (cdieta_conf)	Custo diário da dieta por cabeça de boi multiplicado pelos dias de cocho por ciclo e pelo número de bois confinados em 2021
Custo sanitário do confinamento (csan_conf)	Custo sanitário por cabeça de boi multiplicado pelo número de bois confinados em 2021
Capacidade estática (cestat_conf)	Capacidade estática do confinamento em 2021



## 2.2. Modelo de fronteira estocástica

A relação entre insumos e produção pode ser representada por uma função de produção. A função de produção demonstra a maior quantidade de produto obtida a partir de uma determinada quantidade de insumos (Varian, 2003), ou seja, por meio da função de produção é possível estimar a produção esperada para cada nível de insumos. A produção máxima esperada para cada nível de insumos, dado um nível de tecnologia, é representada pela fronteira de produção, e produtores que operam sobre a fronteira são chamados de tecnicamente eficientes.

Assumindo a função de produção como:

$$Y_j = f(X_{ij}; \beta) e^{\varepsilon_j} \quad , i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, N \quad (1)$$

$Y_j$  é o peso médio de saída do confinamento  $j$ ,  $X_{ij}$  é a quantidade de insumo  $i$  utilizado pelo confinamento  $j$ ,  $\beta$  é o vetor de parâmetros e  $\varepsilon_j$  o termo de erro composto, sendo  $\varepsilon_j = v_j + u_j$ .

O termo de erro composto traz informações importantes. Por pressuposto, os componentes  $u_j$  e  $v_j$  são independentes, onde  $v_j$  é o erro aleatório decorrente de variáveis não observadas ou erros de mensuração, e que segue uma distribuição normal ( $v \sim \text{iid } N(0, \sigma_v^2)$ ). O componente  $u_j$  está associado à ineficiência técnica. A distribuição do termo de erro  $u_j$  depende de alguns pressupostos. Aigner, Lovell & Smith (1977) sugerem que o termo de erro  $u_j$  segue uma distribuição *Half-Normal*,  $u_j \sim \text{iid } N^+(0, \sigma_u^2)$ , nesse caso a *Half-normal* não negativa. Por sua vez, Stevenson (1980) sugere a utilização da distribuição Normal truncada para o termo de erro  $u_j$ , e Greene (1990), a utilização da distribuição Gama (Kumbhakar & Lovell, 2000). Apesar das diferentes formulações para a distribuição dos erros, a distribuição *Half-Normal* é muito empregada na literatura, e estudos demonstraram que o impacto da escolha da forma de distribuição do erro na estimação das eficiências técnicas é reduzido, portanto, opta-se pela adoção do modelo mais simples (Kumbhakar & Lovell, 2000).

Com a desagregação do termo de erro em dois componentes, o modelo de fronteira estocástica traz a produção composta por três componentes: o componente determinístico, o choque aleatório e o componente de ineficiência técnica. A partir da estimação da fronteira de produção é possível estimar empiricamente a eficiência, a partir da estimativa de  $u_j$ , obtida a partir dos resíduos  $\hat{\varepsilon}_j$ , uma vez que  $\varepsilon_j = v_j - u_j$ . Jondrow et al. (1982) utilizam a distribuição Normal/ *Half-Normal* para calcular a esperança condicional de  $u_j$  dado  $\varepsilon_j$ , como:

$$E(u_j | \varepsilon_j) = \sigma^* \left[ \frac{f\left(\frac{\varepsilon_j \lambda}{\sigma}\right)}{1 - F\left(\frac{\varepsilon_j \lambda}{\sigma}\right)} - \frac{\varepsilon_j \lambda}{\sigma} \right] \quad (2),$$

Sendo  $f$  a função de densidade Normal-padrão e  $F$  a função de distribuição normal-padrão e  $\delta^* = \frac{\delta_u^2 \delta_v^2}{\delta^2}$ . Substituindo  $\varepsilon$ ,  $\sigma$  e  $\lambda$  por suas estimativas na equação (2), obtemos as estimativas de  $u_j$  e  $v_j$  (Conceição e Araújo, 2000). A medida de eficiência técnica para cada confinamento é dada por:

$$TE_j = \frac{Y_j}{Y_j^*} \quad (3),$$



$Y_j^*$  é o nível de produção na fronteira, quando não há ineficiência técnica. Quando a função é expressa na forma logarítmica, Battesi & Coelli (1988), a eficiência técnica é calculada por :

$$TE_j = \frac{f(X_i; \beta)e^{v_j - u_j}}{f(X_i; \beta)e^{v_j}} \Rightarrow TE_j = e^{-u_j} \quad (4)$$

Nesse estudo, a forma funcional utilizada para estimar a fronteira de produção foi a função de Cobb- Douglas, que define uma relação exponencial entre a produção e os insumos utilizados.

$$Y = \alpha \prod_{j=1}^k X_j^{\beta_j} e \quad (5)$$

A função de Cobb-Douglas não é linear nos parâmetros, porém pode ser linearizada por meio de transformações logarítmicas. Uma vez que a transformação logarítmica foi aplicada, a função de produção pode ser estimada por mínimos quadrados ordinários, assumindo a forma:

$$\ln(Y_i) = \ln(\alpha) + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln(X_{ji}) + \ln(e_i) \quad (6)$$

Com essa transformação,  $\beta_j$  é a elasticidade produto do j-ésimo insumo utilizado pela firma i, e  $\alpha$  é a produtividade total dos fatores. O modelo de fronteira estocástica a partir da função de produção de Cobb- Douglas será:

$$Y_i = e^{\alpha + \beta \ln(X_i) + v_i - u_i} = e^{\alpha + \beta \ln(X_i)} x e^{v_i} x e^{-u_i} \quad (7)$$

Onde o termo de erro foi decomposto em dois termos: o choque aleatório  $v_i$ , e o termo associado à ineficiência técnica,  $v_i$ . A produção máxima esperada na fronteira, para os insumos  $X_i$  será dado por:

$$\widehat{Y}_i = e^{\alpha + \beta(\ln X_i)} \quad (8)$$

Já a produção estimada quando o produtor é eficiente, ou seja, opera na fronteira, é dada por:

$$\widehat{Y}_i^* = e^{\alpha + \beta \ln(X_i) + v_i} \quad (9)$$

A eficiência técnica de cada confinamento será estimada a partir da razão entre a produção observada do confinamento i ( $Y_i$ ) e o produto estimado de fronteira ( $Y_i^*$ ):

$$TE_i = \frac{Y_i}{Y_i^*} \quad (10)$$

Os resultados das estimações da função de produção de Cobb–Douglas e da fronteira de produção estocástica Cobb-Douglas são mostrados na seção abaixo.

### 3. Resultados

Os resultados do estudo estão divididos em duas subseções. A primeira mostra a estimação da fronteira de produção e as eficiências técnicas estimadas para os confinamentos da amostra. A segunda subseção traz uma análise das características dos dez confinamentos com as maiores eficiências técnicas estimadas.

#### 3.1. Fronteira de produção Cobb-Douglas e Eficiências técnicas estimadas



Primeiro foi estimado a função de produção Cobb-Douglas por mínimos quadrados ordinários, para efeito de comparação. Depois, foi ajustado o modelo de fronteira estocástica de produção, por máxima verossimilhança. Os resultados são mostrados na Tabela 3. Os parâmetros para a função de produção Cobb-Douglas foram estimados para a sua forma logarítmica, portanto, seus parâmetros correspondem as elasticidades da produção em relação aos insumos. A variável referente à produção corresponde ao peso médio de saída dos animais do confinamento, multiplicado pelo número de animais confinados em 2021. No modelo, não foi utilizado a variável referente ao peso de entrada dos animais, uma vez que apresenta grande correlação com a variável peso de saída dos animais (0,9964), o que atrapalha o ajuste do modelo, gerando multicolinearidade. A elasticidade produto do trabalho é de 0,08, enquanto que a elasticidade produto do capital (foi utilizado a capacidade estática do confinamento, como proxy) é de 0,06. A maior elasticidade produto foi referente ao custo da dieta do confinamento, de 0,76.

**Tabela 3.** Estimativa dos parâmetros da função de produção Cobb-Douglas e da Fronteira de produção Estocástica Cobb-Douglas para os confinamentos.

Variáveis	Função média		Função fronteira estocástica	
	Parâmetro	Pr( >  z )	Parâmetro	Pr( >  z )
constate ( $\beta_0$ )	1,04146 (0,34852)	0,00347 **	1,441794 (0,3511)	4,023e-05 ***
ln(colab) ( $\beta_1$ )	0,08513 (0,03784)	0,02650 *	0,082029 (0,0359)	0,022413 *
ln(cdieta_conf) ( $\beta_2$ )	0,76648 (0,0353)	< 2e-16 ***	0,760182 (0,0303)	< 2,2e-16 ***
ln(csan_conf) ( $\beta_3$ )	0,09119 (0,0208)	2,66e-05 ***	0,089047 (0,0172)	2,165e-07 ***
ln(cestat_conf) ( $\beta_4$ )	0,06565 (0,0264)	0,01451 *	0,061658 (0,0249)	0,013114 *
Teste F	903			
Quase function coefficient	1,00845		0,992916	
R <sup>2</sup> ajustado	0.9696			
Parâmetros de variância				
$\sigma_s^2$			0,116361	3.692e-05 ***
$\gamma$			0,799881	8.970e-11 ***
var(u)/var(u)+var(v)			0,5922435	-
Log- Likelihood			3,4459	-
qui-quadrado			4,2342	0,01981 *
Eficiência média			0,7973435	
N= 114				

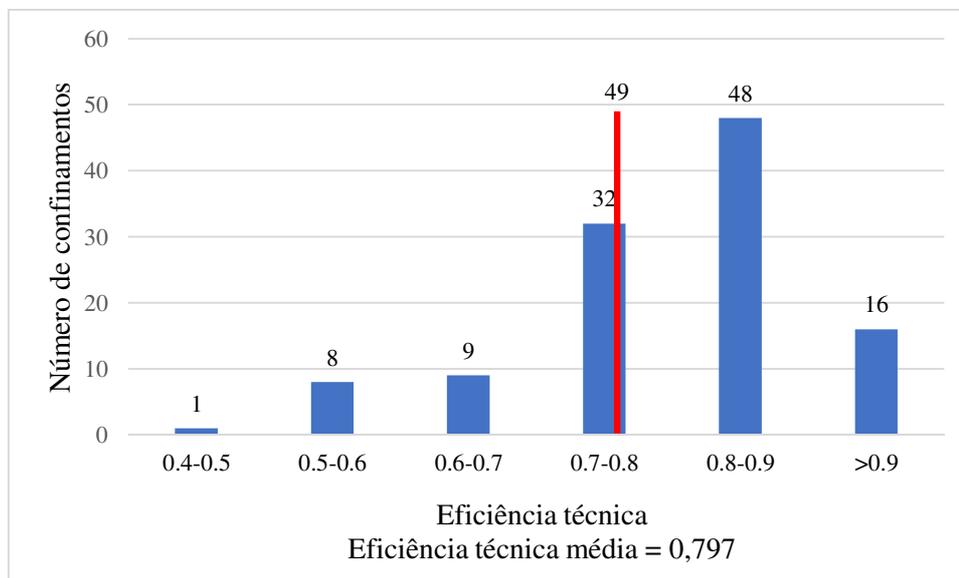
Fonte: Resultados da pesquisa. \*\*\* para  $p < 0,001$ ; \*\* para  $p < 0,01$ ; \* para  $p < 0,05$ .

O parâmetro de variância  $\gamma$  foi de 0,799 e significância estatística ao nível de 0,1%, ou seja, o termo de erro  $u_i$  é relevante para explicar desvios das propriedades em relação à fronteira de produção. O teste de razão de máxima verossimilhança foi realizado para testar a hipótese nula de que não há ineficiência técnica na produção dos confinamentos da amostra.



A hipótese nula foi rejeitada ao nível de 5% de significância, indicando que existe ineficiência técnica entre os confinamentos analisados.

A eficiência técnica estimada média foi de 0,797, sendo a eficiência mínima de 0,428 e a máxima eficiência de 0,952. A distribuição das frequências dos confinamentos analisados é demonstrada na Figura 1.



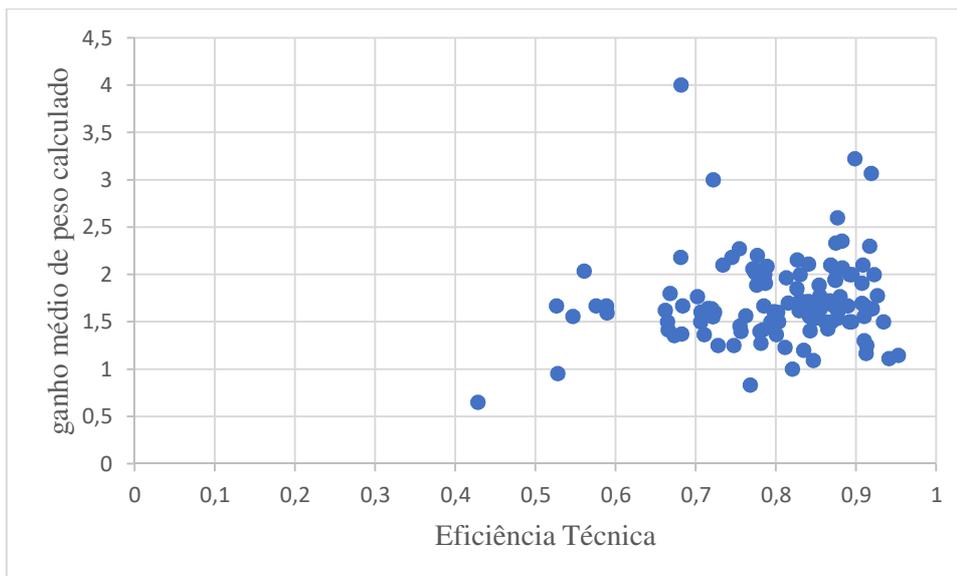
**Figura 1.** Frequência de eficiência técnica estimada

Fonte: Resultados da pesquisa.

Entre os 114 confinamentos da amostra, 49 apresentam eficiência técnica estimada abaixo da eficiência técnica média, de 0,797, e 16 confinamentos apresentaram eficiências técnicas estimadas acima de 0.9. A próxima seção traz as características dos dez confinamentos com as maiores eficiências técnicas estimadas, e os dez confinamentos com as menores eficiências estimadas.

### 3.2. Características dos confinamentos

A estimação das eficiências técnicas dos confinamentos da amostra mostrou uma grande dispersão nos valores estimados. A menor eficiência técnica estimada foi de 0,428, enquanto que a maior eficiência técnica estimada foi de 0,953. A Figura 2 mostra a relação entre a eficiência técnica estimada e o ganho médio de peso dos animais do confinamento, calculado a partir da diferença entre o peso de saída dos animais do confinamento e o peso de entrada, na média. Como esperado, a eficiência técnica tem forte relação com o ganho de peso médio dos animais.



**Figura 2.** Eficiência técnica estimada e ganho de peso médio dos animais.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Quando separamos os dez confinamentos com as maiores eficiências técnicas estimadas e os dez confinamentos com as menores eficiências técnicas estimadas, é possível traçar algumas relações interessantes.

A média da eficiência técnica entre os dez confinamentos mais eficientes foi de 0,926, sendo a eficiência técnica mínima de 0,913 e a máxima de 0,953. Entre os dez confinamentos com as menores eficiências técnicas estimadas, a eficiência técnica média foi de 0,559. As fazendas com as maiores eficiências técnicas confinaram um número maior de bois em 2021, na média, em relação aos produtores com menores eficiências técnicas. Quando se analisa o número de cabeças confinadas por colaborador, os pecuaristas com maiores eficiências técnicas confinaram, em média, 1434 cabeças de bois por colaborador, enquanto que os pecuaristas com menores eficiências técnicas estimadas, confinaram 404 cabeças de bois por colaborador, em média. Quando se analisa os dias de cocho, os animais das fazendas com maiores eficiências técnicas passam, em média, 94 dias no cocho, enquanto que os animais das fazendas com menores eficiências técnicas estimada passaram, em média 151 dias no cocho.

A média dos custos de dieta e sanitário das fazendas com maiores eficiências técnicas estimadas foram, em média, menores dos que os custos médios das fazendas com menores eficiências técnicas. Além disso, o ganho médio de peso dos animais, calculados a partir da diferença entre peso de saída e o peso de entrada dos animais, foi superior entre as fazendas com maiores eficiências técnicas estimadas, quando comparado com o a média de ganho de peso entre as fazendas com menores eficiências técnicas. Os valores são mostrados na Tabela 4.



**Tabela 4.** Valores médios das variáveis dos confinamentos com maiores e menores eficiências técnicas estimadas.

	Eficiên cia	Bois Confinad os	Bovinos/ colaborad or	Custo da dieta (R\$/cab/dia)	Custo sanitário (R\$/cab)	Dias de cocho	Peso médio de entrada (kg)	Peso médio de saída (kg)	Gmd (kg)
	10 mais	10 mais	10 mais	10 mais	10 mais	10 mais	10 mais	10 mais	10 mais
<b>Méd</b>	<b>0,926</b>	<b>8243</b>	<b>1434</b>	<b>11,22</b>	<b>8,81</b>	<b>94</b>	<b>379,1</b>	<b>543</b>	<b>1,70</b>
max	0,953	30000	3130	16,20	30,00	120	480	660	3,07
Min	0,913	500	266	6,00	0,45	60	220	450	1,11
	10 menos	10 menos	10 menos	10 menos	10 menos	10 menos	10 menos	10 menos	10 menos
<b>Méd</b>	<b>0,559</b>	<b>6528</b>	<b>404</b>	<b>16,16</b>	<b>13,60</b>	<b>151</b>	<b>318,2</b>	<b>544,3</b>	<b>1,51</b>
max	0,662	45000	652	21,00	30,00	200	434	700	2,03
Min	0,428	180	133	11,50	10,00	105	220	480	0,65

Fonte: Resultados da pesquisa. Gmd=ganho de peso médio diário.

Os tomadores de decisão dos confinamentos com maiores eficiências técnicas estimadas são, em média, mais jovens (34 anos) e com maior escolaridade (90% tem ensino superior ou pós-graduação), em média, quando comparados com os tomadores de decisão dos confinamentos com as menores eficiências técnicas estimadas (Tabela 5).

**Tabela 5.** Valores médios dos confinamentos com maiores e menores eficiências técnicas estimadas.

	Idade (anos)	Boitel	Ferrament a de proteção de preço	Experiência em confinament o (anos)	Software de gestão	Ensino Superior	Crédito Investiment o	Capacidad e estática
	10 mais	10 mais	10 mais	10 mais	10 mais	10 mais	10 mais	10 mais
<b>Méd</b>	<b>34</b>	<b>0,0</b>	<b>0,4</b>	<b>8,0</b>	<b>0,4</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	<b>2995</b>
max	46	0	1	34,0	1	1	1	10800
Min	25	0	0	1,0	0	0	0	350
	10 menos	10 menos	10 menos	10 menos	10 menos	10 menos	10 menos	10 menos
<b>Méd</b>	<b>50</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>16,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>	<b>6101</b>
max	67	1	1	43,0	1	1	1	30000
Min	30	0	0	1,0	0	0	0	160

Fonte: Resultados da pesquisa.

Entre os confinamentos com a maior eficiência técnica estimada, 40% utilizam pacote de softwares para a gestão da propriedade (financeiro, de dieta e de gestão), enquanto que entre os confinamentos com as menores eficiências técnicas estimadas, 20% utilizam o pacote de softwares para a gestão da propriedade. Ferramentas para proteção de preço do boi gordo, como contratos futuros, mercado de opções e contratos a termo, foram utilizadas por 40% dos



tomadores de decisão dos confinamentos com maiores eficiências técnicas, enquanto que entre os tomadores de decisão dos confinamentos com menores eficiências técnicas estimadas, esse percentual foi de 20%.

#### 4. Conclusão

Este trabalho estimou a fronteira estocástica de produção e estimou as eficiências técnicas para 114 confinamentos brasileiros. O insumo que causou o maior impacto na produção foram os gastos com a dieta dos animais. A eficiência técnica média estimada para os confinamentos foi de 0,797, indicado que os confinamentos ainda podem melhorar seu desempenho, dada a tecnologia disponível.

Os resultados das eficiências técnicas estimadas para cada confinamento da amostra mostram que os tomadores de decisão dos confinamentos com maiores eficiências técnicas estimadas são mais jovens e tem maior escolaridade do que os tomadores de decisão com as menores eficiências técnicas estimadas. Além disso, entre os confinamentos com maiores eficiências técnicas estimadas uma maior parcela de pecuaristas utilizaram pacotes de softwares para auxílio da gestão e ferramentas de proteção de preços do boi gordo.

#### Agradecimentos

À Scot Consultoria e produtores rurais pela provisão dos dados no âmbito do acordo de cooperação técnica entre Embrapa e Scot Consultoria (SAIC 2360022/0019-0). À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (SEG 40.19.03.060.00.02.010). À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (projeto 2022/02967-5).

#### Referências

- AIGNER, D.; LOVELL, C.A. K.; SCHMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. **Journal of econometrics**. 6.1, pp. 21– 37. (1977).
- BARBIERI, R.S.; CARVALHO, J.B.; SABBAG, O.J. Análise de viabilidade econômica de um confinamento de bovinos de corte. **Interações**. Campo Grande – MS, Vol.17, n.3, p.357-369. (2016).
- BATTESE, G.E.; COELLI, T.J. Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data. **Journal of econometrics**. Vol.38, n.3, p.387-399. (1988).
- CARRER, M.J.; SOUZA FILHO, H.M. Economias de escala eficiência econômica na produção de laranja no estado de São Paulo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Piracicaba-SP, Vol.54, n.01, p.51-70. (2016).
- CAVALLERI FERRARI, M., & BRAGA, M.J.A eficiência técnica dos produtores leiteiros no Uruguai. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 59(2), e221319. (2021).
- CEZAR, I.M.; QUEIROZ, H.P.; THIAGO, L.R.L.S.; CASSALES, F.L.G.; COSTA, F.P. **Sistemas de produção de gado de corte no Brasil: Uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate**. Campo Grande – MS: Embrapa Gado de Corte, 2005. 40 p. (Documentos/Embrapa Gado de Corte, 151).
- CONCEIÇÃO, J.C.P.R.; ARAÚJO, P.F.C. Fronteira de produção estocástica e eficiência técnica na agricultura. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Piracicaba-SP, Vol 38, n.01, p.45-64. (2000).
- CUNHA, H.J.R. Tecnologias DSM para um confinamento rentável. **Agroanalysis**. Fundação Getúlio Vargas, Vol.42, n.11, p.31-33. (2022).
- FASIABEN, M.C.R.; OLIVEIRA, S.R.M.; MORAES, A.S.; ALMEIDA, M.M.T.B.; OLIVEIRA, O.C.; EUSÉBIO, G.S. Diferenciação e caracterização de municípios produtores



de bovinos de corte no Bioma Mata Atlântica segundo o Censo Agropecuário 2017. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**. Passo Fundo – RS, Vol.14, n.02, p.67-74. (2022).

HENNINGSEN, A.. Introduction to Econometric Production Analysis with R (Draft version). University of Copenhagen. (2014).

JONDROW, J.; LOVELL, C.A.K.; MATEROV, I.S.; SCHMIDT, P. On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. **Journal of Econometrics**. Vol.19, Issues 2-3, p.233-238. (1982).

KUMBHAKAR, S. C.; LOVELL, C.A.K.. Stochastic Frontier Analysis, Cambridge University Press. (2000).

MALAFAIA, G.C.; CONTINI, E. DIAS, F.R.T.; GOMES, R.C.; MORAES, A.E.L. **Cadeia produtiva da carne: contexto e desafios futuros**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2021. 48 p. (Documentos/Embrapa Gado de Corte, 291).

MARTINS, M.M. **Análise da eficiência técnica da pecuária de corte para regiões brasileiras selecionadas – uma análise de fronteira estocástica**. 2019. 164f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.2019.

MOREIRA, S. A. **Desenvolvimento de um modelo matemático para otimização de sistema integrado de produção agrícola com terminação de bovinos de corte em 99 confinamentos**. 2010. 146f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Brasília. Brasília - DF, 2010.

OLIVEIRA, F.S. **Análise do sistema de confinamento de bovinos de corte no mercado brasileiro**. 2017. 101 f. Dissertação. (Mestrado em Agronegócio) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.2017.

RIBEIRO, I.; COSTA, E.M.; PINTO, A.P.; DIAS, T.K.M.; SOUZA, H.G. Função de produção e eficiência técnica da pecuária do Nordeste. **Revista de Política Agrícola**, N.04, p.30-44. (2021).

SILVA, C.S.S. **Eficiência técnica e ambiental da pecuária leiteira na região do Triângulo mineiro e Alto Paranaíba**. 2017.64f. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba – SP, 2017.

SOUZA, G.S.; GOMES, E.G.; ABREU, U. G.P. Modelo de produção para a pecuária de corte brasileira com base em dados censitários: Abordagens determinística e estocástica com hipótese de endogeneidade. **Revista de Economia Agrícola**. São Paulo. Vol.63, n.1, p.21-34. (2016).