

BEM-ESTAR ANIMAL EM SISTEMAS INTENSIVOS: UMA ANÁLISE DA ADOÇÃO DE PRÁTICAS EM CONFINAMENTOS DE GADO DE CORTE

ANIMAL WELFARE IN INTENSIVE SYSTEMS: ANALYSIS OF THE ADOPTION OF PRACTICES IN BEEF CATTLE FEEDLOTS

Autor(es): Leticia Caroline da Silva David; Marcela de Mello Brandão Vinholis; Marcelo José Carrer; Hildo Meirelles de Souza Filho

Filiação PPGEP-DEP/UFSCar; Embrapa Pecuária Sudeste; PPGEP-DEP/UFSCar

E-mail: leticiadavid@estudante.ufscar.br; marcela.vinholis@embrapa.br; marcelocarrer@dep.ufscar.br; hildo@dep.ufscar.br

Grupo de Trabalho (GT): GT12. Impactos socioambientais das novas tecnologias no agronegócio

Resumo

Este estudo analisou os fatores que determinam a adoção de duas técnicas de manejo que favorecem o bem-estar animal em confinamentos: curral antiestresse e densidade adequada de animais por área. Os dados primários foram obtidos em 2021, 2022 e 2023 de um total de 285 confinamentos bovinos, compreendendo 324 observações. Um modelo logit foi utilizado na análise. Os resultados mostraram que, para o curral antiestresse, maior capacidade estática, confinadores mais jovens, menor nível de escolaridade do tomador de decisão, acesso à consultoria e bônus nas vendas para frigoríficos são fatores que aumentam a chance de adoção. Para a densidade adequada, confinadores mais jovens, menor nível de escolaridade do tomador de decisão e a passagem do tempo foram fatores que aumentaram a chance de adoção.

Palavras-chave: Bovinocultura; Adoção de tecnologia; Bem-estar animal.

Abstract

This study analyzed the factors that determine the adoption of two management techniques that favor animal welfare in feedlots: anti-stress corral and adequate density of animals per area. Primary data was obtained in 2021, 2022, and 2023 from a total of 285 cattle feedlots, comprising 324 observations. A logit model was used in the analysis. The results showed that, for the anti-stress corral, greater static capacity, younger feedlot owners, lower level of education of the decision-maker, access to consulting, and bonuses on sales to slaughterhouses are factors that increase the chance of adoption. For adequate density, younger feedlot owners, lower level of education of the decision-maker, and the passage of time were factors that increased the chance of adoption.

Key words: Beef cattle farming; Technology adoption; Animal welfare.

1. Introdução

A presença da carne bovina brasileira no mercado internacional exige a produção sustentável de alimentos seguros, éticos e de alta qualidade. O bem-estar animal, definido como a adequação do animal ao ambiente (BROOM, 1986), é um fator essencial nesse contexto. Instalações inadequadas e manejo deficiente podem causar estresse e problemas sanitários, comprometendo a qualidade e a segurança do produto (SILVEIRA; FISCHER; WIEGAND, 2008; FRANCO et al., 2018; MOTA e MARÇAL, 2019).

Embora a produção a pasto ofereça menos fontes de estresse, sistemas de confinamento demandam maior atenção às práticas de bem-estar animal (MOTA e MARÇAL,

2019). Fatores como densidade inadequada, infraestrutura desconfortável e presença de poeira podem impactar negativamente o desempenho dos animais, reduzindo o ganho de peso e elevando a incidência de doenças respiratórias (ARANTES et al., 2013; BERTOLONI et al., 2012; GRANDIN, 2016; SALVIN et al., 2020). Além disso, ambientes mal planejados resultam em hematomas e feridas na carcaça, comprometendo a qualidade da carne.

A densidade de animais por curral é um fator crítico para o bem-estar animal. Estudos recomendam um limite mínimo de 9 m² para cada animal confinado (GALLO, 2023; MONTELLI, 2019). Uma elevada densidade animal, nas quais se extrapola do limite de área necessária por animal, pode propiciar estresse decorrente de fatores psicológicos (ARANTES et al., 2013; SALVIN et al., 2020).

O manejo racional do gado, com currais bem planejados e áreas de manejo em curva, contribui para a redução do estresse e melhora o desempenho dos animais (QUINTILIANO, 2016, GRANDIN, 2005; 2016). Evidências mostram que o estresse ao longo do ciclo produtivo prejudica o desenvolvimento e a engorda do rebanho, impactando diretamente a rentabilidade da atividade (GAUGHAN; DAVIS; MADER, 2004; EDWARDS, 2010).

A negligência em relação a esses aspectos pode resultar em perdas no processo de produção e redução do valor comercial do produto e, por consequência, ter impacto negativo no desempenho da atividade e na rentabilidade do produtor (GAUGHAN; DAVIS; MADER, 2004; EDWARDS, 2010; BERTOLONI et al., 2012; ARANTES et al., 2013; GRANDIN, 2016; MOTA e MARÇAL, 2019). Apesar da relevância do bem-estar animal, a literatura carece de estudos sobre os fatores determinantes da adoção de práticas e estruturas que minimizam o estresse em confinamentos no Brasil. A decisão pela implementação dessas estruturas envolve fatores socioeconômicos dos gestores, características do sistema de produção e aspectos institucionais. Assim, este estudo tem como objetivo identificar os fatores determinantes da adoção de duas técnicas de manejo em confinamentos de bovinos de corte no Brasil. A primeira é a adoção de currais antiestresse e a segunda é a adoção de densidade adequada de animais por curral. A investigação foi conduzida com dados dos anos de 2021, 2022 e 2023, obtidos de uma amostra de 285 confinamentos do Estado de São Paulo. Modelos lineares generalizados para dados com resposta binária (logit) foram utilizados para modelagem dos determinantes da adoção das duas técnicas de manejo. A próxima seção apresenta o referencial teórico, seguida do método e dos resultados.

2. Referencial teórico

A adoção de tecnologias no setor agropecuário ocorre de forma heterogênea entre os produtores, podendo ser influenciada por diversos fatores que vão além das características intrínsecas das inovações. Pode ser encontrado na literatura diversas categorizações acerca dos fatores que influenciam a decisão de adoção tecnológica na agropecuária. A categorização utilizada nesse estudo foi proposta por Souza Filho et al. (2011) e Geroski (2000) sendo dividida em: (i) características socioeconômicas e comportamentais do produtor; (ii) características da propriedade e do sistema de produção; (iii) fatores externos ou sistêmicos, como o ambiente institucional.

As características socioeconômicas e comportamentais do produtor podem assumir diversas dimensões, tais como aquelas relacionadas à sua renda, às suas percepções quanto ao risco e ao capital humano. Em estudos quantitativos são utilizadas diversas variáveis para captar esse conjunto de dimensões, como por exemplo a idade, a escolaridade e o tempo de experiência com o setor agropecuário. Nesse sentido, procura-se testar hipóteses, tais como a de que produtores mais novos possuem maior propensão a serem adeptos a tecnologias, enquanto produtores mais velhos são mais tecnófobos, como apontam diversos achados (DREWRY et al., 2019; GROHER; HEITKÄMPER; UMSTÄTTER, 2020; MARESCOTTI et al., 2021). Um nível mais elevado de escolaridade também pode favorecer a adoção de novas tecnologias (BOYER et al., 2024; DREWRY et al., 2019; GABRIEL and GANDORFER, 2023; MENDES et al., 2023). O papel desempenhado por diversas fontes de informação sobre a tecnologia também é investigado, como participação em treinamentos sobre bem-estar animal (KILIÇ; BOZKURT, 2013; HUERTAS; GALLO; GALINDO, 2014). O acesso ao apoio técnico de um consultor especializado pode ser também um fator determinante a adoção de tecnologias.

Características da propriedade rural podem também ser determinantes da adoção. Uma maior escala de produção, por exemplo, pode reduzir os custos médios e, consequentemente promover a adoção. Um dos principais entraves identificados na literatura diz respeito aos custos envolvidos na adoção tecnológica, tanto os investimentos iniciais quanto a percepção de custo-benefício ao longo do tempo (ABENI; PETRERA; GALLI, 2019; MARESCOTTI et al., 2021; MAKINDE; ISLAM; WOOD, 2022). Nesse contexto, propriedades com maior escala de produção tendem a apresentar maior capacidade de absorver tais custos, uma vez que suas receitas são proporcionalmente maiores, o que permite a diluição dos investimentos

e torna a adoção mais viável do ponto de vista econômico quando comparadas a pequenos produtores.

Fatores externos ao empreendimento, não controlados pelos produtores, como políticas de extensão rural, crédito subsidiado, mudanças em leis e regulamentos, e alterações de mercado nos preços de produtos e insumos, também podem afetar a adoção e difusão de tecnologias agropecuárias (SOUZA FILHO et al., 2011).

3. Materiais e métodos

3.1 Amostragem

Os dados primários deste estudo foram obtidos por meio da pesquisa-expedição Confina Brasil conduzida anualmente pela Scot Consultoria nos anos de 2021, 2022 e 2023. Os dados foram coletados por meio de questionário estruturado aplicado presencialmente a uma amostra de 285 confinamentos de gado de corte distribuídos nas cinco regiões brasileiras, em 177 municípios de 15 estados. A distribuição geográfica é ilustrada na Figura 1. Considerando os três anos de levantamento, foi possível obter um total de 324 observações para realizar as estimativas.

O instrumento de coleta contemplou questões objetivas referentes a: (i) características sociodemográficas do tomador de decisão; (ii) atributos do estabelecimento rural (tamanho da fazenda, localização e capacidade estática); (iii) especificações do sistema de produção (características relacionadas com a escala de produção, características do modelo de negócio), e; (iv) adoção de práticas e estruturas voltadas para o bem-estar animal (curral de manejo antiestresse e densidade dos currais).

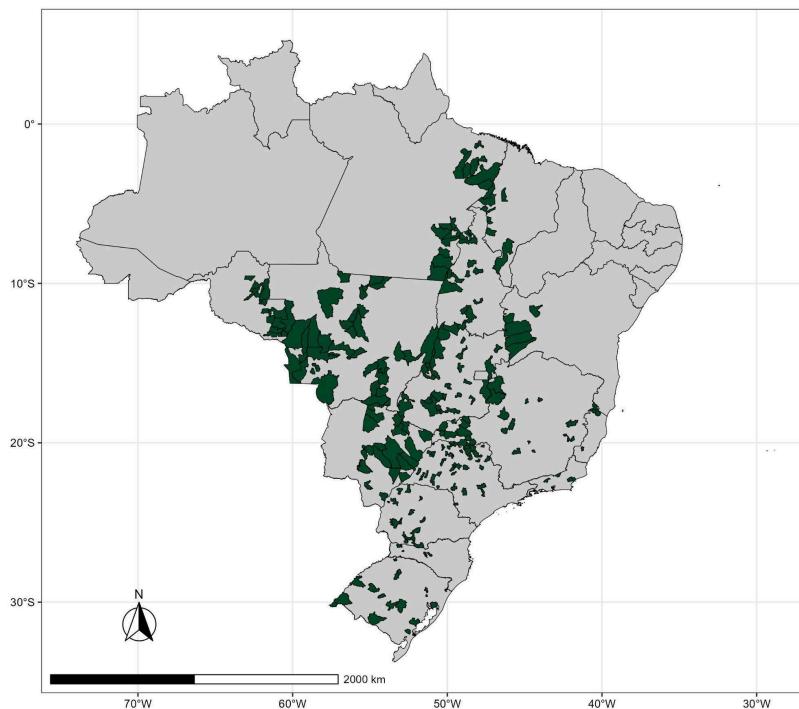


Figura 1. Distribuição geográfica das fazendas da amostra, por estado.

Fonte: Dados da pesquisa.

3.2 Método de Análise

3.2.1 Variáveis

A análise dos dados foi inicialmente realizada por meio de estatísticas descritivas (medidas de posição, de dispersão e frequências) de variáveis representativas dos fatores determinantes da adoção das duas técnicas de manejo Curral anti-estresse e Manejo adequado (9 m²/cabeça). Uma revisão da literatura empírica sobre adoção de tecnologias de bem-estar animal auxiliou na identificação de fatores determinantes e suas variáveis representativas. Modelos lineares generalizados para dados com resposta binária (*logit*) para modelagem da adoção das técnicas de manejo de bem-estar animal foi posteriormente utilizado. Foram estimados dois modelos *logit* distintos, um para cada técnica de bem-estar animal. Dessa forma, foi possível identificar os determinantes que melhor explicassem a adoção. A Tabela 1 apresenta as definições das variáveis utilizadas no modelo econômico.

Tabela 1. Descrição das variáveis.

Sigla	Variável	Descrição
Dependentes		
Y1	Curral antiestresse	1 se adota curral antiestresse; 0 caso contrário.
Y2	Densidade	1 se adota a densidade animal adequada (9 m ² /cabeça) nos currais de engorda; 0 caso contrário.
Independentes		
<i>Capital humano</i>		
IDD	Idade	Idade do produtor, em anos.
ESC	Escolaridade	1 se possui ensino superior; 0 caso contrário
<i>Recursos financeiros</i>		
ALT	Renda alternativa	1 se possui outra renda além da agropecuária; 0 caso contrário.
INV	Crédito	1 se acessou nos últimos 3 anos crédito rural para investimento; 0 caso contrário.
<i>Fonte de informação</i>		
CON	Consultoria privada	1 se consultor particular é uma fonte de informação para tomada de decisão na gestão da fazenda; 0 caso contrário.
<i>Escala de produção</i>		
CE	Capacidade estática	Capacidade de engorda de animais por ciclo, em cabeças.
CIC	Ciclos	1 se o produtor realiza um ciclo de confinamento ao ano; 0 caso contrário
<i>Modelo de negócio</i>		
BON	Bonificação	1 se recebe algum tipo de bonificação na venda do bovino para abate; 0 caso contrário.
ANO	Ano	Ano de coleta dos dados.

Fonte: Autoria própria

3.2.2 Modelo econométrico

A análise de correlação entre as variáveis independentes precedeu a estimação dos modelos *Logit* binário. As variáveis que mostraram estar altamente correlacionadas (correlação maior que 0,4) foram descartadas da análise, a fim de evitar multicolinearidade. A estrutura genérica do modelo linear generalizado para resposta binária segue:

$$\pi(x) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_9 x_9)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_9 x_9)} \quad (1)$$

Por meio da função de ligação logit, o modelo pode ser escrito da seguinte forma:

$$\ln(Y_i) = \ln\left(\frac{\pi(x)}{1-\pi(x)}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_9 x_9 \quad (2)$$

Em que X_i , $i=1, \dots, 9$ são as variáveis independentes de interesse, β_j , $j=0, \dots, 9$ é o coeficiente a ser estimado e Y_i será a resposta a adoção para cada uma das técnicas de manejo de bem-estar animal: 1, se o confinador adota; 0, caso contrário (BALTAGI; 2008, WOOLDRIDGE; 2010, GREENE, 2012).

O teste de hipótese utilizado para verificar a adequação do modelo em estudo foi o teste de razão de verossimilhança, visando testar a igualdade a 0 dos parâmetros estimados. A estimação do modelo foi realizada por meio de Máxima Verossimilhança. O software

estatístico utilizado para as análise dos dados foi o R (R CORE TEAM, 2024), utilizando o pacote *pglm* para as estimativas estatísticas dos Modelos Lineares Generalizados.

4. Resultados e discussões

4.1. Estatísticas descritivas

A Tabela 2 apresenta o nível de difusão observado para as duas técnicas de manejo, considerando os dados dos confinamentos de bovinos de corte da amostra. Como pode ser observado, a densidade de animais adequada por área dos currais de engorda ($9\text{ m}^2/\text{cabeça}$) é mais difundida do que currais anti-estresse. A adoção da densidade adequada foi constatada em 250 observações dentre as 324 observadas nos três anos de dados da amostrada (77,2% de adoção). Em contrapartida, a adoção do curral foi observada em 104 observações (32,1%). Uma possível explicação para a baixa taxa de difusão desses currais é o elevado investimento inicial necessário. Observa-se também que 83 das 324 observações (25,6%) apontavam a adoção de ambas as técnicas, enquanto 53 (16,3% da amostra) apontavam a não adoção das duas.

Tabela 2. Frequência da adoção de técnicas de manejo para o bem-estar animal, 324 observações nos anos de 2021, 2022 e 2023.

Investimento	Adotantes	Número de adotantes		
		0	1	2
Curral antiestresse	104	0	21	83
Densidade	250	0	167	83
	Frequência Y (n)	53	188	83
	Frequência Y (%)	16,35%	58,02%	25,62%

Fonte: Autoria própria

A Tabela 3 apresenta as estatísticas descritivas dos adotantes e não adotantes para cada técnica de bem-estar animal. Considerando a distribuição temporal, observa-se que o banco de dados está relativamente balanceado durante os anos de 2021, 2022 e 2023. O nível de difusão de currais antiestresse cresceu no período, passando de 23% em 2021 para 38% em 2022 e 35% em 2023. Para densidade adequada, o nível de difusão também cresceu, passado de 71% em 2021 para 91% em 2022, embora tenha se reduzido para 66% em 2023.

Tabela 3. Estatísticas descritivas da amostra.

n	Amostra	Curral antiestresse		Densidade adequada			
		Não-adotante	Adotante	p-valor	Não-Adotante	Adotante	p-valor
ANO (%)		324	220	104	74	250	***
2021	109 (33,6)	84 (38,2)	25 (24,0)		31 (41,9)	78 (31,2)	
2022	118 (36,4)	73 (33,2)	45 (43,3)		10 (13,5)	108 (43,2)	
2023	97 (29,9)	63 (28,6)	34 (32,7)		33 (44,6)	64 (25,6)	
CE (média (DP))	7306,91 (10144,68)	5406,35 (8402,77)	11327,31 (12189,00)	***	7012,57 (12469,48)	7394,03 (9374,51)	
ESC = 1, n, (%)	269 (83,0)	185 (84,1)	84 (80,8)		67 (90,5)	202 (80,8)	*
IDD (média (DP))	43,77 (13,06)	45,18 (13,77)	40,80 (10,89)	***	48,47 (14,35)	42,38 (12,34)	***
INV= 1 , n, (%)	176 (54,3)	122 (55,5)	54 (51,9)		46 (62,2)	130 (52,0)	
CON = 1, n, (%)	107 (33,0)	80 (36,4)	27 (26,0)	*	20 (27,0)	87 (34,8)	
ALT = 1, n, (%)	163 (50,3)	108 (49,1)	55 (52,9)		41 (55,4)	122 (48,8)	
BON, n, (%)	111 (34,3)	63 (28,6)	48 (46,2)	***	32 (43,2)	79 (31,6)	*
CIC= 1, n, (%)	125 (38,6)	89 (40,5)	36 (34,6)		24 (32,4)	101 (40,4)	

Nota: Asterisco (*) indica que é significante estatisticamente, ao nível: * $p \leq 0,10$; ** $p \leq 0,05$, e; *** $p \leq 0,01$.

Fonte: Autoria própria

A capacidade estática dos confinamentos na amostra apresenta alta amplitude com o mínimo sendo 140 cabeças por ciclo e o máximo de 82000 cabeças por ciclo. Portanto, observa-se a presença tanto de confinamentos pequenos confinadores quanto de grandes. A quantidade média de cabeças confinadas por ciclo é de 7307. Para essa variável, observa-se diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$) entre adotantes e não-adotantes de curral antiestresse. Os adotantes possuem capacidade estática média maior com 11.327,31 e os não-adotantes de 5.406,35 cabeças, sugerindo que confinamentos de grande porte tendem a adotar essa técnica. No caso da densidade adequada, não há diferença significativa entre adotantes e não adotantes, sugerindo que a capacidade estática não os discrimina.

Assim como a capacidade estática do confinamento, a idade dos tomadores de decisão também possui grande amplitude, com a idade do confinador mais novo sendo de 21 anos e a do mais velho sendo de 80 anos. A idade amostral média é de aproximadamente 44 anos. Essa média é significativamente diferente entre adotantes e não-adotantes tanto de curral antiestresse quanto de densidade adequada. Os adotantes possuem média de idade mais baixa, sugerindo que produtores mais jovens podem ter maior tendência a adotar essas práticas.

Com relação à escolaridade, observa-se que 83% das observações da amostra revelaram nível de escolaridade equivalente ao ensino superior, o que reflete um alto nível de educação formal quando comparado à média dos produtores rurais. Essa variável não apresentou diferença estatística significativa entre adotantes e não adotantes de curral antiestresse., mas mostrou-se relevante para discriminar os adotantes da densidade adequada.

As variáveis referentes ao acesso ao crédito rural para investimento e fonte de renda alternativa não revelaram diferenças estatisticamente significativas. O recebimento de bonificação paga por frigoríficos ocorre em aproximadamente um terço das observações, e em ambas as práticas houve diferenças estatísticas entre os adotantes e não adotantes. O acesso a consultoria como fonte de informação relevante para tomada de decisão apresentou diferença estatisticamente significante para adotantes e não adotantes de curral antiestresse ($p<0,1$). Para as outras variáveis não houve diferenças estatísticas relevantes.

4.2. Regressão logística

As variáveis utilizadas nos modelos de regressão logística foram selecionadas com base na ausência de alta correlação entre si, conforme recomendação metodológica para garantir a robustez dos coeficientes estimados. A Tabela 4 apresenta os modelos estimados para as estruturas de bem-estar animal avaliadas.

Foi realizado o teste da razão de verossimilhanças para verificar a igualdade de pelo menos um parâmetro das regressões estimadas a zero. Para ambas as regressões houve a rejeição da hipótese nula a um nível de significância de pelo menos 1%. Ambos os modelos apresentaram ajuste estatisticamente significativo com rejeição da hipótese nula no teste da razão de verossimilhança ($p \leq 0,001$). Os valores de AUC foram superiores a 65%, indicando poder discriminatório aceitável.

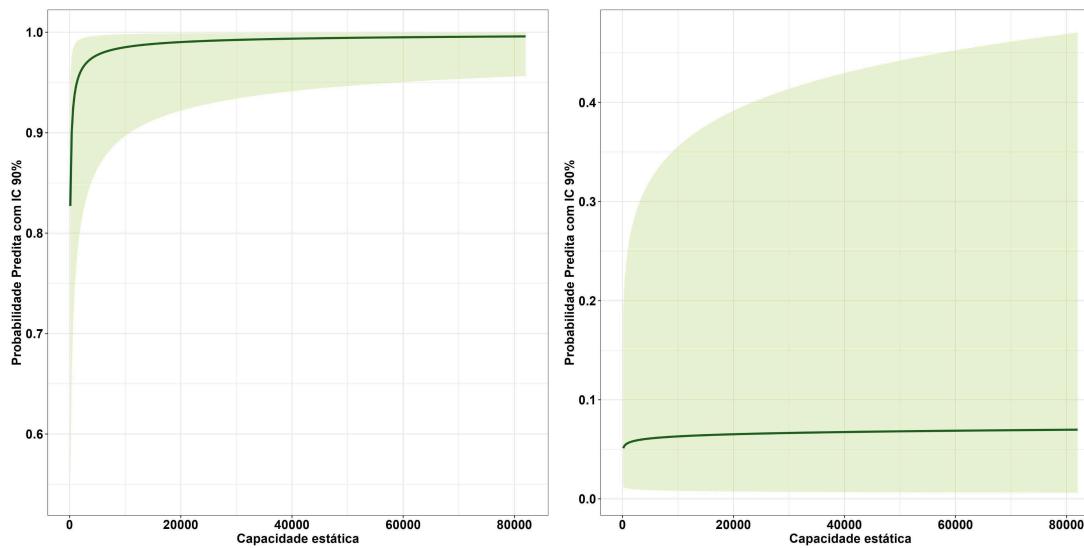
Tabela 4. Modelos de regressão logística para as estruturas de bem-estar animal em confinamentos de bovinos de corte.

	Curral		Densidade		***
	Coef.	O.R. %	Coef.	O.R. %	
Intercepto	-4,60924	-99,00%	***	3,16256	2263,10% ***
(1)Capacidade estática	0,61558	85,07%	***	0,05187	5,32%
Escolaridade	-0,96242	-61,80%	***	-1,26011	-71,64% ***
Idade	-0,0248	-2,45%	**	-0,04073	-3,99% ***
Investimento	-0,10305	-9,79%		0,04666	4,78%
Consultoria	-0,49887	-39,28%	*	0,34875	41,73%
Renda alternativa	0,38586	47,09%		0,23646	26,68%
Bonificação	0,7254	106,56%	**	-0,30938	-26,61%
Ciclos	0,13162	14,07%		0,40533	49,98%
Ano 2022 - 2021	0,52719	69,42%		1,53125	362,40% ***
Ano 2023 - 2021	0,25796	29,43%		-0,20618	-18,63%
Log-likelihood	-173,17			-174,09	
p-valor	$\leq 0,001$			$\leq 0,001$	
AIC	368,3422			321,1895	
AUC (%)	75,24			67,33	

Nota: Asterisco (*) indica que é significante estatisticamente, ao nível: * $p \leq 0,10$; ** $p \leq 0,05$, e; *** $p \leq 0,01$.

(1) Variável utilizada na escala logarítmica. Fonte: Autoria própria

A capacidade estática do confinamento se mostrou significante para a adoção de curral antiestresse ($p < 0,01$). A razão de chances indica que, para cada aumento unitário no logaritmo da capacidade estática, a chance de adoção aumenta em 85,07%. Esse achado sugere que confinadores com operações maiores têm maior propensão a investir em nessas estruturas mais sofisticadas. A escala de produção é um dos fatores mais apontados em estudos como determinantes a adoção de tecnologias na agropecuária (BOYER et al., 2024; EDWARDS; DELA RUE; JAGO, 2015; GARGIULO et al., 2018; VINHOLIS; CARRER; SOUZA FILHO, 2017). Na figura 2 pode ser vista a probabilidade predita da capacidade estática para a adoção de curral antiestresse, no ano de 2022 e de 2023. Apesar de nos dois anos ter apresentado uma associação positiva entre a probabilidade de adoção de currais antiestresse e o aumento da capacidade estática dos confinadores, no ano de 2023 essa probabilidade predita teve menor variabilidade e valores menores.



(a) Ano de 2022

(b) Ano de 2023

Figura 2. Probabilidade predita da capacidade estática para a adoção de curral antiestresse, no ano de 2022.

Fonte: Autoria própria

O nível de escolaridade do tomador de decisão possui influência na adoção de ambas as práticas. Possuir ensino superior, diminui em 61,80% a chance de ele adotar o curral antiestresse (p -valor = 0,011). Já para a utilização de densidade adequada, possuir ensino superior diminui 71,64% a chance de adoção (p -valor = 0,010). Embora contraintuitivo, esse resultado pode estar relacionado ao perfil específico dos produtores da amostra, que, apesar de possuírem maior escolaridade, podem estar mais focados em estratégias produtivas com outros enfoques tecnológicos ou econômicos. Além disso, produtores com menor nível de

escolaridade podem estar utilizando consultorias especializadas como fonte de informação para a gestão da propriedade. A variável de acesso a consultoria mostrou-se estatisticamente significativa no modelo de adoção de currais antiestresse ($p\text{-valor} = 0,0918$), sugerindo que produtores com menor escolaridade tendem a compensar eventuais limitações em formação técnica formal por meio do acesso a orientação profissional. Nesse contexto, o apoio de consultores pode facilitar a tomada de decisões mais assertivas, especialmente aquelas voltadas à adoção de tecnologias relacionadas ao bem-estar animal (SLIJPER, 2023; RIZZO, 2024).

A idade do tomador de decisão foi um fator que influenciou tanto a adoção de curral antiestresse ($p\text{-valor} = 0,0221$) quanto a densidade de animais por cocho de engorda ($p\text{-valor} < 0,01$). Isso reforça a tendência observada de que produtores mais jovens são mais propensos a implementar inovações. A Figura 3 apresenta a probabilidade predita da adoção de estruturas voltadas ao bem-estar animal em função da idade do tomador de decisão, com intervalo de confiança de 90%, para o ano de 2022. Observa-se que, tanto para o curral antiestresse (Figura 3a) quanto para a densidade adequada (Figura 3b), há uma tendência decrescente da probabilidade de adoção à medida que a idade avança. No caso do curral antiestresse, a redução é mais suave, mantendo-se uma alta probabilidade de adoção entre os 30 e 60 anos. Por outro lado, a probabilidade de adoção da densidade adequada apresenta uma queda mais acentuada, sendo significativamente menor entre os produtores com mais de 60 anos.

Esses resultados sugerem que produtores mais jovens estão mais propensos a incorporar práticas de bem-estar animal, possivelmente por estarem mais abertos à inovação e à incorporação de conhecimentos atualizados sobre manejo. Esse padrão é corroborado por estudos que apontam que produtores mais jovens tendem a ter maior predisposição para adotar tecnologias e práticas inovadoras no meio rural, seja por maior familiaridade com tecnologias digitais, seja por maior acesso a fontes de informação atualizadas (BOYER et al., 2024; SOUZA FILHO et al., 2011). O amplo intervalo de confiança nas faixas etárias mais extremas também sugere menor densidade de dados nesses grupos, o que reforça a importância de políticas de difusão tecnológica segmentadas por faixa etária.

O recebimento de bonificação por frigoríficos é um fator que aumenta a adoção de curral antiestresse, aumento de 106,56% ($p\text{-valor}=0,0116$). Esse resultado sugere que esse tipo de incentivo no preço pode fomentar práticas mais alinhadas ao bem-estar animal. Estudos revelaram que criadores que são capazes de demonstrar a promoção do bem-estar animal

tendem a receber preferência na compra por parte de frigoríficos e demais agentes da cadeia produtiva (COSTA, 2012; HUERTAS, S. M.; GALLO, C.; GALINDO, 2014).

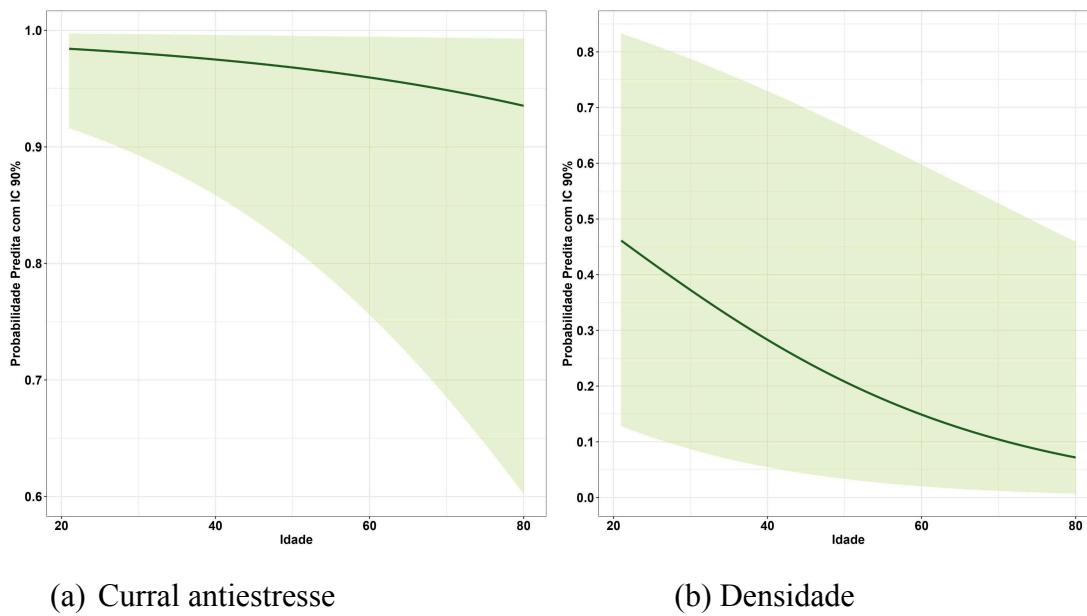


Figura 3. Probabilidade predita da idade para a adoção das estruturas, no ano de 2022.

Fonte: Autoria própria

As variáveis referentes ao acesso a crédito para investimento nos últimos anos, a posse de renda alternativa e a quantidade de ciclos realizados não se mostraram como fatores determinantes para a adoção das duas técnicas de manejo.

Além dos fatores relacionados às características do confinador e da estrutura produtiva, a variável ano mostrou-se relevante para a prática de adoção da densidade adequada de animais por cocho. No modelo logístico estimado, o ano de 2022, em comparação a 2021, apresentou um coeficiente positivo e estatisticamente significativo ($p \leq 0,01$), indicando que houve aumento expressivo na chance de adoção dessa prática em 2022. O valor da razão de chances associada a esse coeficiente foi de 362,4, o que significa que as chances de adoção foram mais de três vezes maiores em 2022 do que em 2021, mesmo após o controle pelas demais variáveis explicativas. Em relação ao ano de 2023, não foram observadas associações significativas com a adoção de nenhuma das práticas, o que pode refletir estabilização nos padrões de adoção ou outros fatores contextuais que neutralizaram o efeito temporal. Esse comportamento não linear de adoção de tecnologias e inovações agrícolas foi verificado e apontado em outro estudo, com picos e estabilizações associadas a eventos institucionais, pressões de mercado e incentivos (KLERKX e LEEUWIS, 2008).

5. Conclusões

Este estudo analisou os fatores condicionantes da adoção de estruturas ou práticas que auxiliam na manutenção do bem-estar animal por meio de regressão *Logit* por confinadores de gado de corte no Brasil. Os resultados revelaram diferenças significativas entre os adotantes e não-adotantes de curral antiestresse e densidade adequada de animais por cocho. Os adotantes demonstraram menor escolaridade e idade média mais baixa em ambos os casos. No caso específico do curral antiestresse, a capacidade estática, o acesso a consultoria como fonte de informação, e o recebimento de bonificação na venda aos frigoríficos são fatores que aumentam a chance de adoção. Para a densidade adequada, verificou-se que o efeito temporal foi um fator condicionante a chance de adoção; contudo, as características demográficas e financeiras não discriminaram adotantes de não adotantes.

Em conjunto, os achados evidenciam a complexidade do processo de adoção de tecnologias voltadas ao bem-estar animal, o qual envolve não apenas fatores estruturais e financeiros, mas também aspectos relacionados ao perfil do tomador de decisão e aos incentivos de mercado. Tais resultados oferecem subsídios relevantes para a formulação de políticas públicas, programas de incentivo e estratégias privadas voltadas à difusão de práticas sustentáveis e responsáveis na pecuária intensiva brasileira.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem à Scot Consultoria e Embrapa pelo apoio técnico-científico ao desenvolvimento do artigo (cooperação técnica SAIC 2360022/0019-0) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo auxílio financeiro (projeto 2023/14466-3 vinculado ao projeto 2022/02967-5).

Referências

- ABENI, Fabio; PETRERA, Francesca; GALLI, Andrea. A survey of Italian dairy farmers' propensity for precision livestock farming tools. **Animals**, v. 9, n. 5, p. 202, 2019.
- ARANTES, A. O. et al. Efeitos da condição de estresse em bovinos de corte. **Scientific Electronic Archives**, v. 3, n. 1, p. 63-72, 2013.
- BALTAGI, Badi Hani; BALTAGI, Badi H. **Econometric analysis of panel data**. Chichester: Wiley, 2008.
- BERTOLONI, William et al. Bem-estar e taxa de hematomas de bovinos transportados em diferentes distâncias e modelos de carroceria no estado do Mato Grosso-Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, p. 850-859, 2012.
- BOYER, Christopher N. et al. Influence of risk and trust on beef producers' use of

precision livestock farming. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 218, p. 108641, 2024.

BROOM, Donald M. Indicators of poor welfare. **British veterinary journal**, v. 142, n. 6, p. 524-526, 1986.

COSTA, M JR Paranhos et al. Strategies to promote farm animal welfare in Latin America and their effects on carcass and meat quality traits. **Meat science**, v. 92, n. 3, p. 221-226, 2012.

DREWRY, Jessica L. et al. Assessment of digital technology adoption and access barriers among crop, dairy and livestock producers in Wisconsin. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 165, p. 104960, 2019.

EDWARDS, T. A. Control methods for bovine respiratory disease for feedlot cattle. **Veterinary clinics: Food animal practice**, v. 26, n. 2, p. 273-284, 2010.

EDWARDS, J. P.; DELA RUE, BT; JAGO, J. G. Evaluating rates of technology adoption and milking practices on New Zealand dairy farms. **Animal Production Science**, v. 55, n. 6, p. 702-709, 2014.

GABRIEL, Andreas; GANDORFER, Markus. Adoption of digital technologies in agriculture—an inventory in a european small-scale farming region. **Precision Agriculture**, v. 24, n. 1, p. 68-91, 2023.

GALLO, Carmen et al. Minimum space requirements for cattle: An approach based on photographic records. **Veterinary Record**, v. 192, n. 9, p. no-no, 2023.

GARGIULO, Juan I. et al. Dairy farmers with larger herd sizes adopt more precision dairy technologies. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 6, p. 5466-5473, 2018.

GAUGHAN, John B.; DAVIS, M. Shane; MADER, Terry L. Wetting and the physiological responses of grain-fed cattle in a heated environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 55, n. 3, p. 253-260, 2004.

GEROSKI, Paul A. Models of technology diffusion. **Research policy**, v. 29, n. 4-5, p. 603-625, 2000.

GRANDIN, Temple. Special Report: Maintenance of good animal welfare standards in beef slaughter plants by use of auditing programs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 226, p. 370-373, 2005.

GRANDIN, Temple. Evaluation of the welfare of cattle housed in outdoor feedlot pens. **Veterinary and Animal Science**, v. 1, p. 23-28, 2016.

GREENE, William. H.(2012): Econometric analysis. **Journal of Boston: Pearson Education**, p. 803-806, 2012.

GROHER, T.; HEITKÄMPER, K.; UMSTÄTTER, C. Digital technology adoption in livestock production with a special focus on ruminant farming. **Animal**, v. 14, n. 11, p. 2404-2413, 2020.

HUERTAS, S. M.; GALLO, C.; GALINDO, F. Drivers of animal welfare policy in the Americas. **Rev Sci Tech Off Int Epiz**, v. 33, n. 1, p. 67-76, 2014.

KLERKX, Laurens; LEEUWIS, Cees. Balancing multiple interests: Embedding innovation intermediation in the agricultural knowledge infrastructure. **Technovation**, v. 28, n. 6, p. 364-378, 2008.

KILIÇ, İ.; BOZKURT, Zehra. The relationship between farmers' perceptions and animal welfare standards in sheep farms. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 26, n. 9, p. 1329, 2013.

MAKINDE, Ayoola et al. Investigating perceptions, adoption, and use of digital technologies in the Canadian beef industry. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 198, p. 107095, 2022.

MARESCOTTI, Maria Elena et al. Smart farming in mountain areas: Investigating livestock farmers' technophobia and technophilia and their perception of innovation. **Journal of Rural Studies**, v. 86, p. 463-472, 2021.

MENDES, Juliana de Jesus et al. Adoption and impacts of messaging applications and participation in agricultural information-sharing groups: an empirical analysis with Brazilian farmers. **Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies**, v. 14, n. 4, p. 676-693, 2023.

MONTELLI, Natalia Ludmila Lins Lima et al. Impactos econômicos do espaço disponível por animal em confinamentos bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 6Supl3, p. 3665-3678, 2019.

MOTA, Renan Guilherme; MARCAL, W. Sachetin. Comportamento e bem-estar animal de bovinos confinados: Alternativas para uma produção eficiente, rentável e de qualidade: Revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal: RBHSA**, v. 13, n. 1, p. 125-141, 2019.

QUINTILIANO, Murilo Henrique; PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Manejo racional de bovinos de corte em confinamento: Produtividade e bem-estar animal. **Anais da IV SINEBOV, Seropédica**, 2006.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2024 <<https://www.R-project.org/>>.

RIZZO, Giuseppina et al. Key factors influencing farmers' adoption of sustainable innovations: a systematic literature review and research agenda. **Organic Agriculture**, v. 14, n. 1, p. 57-84, 2024.

SALVIN, Hannah E. et al. Welfare of beef cattle in Australian feedlots: A review of the risks and measures. **Animal Production Science**, v. 60, n. 13, p. 1569-1590, 2020.

SILVEIRA, ID Barbosa; FISCHER, Vivian; WIEGAND, M. M. Temperamento em bovinos de corte: métodos de medida em diferentes sistemas produtivos. **Archivos de zootecnia**, v. 57, n. 219, p. 321-332, 2008.

SOUZA FILHO, Hildo Meirelles et al. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 28, n. 1, p. 223-255, 2011.

SLIJPER, Thomas et al. Investigating the relationship between knowledge and the adoption of sustainable agricultural practices: The case of Dutch arable farmers. **Journal of Cleaner Production**, v. 417, p. 138011, 2023.

VINHOLIS, Marcela de Mello Brandão; CARRER, Marcelo José; SOUZA FILHO, Hildo Meirelles de. Adoption of beef cattle traceability at farm level in São Paulo State, Brazil. **Ciência Rural**, v. 47, n. 9, p. e20160759, 2017.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Econometric analysis of cross section and panel data**. MIT press, 2010.