



Análise longitudinal dos fatores pré-abate que influenciam a incidência de lesões em carcaças de bovinos

[Longitudinal analysis of pre-slaughter factors influencing the incidence of injuries in beef carcasses]

Eleanatan Syanne da Cruz Ribeiro^{*1} , Natan Lima Abreu² , Alessandra de Souza Mourão³ , Giselle Almeida Couceiro³ , Ricardo Zambarda Vaz⁴ , Jorge Cardoso de Azevedo³ , Thiago Carvalho da Silva³ , Cristian Faturi³ 

1 Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém, Pará, Brasil 

2 Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, São Paulo, Brasil 

3 Universidade Federal de Roraima (UFRR), Boa Vista, Roraima, Brasil 

4 Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil 

*autor correspondente: zoosyanne@gmail.com

Recebido: 09 de outubro de 2024. Aceito: 10 de junho de 2025. Publicado: 22 de dezembro de 2025.

Editor: Rondineli P. Barbero

Resumo: O estudo teve como objetivo analisar e quantificar os possíveis fatores que contribuem para lesões em carcaças de bovinos de corte. Foram utilizados dados de 1.980 lotes (117.241 carcaças) de animais abatidos em um frigorífico com SIF no estado do Pará (Brasil), correspondendo ao total de abate anual desse estabelecimento. Os dados são referentes ao período de maio de 2020 a maio de 2021 e foram analisados por regressão binomial. Os resultados demonstraram que a variável sexo foi a mais relevante para a formação do modelo, com lotes de fêmeas apresentando 24 % mais chances de desenvolver hematomas nas carcaças em comparação aos lotes de machos. A presença de animais aspados aumentou em 120 % e em 473 % as chances de haver carcaças lesionadas em lotes mistos e com aspados, respectivamente, em comparação com lotes de animais mochos. Foram registradas 9.653 carcaças lesionadas, com uma média de 4,87 carcaças por lote. A análise indicou que distâncias percorridas acima de 800 km aumentaram a probabilidade de lesões em 188 %. Em resumo, o transporte, a distância percorrida e as densidades de carga foram considerados os fatores mais relevantes para a ocorrência de lesões. O estudo enfatiza a necessidade de atenção às condições a que os animais são submetidos até o abate, pois essas condições impactam os parâmetros produtivos e o interesse comercial, ressaltando a importância de práticas que visem a minimizar o estresse e a garantir o bem-estar animal.

Palavras-chave: manejo pré-abate; bem-estar animal; bovinocultura de corte.

Abstract: The study aimed to analyze and quantify the potential factors contributing to carcass injuries in beef cattle. Data were obtained from 1,980 batches (117,241 carcasses) of animals slaughtered at a federally inspected (SIF) slaughterhouse located in the state of Pará, Brazil, representing the total annual slaughter volume of the facility. The data cover the period from May 2020 to May 2021 and were analyzed using binomial regression. The results indicated that sex was the most influential variable in model development, with batches of female animals exhibiting a 24 % higher likelihood of presenting



carcass bruises compared to batches of males. The presence of horned animals increased the odds of carcass injuries by 120 % in mixed batches and by 473 % in batches composed exclusively of horned animals, relative to batches of polled cattle. A total of 9,653 injured carcasses were recorded, with an average of 4.87 injured carcasses per batch. The analysis further revealed that transport distances exceeding 800 km increased the probability of injuries by 188 %. In summary, transport conditions, travel distance, and loading densities were identified as the most significant factors associated with carcass injuries. The study highlights the importance of monitoring the conditions to which animals are exposed prior to slaughter, as these factors have a direct impact on production parameters and commercial value. The findings underscore the necessity of implementing practices that reduce stress and promote animal welfare throughout the production chain.

Keywords: pre-slaughter handling; animal welfar; beef cattle farming.

1. Introdução

A pecuária e os produtos de origem animal são fundamentais para a sustentabilidade, para a alimentação e nutrição humana, para a redução da pobreza, para a ampliação dos meios de subsistência, para a segurança alimentar e para a promoção da saúde⁽¹⁾. Nesse contexto, o bem-estar animal permite inferir sobre as condições de criação e de abate dos animais.

A cadeia produtiva da carne bovina tem buscado destacar, para produtores, transportadores, operadores, consumidores, autoridades e organizações, a importância de considerar o bem-estar animal em todas as etapas de suas operações⁽²⁾. Durante o manejo pré-abate, os bovinos enfrentam desafios que comprometem esse bem-estar e podem gerar lesões nas carcaças⁽³⁾. Entre os fatores estressores, o carregamento e o transporte merecem atenção, pois, além de afetarem diretamente os animais, envolvem variáveis de difícil controle⁽⁴⁾.

A avaliação do manejo pode ser feita por meio de métodos subjetivos, como a análise visual das carcaças. O monitoramento da prevalência de hematomas e contusões nos abatedouros é uma estratégia eficaz para avaliar as práticas de manejo adotadas⁽⁵⁾. No abatedouro, caso as carcaças detenham algum comprometimento, ocorrem condenações parciais ou totais e, uma vez identificadas imperfeições, é necessário o descarte de porções comercializáveis, determinantes de perdas econômicas, pois não se obtêm recursos por esses produtos^(6,7).

Essas perdas poderiam ser minimizadas por meio do investimento em boas práticas de manejo durante o pré-embarque e o transporte⁽⁸⁾. Assim, fomentar pesquisas que identifiquem os fatores associados às contusões em carcaças bovinas é essencial para a implementação de estratégias que reduzam prejuízos na produção.

Pressupõe-se que práticas inadequadas de manejo e de transporte estejam diretamente relacionadas à ocorrência de lesões nas carcaças de bovinos de corte. Nesse sentido, incentivar pesquisas voltadas à identificação dos fatores que influenciam a formação de contusões torna-se essencial para subsidiar a adoção de estratégias de manejo mais eficazes, visando à redução de perdas econômicas na produção. Diante disso, este estudo teve como objetivo analisar e quantificar os possíveis fatores associados à ocorrência de lesões em carcaças de bovinos de corte.

2. Material e métodos

O estudo foi realizado com informações da base de dados do abatedouro de bovinos localizado no Município de Castanhal – PA, no norte do Brasil ($1^{\circ}11'10,8"S$ $47^{\circ}56'42,6"W$), perfazendo um ano de avaliação. O abatedouro opera em conformidade com as regulamentações estabelecidas pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) em relação aos requisitos sanitários, de biossegurança e de bem-estar animal para abate, processamento, armazenamento, importação e exportação por intermédio do Serviço de Inspeção Federal (SIF 4554). O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, é designado como “Am”, clima tropical úmido ou clima equatorial⁽⁹⁾.

Foi realizado o levantamento dos dados climáticos da Estação Meteorológica Automática do INMET, localizada no município de Castanhal – PA, para a caracterização do clima durante o período experimental. O período chuvoso, também conhecido como período das águas, ocorre entre o verão e o outono austral, de dezembro a maio, com uma precipitação média mensal de 392,50 mm, temperatura máxima de 26,49 °C e mínima de 25,62 °C. O período seco, menos chuvoso, ocorre entre junho e novembro, apresentando uma precipitação média mensal de 144,43 mm, temperatura máxima de 27,7 °C e mínima de 26,61 °C.

Os dados referentes a pesos dos animais e logística foram obtidos com base nos relatórios de abate e dos romaneios de transporte, no período de maio de 2020 a maio de 2021. Foram avaliados 1922 lotes de machos e 58 lotes de fêmeas, totalizando 1980 lotes, sendo cada lote considerado uma unidade experimental. A média foi de 59 animais por lote, variando de 3 a 380, totalizando 117.241 carcaças, das quais 115.833 (98,80 %) eram de machos e 1.408 (1,20 %) de fêmeas. As médias de peso ao abate foram de 536,64 kg para machos e de 457,43 kg para fêmeas, enquanto as médias de peso de carcaça quente foram de 294,36 kg e 239,27 kg, respectivamente.

Quanto à presença de cornos, os lotes foram categorizados com base no percentual de animais na composição dos lotes. Lotes com mais de 90 % de animais com cornos foram designados como com cornos, lotes com menos de 90 % dos animais com cornos foram classificados como lotes mistos e lotes sem nenhum animal com cornos foram categorizados como lotes mochos. Em relação ao peso médio dos animais, os lotes foram categorizados em leves, com peso até 400,0 kg; médios, com pesos entre 400,1-590,0 kg; e pesados, acima de 590,1 kg.

A variável estação do ano foi dividida em período chuvoso, compreendido entre dezembro e maio, e menos chuvoso, entre junho e novembro, conforme dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)⁽¹⁰⁾. A condição de umidade da pelagem e de veículo de transporte foi avaliada no momento do desembarque por inspeção visual da pelagem dos animais e do piso dos veículos. Os lotes foram classificados como secos, molhados ou mistos, considerando a homogeneidade ou a heterogeneidade do estado superficial dos animais e do interior do transporte.

Os veículos de transporte foram divididos em categorias com distintas capacidades de carga, considerando o peso médio de 450 kg por animal. Os caminhões tipo *truck*, com até duas re partições, podem transportar cargas de 18 a 40 animais, enquanto os caminhões tipo carreta de dois andares têm capacidade para até 60 animais.

A densidade de carga do lote foi determinada pela relação entre o peso total da carga, em kg, e a área de carga do caminhão, em m², expressa em kg m⁻². As classes de densidade foram atribuídas como baixa (até 200,0 kg m⁻²), média (de 200,1 a 599,9 kg m⁻²) e alta (acima de 600,0 kg m⁻²). As distâncias percorridas foram definidas como a quilometragem percorrida pelo veículo de transporte entre a propriedade e o frigorífico, sendo categorizada em cinco classes: < 200 km, 200,1-400,0 km, 400,1-600,0 km, 600,1-800,0 km e > 800,1 km.

A classificação dos hematomas foi realizada de acordo com os critérios descritos por Hoffman et al.⁽¹¹⁾, que definem hematoma como uma lesão nos tecidos musculares resultante de impacto com intensidade suficiente para causar esmagamento e rompimento de vasos sanguíneos, levando ao extravasamento e ao acúmulo de sangue e de soro nos tecidos.

Os dados foram analisados utilizando o software R, sendo os lotes considerados como unidades experimentais. Foi utilizado o modelo de regressão logística binomial para comparar os lotes que apresentaram pelo menos uma carcaça com lesão/hematoma em relação aos lotes com carcaças sem nenhuma lesão/hematoma. Para a construção dos modelos de regressão logística binomial, utilizou-se o método STEPWISE, que incluiu as variáveis em etapas, considerando a Seleção Forward. A escolha do melhor modelo ajustado foi baseada no critério de informação de Akaike, levando em consideração o *odds ratio* (OR) como medida do efeito das variáveis preditoras em conjuntos, juntamente com a avaliação dos intervalos de confiança (IC) de 95 % ^(11, 12). O modelo geral de regressão logística binomial foi (Equação 1):

Equação 1:

$$\log \frac{Y_{ijklmnop}}{1 - Y_{ijklmnop}} = \alpha + S_i + C_j + CP_k + EI + Pl_m + Tn_n + DP_o + DC_p + \epsilon_{ijklmnop}$$

Nesse modelo, $Y_{ijklmnop}$ é a variável dependente de lotes com ou sem carcaças lesionadas; α é o intercepto do modelo; S_i é o efeito do i na categoria sexo do animal ($i = 1$ macho, $i = 2$ fêmea); C_j é o efeito do j na categoria presença de cornos ($j = 1$ com cornos, $j = 2$ sem cornos, $3 =$ lotes heterogêneos); CP_k é o efeito do k na categoria de pesos ($k = 1$ leves, $k = 2$ médios e $k = 3$ pesados); EI é o efeito do I na categoria estação do ano ($I = 1$ chuvoso; $I = 2$ menos chuvoso); Pl_m é o efeito do Im na categoria estados de umidade da pelagem e do veículo de transporte ($m = 1$ molhados, $m = 2$ secos e $m = 3$ condição adversa de umidade); Tn_n é o efeito do n na categoria tipo de veículo de transporte ($n = 1$ carreta, $n = 2$ truck); DP_o é o efeito da o categoria da densidade de carga ($o = 1$ baixa, $o = 2$ média e $o = 3$ alta); DC_p o efeito de p na categoria das distâncias percorridas ($p = 1$ se <200 km, $p = 2$ de 200,1- 400,0 km, $p = 3$ de 400,1-600,0 km, $p = 4$ de 600,1-800,0 km e $p = 5$ se >800,0 km) e $\epsilon_{ijklmnop}$ o termo residual.

3. Resultados e discussão

Na análise de regressão logística, a variável sexo do animal apresentou o maior valor de AIC, sendo incorporada como a primeira variável no modelo de predição de probabilidade de ocorrência de contusões (Figura 1). As demais variáveis foram introduzidas seguindo critérios semelhantes, avançando até que não fossem mais observadas melhorias significativas no ajuste do modelo com

a inclusão de variáveis adicionais. Dessa forma, a ordem de inclusão das variáveis no modelo foi a seguinte: categoria “sexo” (Si), categoria “presença de cornos” (Cj), categoria “peso” (CPk), categoria “período climático” (El), categoria “estados de umidade da pelagem e do veículo de transporte” (Plm), categoria “tipo de veículo de transporte” (Tn), categoria “densidade de carga” (Dpo) e categoria “distâncias percorridas” (DCp). Entre as variáveis relacionadas à categoria com ou sem apêndices cranianos e ao transporte, destacaram-se como as mais relevantes para o ajuste do modelo: o efeito do tipo de veículo de transporte (Tn), o efeito da distância percorrida (Dpo) e o efeito da densidade de carga (DCp).

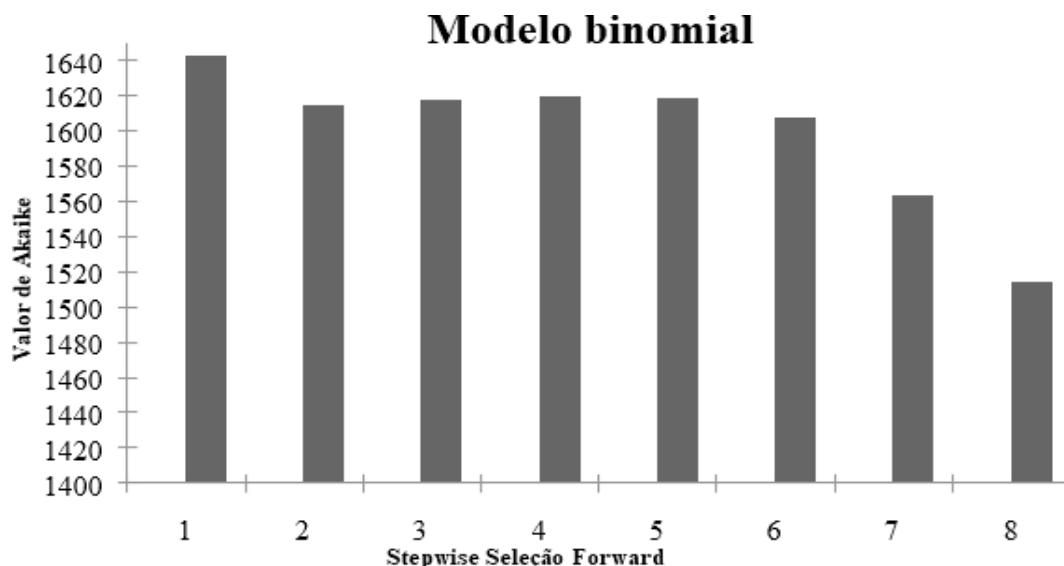


Figura 1. Ajustes da regressão logística para definição dos modelos pela metodologia de seleção do critério de informação de Akaike (AIC) com efeito acumulado em cada etapa de adição variável causadora de hematomas ao modelo. Modelo binomial: Etapa 1 Adicionado o efeito do sexo (Gi), Etapa 2 Adicionado o efeito da categoria com ou sem apêndices cranianos (Cj), Etapa 3 Adicionado o efeito da categoria de pesos (CPk), Etapa 4 Adicionado o efeito da categoria estados de umidade da pelagem e do veículo de transporte (P l), Etapa 5 Adicionado o efeito da categoria estação do ano (Em), Etapa 6 Adicionado o efeito categoria tipo de veículo de transporte (Tn), Etapa 7 Adicionado o efeito da categoria das distâncias percorridas (Dpo) e Etapa 8 Adicionado o efeito categoria da densidade de carga (DCp).

Uma vez ajustado o modelo, a interpretação quanto à significância dos coeficientes estimados considerou as razões de chances (odds ratios) para variáveis independentes dicotômicas (chances de ocorrência ou não de lesões nos lotes). O odds ratio é estimado pelo quociente entre a odds do acontecimento de interesse ocorrer ($Y = 1$) nos indivíduos com $x = 1$ e a odds desse acontecimento ocorrer ($Y = 1$) nos indivíduos com $x = 0$. O intervalo de confiança de cada coeficiente estimado considerado foi o de 95 %.

Do total de 117.241 mil animais em 1980 diferentes lotes, foram contabilizadas 9653 carcaças com contusões, sendo 4,87 carcaças lesionadas por lote. A variável mais influente no modelo foi o sexo dos animais. As fêmeas demonstraram probabilidade 24 % superior de desenvolver hematomas na carcaça em comparação com os machos, todavia não foi verificada diferença entre as classes (Tabela 1).

Tabela 1. Probabilidade de lotes de carcaças de bovinos de corte para cada variável causadora de hematomas com base na regressão logística binomial.

Categoría	Lotes sem lesões (%)	Lotes com lesões (%)	OR	P-Value
Categoría sexo				
Macho	17,24	82,76	1	Referência
Fêmea	14,41	85,59	1,24	NS
Categoría presença de cornos				
Ausentes	94,12	5,88	1	Referência
Presentes	26,39	73,61	5,73	***
Lotes heterogêneos	14,04	85,96	2,20	***
Categoría de pesos				
Leves	16,58	83,42	1	Referência
Médio	14,12	85,88	1,13	NS
Pesados	13,04	86,96	1,26	NS
Categoría estaci�o do ano				
Chuvoso	14,12	85,88	1	Referência
Menos Chuvoso	14,98	85,02	0,95	NS
Categoría umidade da pelagem e do veículo de transporte				
Secos	14,56	85,44	1	Referência
Molhados	16,46	83,54	0,86	NS
Mistos	7,89	92,11	1,99	NS
Categoría tipo de veículo de transporte				
Truck	14,89	85,11	1	Referência
Carreta	4,11	95,89	4,08	*
Categoría da densidade de carga				
Alta	12,61	87,39	1	Referência
Média	15,12	84,88	0,80	NS
Baixa	29,63	70,37	0,34	*
Categoría distâncias percorridas				
<200 km	16,65	83,35	1	Referência
201- 400 km	12,57	87,43	1,42	NS
401-600 km	12,50	87,50	1,28	NS
601-800 km	18,79	81,21	1,76	NS
>800 km	5,71	94,29	2,88	*

¹ OR = Odds ratio (as comparações dos níveis do fator sempre foram feitas em relação ao nível de referência);

^{2****} (P < 0,001) *** (P < 0,01) ** (P < 0,05) * (P < 0,1); NS (não significativo).

O bem-estar é crucial ao longo de todo período de manejo pré-abate, que comprehende desde o embarque na propriedade até o momento do atordoamento e abate. Durante essa fase, os animais são expostos a vários estímulos novos, tornando-se mais propensos a estresse e fadiga, condição essa que pode resultar em perdas quantitativas e qualitativas nas carcaças ⁽¹⁴⁾. Consequentemente, esses impactos afetam diversas áreas, desde a produção até a área comercial.

A maior prevalência de carcaças lesionadas em lotes de fêmeas direcionadas para o abate deve estar relacionada ao fato de as fêmeas de descarte não serem submetidas a práticas de manejo de qualidade ^(15, 16). A maior probabilidade de contusões em fêmeas do presente estudo pode estar associada à capacidade e à memorização das fêmeas, as quais são submetidas por mais tempo a condições não ideais de manejo e, por essas adversidades, são mais reativas que os machos, os quais, normalmente, são mais bem manejados nos sistemas de produção ⁽¹⁷⁾.

Além disso, a maior prevalência de lesões em lotes de fêmeas adultas pode ser justificada pela estrutura corporal óssea das vacas, as quais possuem a parte posterior (pélvica) do corpo mais protuberada em função da dilatação óssea para facilidade dos partos, fato esse que possibilita colisões com a estrutura do caminhão, além do comportamento de monta durante o estro^(18,19).

A presença de cornos nos lotes revelou maior prevalência de carcaças lesionadas em lotes de animais com essas estruturas. Visto que lotes com cornos e lotes mistos aumentaram as chances de carcaças lesionadas em 473 % e em 120 %, respectivamente, comparados aos lotes de animais mochos. As classificações quanto à categoria de peso e ao período climático e de umidade da pelagem não influenciaram na probabilidade de ocorrência de lesões nas carcaças (Tabela 1).

A presença de cornos pode contribuir para a ocorrência de hematomas devido ao comportamento agressivo dos animais, incluindo empurrões e ações que podem levar a ferimentos entre eles. Animais zebuínos ou com cornos são mais propensos a apresentarem lesões nas carcaças, resultando em potenciais perdas econômicas⁽¹⁹⁾. De acordo com Grandin e Husson⁽²⁰⁾, rebanhos bovinos com 25 a 50 % de animais com cornos possuem taxa de lesões de 10,5 %, enquanto lotes de animais sem cornos reduzem essa incidência para 2,0 a 5,0 %. Os resultados deste estudo sobre a presença de cornos estão condizentes com a literatura existente, a qual sugere que, para rebanhos bovinos, pode não ser desejável a presença de cornos nos animais por agravarem a incidência de lesões. Independentemente do grau de domesticação, a presença de cornos aumenta o risco de ataques entre os membros do grupo e desempenha um papel crucial na definição da hierarquia social dos rebanhos, condição que é fator determinante para lesões entre os animais⁽²¹⁾. Cabe salientar que a presença de cornos é uma característica que pode ser alvo de seleção, apesar de sua dificuldade de seleção genética e de sua compreensão ainda limitada, devido à variação fenotípica existente dentro dos rebanhos bovinos⁽²²⁾.

Embora o peso médio dos lotes não tenha exercido impacto significativo no aumento da ocorrência de lesões, a separação dos animais em lotes, com base na categoria de peso, é crucial na preservação da integridade dos animais durante o transporte e no curral de espera, devido às disputas que normalmente ocorrem. No entanto, a densidade das cargas apresentou relação significativa com a ocorrência de lesões nas carcaças bovinas⁽²³⁾.

Ao comparar os lotes transportados exclusivamente em caminhões “trucks” com os transportados em caminhões tipo carreta, verificou-se aumento de 308 % de chances de ocorrência de lesões. Em relação aos lotes transportados em mais de um tipo de veículo, não foram verificadas diferenças na probabilidade de contusões (Tabela 1). Além disso, analisando as categorias de densidade de carga, observou-se que densidades baixas reduzem em 66 % a chance de contusões nas carcaças, não diferindo significativamente da densidade média (Tabela 1).

Para as distâncias percorridas no transporte dos animais, verifica-se que os lotes transportados por até 200 quilômetros apresentaram menos contusões nas carcaças. Embora o aumento a cada 200 quilômetros das classes das distâncias favoreça a probabilidade de ocorrência de contusões, somente os lotes que percorreram distância superior a 800 km apresentaram probabilidade 188 % maior de ocorrência de carcaças lesionadas (Tabela 1).

Densidades baixas, embora aumentem o risco de lesões ao permitir a movimentação dos animais dentro da carroceria, levando a colisões com as estruturas de compartimentação e entre os próprios animais, foram as densidades com menos probabilidade de contusões no

presente estudo. Por outro lado, altas lotações também são fatores agravantes para contusões, pois aumentam a probabilidade de quedas, de ferimentos (como chifradas, disputas, coices, pisoamentos, entre outros) e agravam o estresse dos animais⁽²⁴⁾.

Ao avaliar dados de carregamento de animais para abate de um frigorífico no interior do estado de São Paulo, Brasil, Brennecke et al.⁽²⁵⁾ concluíram ser a densidade de carga de 450 kg m⁻² a que proporciona melhores condições de bem-estar e, consequentemente, menor incidência de hematomas. Ainda segundo os autores, apesar de 87 % das carcaças apresentarem lesões, a densidade média ainda é a recomendada, pois, tanto em densidades altas (500 kg m⁻²) quanto baixas (420 kg m⁻²), 100 % das carcaças exibiram lesões. De acordo com os dados, adequar a densidade de carga é fundamental, pois não somente diminui a probabilidade de contusões, mas também favorece os custos de produção e as menores perdas da cadeia produtiva.

A estação do ano pode influenciar as condições das estradas e o bem-estar dos animais. Em experimento realizado no Chile, Gallo et al.⁽²⁶⁾ relataram que havia 143,3 % mais hematomas em bovinos abatidos durante o outono e o inverno, quando comparado com outras épocas do ano. Por outro lado, Minka e Ayo⁽²⁷⁾ observaram maior número de hematomas nas carcaças durante o período veranil, ao avaliarem 150 animais na África Ocidental pertencentes a raças *Bos indicus*. Apesar das diferenças nos períodos identificados, ambos os estudos concordam que as condições ambientais afetam outras variáveis relacionadas ao transporte e impactam a saúde dos animais.

No entanto, é importante salientar que a malha rodoviária nacional ainda possui extensas áreas não pavimentadas, especialmente nas conexões entre os grandes centros comerciais e os sistemas produtivos de bovinos de corte. Isso resulta no transporte de animais por estradas sem manutenção, tornando-se perigosas, especialmente durante o período chuvoso⁽²⁸⁾. Sob condições adversas, mesmo em distâncias curtas, os animais se tornam mais suscetíveis a lesões devido a manobras para desviar de buracos, frenagens bruscas, uso de caminhos alternativos e outros problemas inerentes, que propiciam maior desequilíbrio e colisões entre os animais e com as estruturas da carroceria^(29, 30).

O maior número de contusões em lotes transportados em carretas pode ser explicado pelas características estruturais dos veículos. Mendonça et al.⁽¹⁹⁾ relatam que caminhões longilíneos apresentam maior dinâmica na região de tração, causando efeito centrífugo pronunciado e maior trepidação, o que reduz a estabilidade dos animais e aumenta a probabilidade de lesões apendiculares. Além disso, a má condição geral dos veículos contribui para esse problema.

Quanto aos diferentes tipos de veículos para transporte de animais, a análise conduzida por Ferreira et al.⁽³¹⁾ abordou a incidência de contusões em carcaças de bovinos transportados em caminhões retos, reboques de gado e caminhões não compartimentados com configurações de reboque. Segundo os autores, nos três tipos de carroceria de caminhão avaliados, a maior parte das carcaças analisadas apresentou entre 1 e 5 hematomas. Não houve nenhuma carcaça completamente livre de traumas ou que exibisse mais de 15 hematomas.

A distância entre os abatedouros e as propriedades rurais é outro fator que potencializa a probabilidade de ocorrência de lesões. O maior número de lesões ocorreu devido à exposição dos animais de maneira prolongada às condições adversas inerentes ao transporte, como intempéries,

cansaço excessivo, medo, fome e intensa desidratação⁽³²⁾. Os resultados obtidos demonstram que a probabilidade de lesões aumenta à medida que a distância percorrida aumenta, especialmente em viagens superiores a 800 km ($P < 0,05$), em comparação com distâncias inferiores a 200 km (Tabela 1). Além disso, percursos longos pelas propriedades são comuns no estado do Pará, o segundo maior estado brasileiro, com extensão territorial de 1.247.954,666 km².

As longas distâncias percorridas pelos bovinos podem levar à síndrome do “gado fadigado”, caracterizada por um estado de exaustão física devido ao esforço excessivo durante o transporte. Durante esse período, os animais são privados de água e precisam permanecer em estação⁽³³⁾. Ainda há debates sobre a duração das viagens e o espaço disponível no transporte para que os bovinos possam deitar-se, levantar-se e se virar-se sem impedimentos, destacando a necessidade de uma estrutura confortável que permita aos animais deitarem-se sem risco de lesões inerentes ao transporte⁽³⁴⁾. Vale destacar que o excesso de vibrações, condições das estradas, sejam elas mal ou não pavimentadas, acelerações excessivas, frenagens, curvas e técnicas de direção inadequadas provocam a fadiga e deslocam o centro gravitacional dos animais, fazendo com que muitos se lesionem gravemente na tentativa de se equilibrar nas carrocerias dos caminhões de transporte^(35, 36, 37).

Bethancourt-Garcia et al.⁽³⁷⁾ relataram tendência entre a distância percorrida e a infraestrutura das estradas sobre a ocorrência de contusões nas carcaças. Os autores observaram que, quanto maior a distância entre a propriedade e o frigorífico, maior é o número de carcaças contusas registradas. Outra exemplificação é de Moreira et al.⁽³⁸⁾, que avaliaram as carcaças de 624 bovinos machos, de 30 a 36 meses, quanto à ocorrência de hematomas quando transportados de cidades com distâncias abaixo ou acima de 200 km, sendo seis do estado de Mato Grosso e duas do estado do Pará, respectivamente. Os autores destacaram que o número de hematomas em carcaças bovinas foi maior ($n=323$) quando os animais foram submetidos a distâncias superiores a 200 km. Além disso, dos 272 animais desse grupo, 260 apresentaram algum tipo de lesão, em comparação com os animais que viajaram menos de 200 km ($n=269$), dos quais 43,75 % das carcaças foram afetadas, entre as 352 transportadas. Esse estudo também indicou que o traseiro das carcaças foi a região mais afetada.

Os resultados aqui apresentados reforçam a importância da adoção de práticas que promovam o bem-estar animal durante o transporte, especialmente no que se refere ao controle de densidade de carga, à separação por sexo e à descorna em animais destinados ao abate. Apesar da robustez da amostra, é importante destacar que o uso de dados obtidos em ambiente comercial pode apresentar limitações, como a falta de informações sobre o manejo prévio dos animais, o tempo de jejum e as condições ambientais durante o transporte. Esses fatores, embora não controlados neste estudo, podem influenciar os resultados e devem ser considerados em futuras pesquisas.

4. Conclusão

A análise dos fatores pré-abate revelou que o sexo dos animais, ser aspado e a distância percorrida durante o transporte são determinantes para a ocorrência de lesões em carcaças bovinas. Esses resultados reforçam a necessidade de melhorias no manejo pré-abate, como a separação dos animais por sexo, o manejo mais cuidadoso dos lotes contendo animais aspados

e a adoção de medidas que minimizem o estresse durante o transporte, especialmente em trajetos mais longos. A implementação dessas práticas pode contribuir para reduzir as perdas econômicas, melhorar a qualidade das carcaças e assegurar melhores condições de bem-estar animal.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Declaração de disponibilidade de dados

O conjunto completo de dados que suporta os resultados deste estudo está disponível mediante solicitação ao autor correspondente.

Contribuições do autor

Conceituação: Ribeiro, E. S. C., Abreu, N. L., Mourão, A. S. e Couceiro, G. A. Curadoria de dados: Ribeiro, E. S. C., Abreu, N. L., Mourão, A. S., Vaz, R. Z. e Faturi, C. Análise formal: Vaz, R. Z., Azevedo, J. C., Silva, T. C. e Faturi, C. Administração do projeto: Faturi, C. e Vaz, R. Z. Metodologia: Ribeiro, E. S. C., Faturi, C. e Vaz, R. Z. Supervisão: Faturi, C. e Vaz, R. Z. Visualização: Ribeiro, E. S. C. e Abreu, N. L., Redação (rascunho original): Ribeiro, E. S. C., Abreu, N. L., Faturi, C. e Vaz, R. Z. Redação (revisão e edição): Ribeiro, E. S. C., Vaz, R. Z. e Faturi, C.

Declaração de uso de IA generativa

Os autores não utilizaram ferramentas ou tecnologias de inteligência artificial generativa na elaboração ou edição de qualquer parte deste manuscrito.

Referências

1. Adegbola TA, Arie HH, Sarah L.M, Marjatta E, Geoffrey ED. Animal source foods: Sustainability problem or malnutrition and sustainability solution? Perspective matters. *Global Food Security*.2020;25:100325. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100325>
2. Hultgren J, Segervist KA, Berg C, Karlsson AH, Algers B. Animal handling and stress-related behaviour at mobile slaughter of cattle. *Preventive veterinary medicine*.2020;177: 104959. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.104959>
3. De La Cruz L, Gibson TJ, Guerrero-Legarreta I, Napolitano F, Mora-Medina P, Mota-Rojas D. The welfare of water buffaloes during the slaughter process: a review. *Livestock Science*.2018;212:22-33. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.03.014>
4. Zhao H, Tang X, Wu M, Li Q, Yi X, Liu S, Sun X. Transcriptome characterization of short distance transport stress in beef cattle blood. *Frontiers in Genetics*. 2021;12: 616388. <https://doi.org/10.3389/fgene.2021.616388>
5. Ludtke CB, Costa OAD, Roça RO, Silveira ETF, Athayde NB, Araújo AP, Junior AM, Azambuja NC. Bem-estar animal no manejo pré-abate e a influência na qualidade da carne suína e nos parâmetros fisiológicos do estresse. *Ciência Rural*. 2012; 42: 532-537. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000300024>
6. Silva VL, Groff AM, Bassani CA, Pianho CR. Total condemnation causes of cattle carcasses in slaughterhouse on the state of Paraná. 2016; 10(4):730-741. <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20160060>
7. Rodrigues RM, Martins TO, Procópio DP. Economic loss from the main causes of whole bovine carcass condemnation in slaughterhouses supervised by the Federal Inspection Service in São Paulo state from 2010 to 2019. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. 2022;44:e55220. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v44i1.55220>
8. Webb EM, Weebs EC, Tlhapi PT. Cumulative incidence and causal risk factors of carcass condemnations in a South African high-throughput cattle abattoir. *South African Journal of Animal Science*. 2020;50(1):170-177. <https://doi.org/10.4314/sajas.v50i1.18>
9. Do Amaral FHF, Santos VC. Análise das ilhas de calor a partir do uso do sensoriamento remoto: o caso do município de Castanhal-PA/Amazônia. *Revista Itacaiúnas*.2021;1(1):42-66.
10. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Dados meteorológicos anuais [Internet]. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia; 2022. Available from: <https://bdmep.inmet.gov.br/>
11. Hoffman, Donna L.; Novak, Thomas P. Bridging the Digital Divide: The Impact of Race on Computer Access and Internet Use. 1998.
12. Akaike, H. A new look at the statistical model identification. *IEEE transactions on automatic control*.1974;19(6):716-723.
13. Venables WN, Ripley BD, Venables WN, Ripley BD. Random and mixed effects. *Modern applied statistics with S*. 2002; 271-300. https://doi.org/10.1007/978-0-387-21706-2_10

14. Wigham EE, Butterworth A, Wotton S. Assessing cattle welfare at slaughter—Why is it important and what challenges are faced?. *Meat Science*. 2018;145:171-177. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.06.010>
15. Strappini AC, Frankena K, Metz JHM, Gallo B, Kemp B. Prevalence and risk factors for bruises in Chilean bovine carcasses. *Meat Science*. 2010;86(3):859-864. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.07.010>
16. Knock M.; Carroll GA. The potential of post-mortem carcass assessments in reflecting the welfare of beef and dairy cattle. *Animals*. 2019; 9 (11):959. <https://doi.org/10.3390/ani9110959>
17. González LA, Tolkamp BJ, Coffey MP, Ferret A, Kyriazakis I. Changes in feeding behavior as possible indicators for the automatic monitoring of health disorders in dairy cows. *Journal of dairy science*. 2008; 91(3): 1017-1028. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0530>
18. Ghezzi MD et al. Evaluación de las prácticas relacionadas con el transporte terrestre de hacienda que causan perjuicios económicos en la cadena de ganados y carne. *Sitio Argentino de Producción Animal*. 2008;5:01-29.
19. Mendonça FS, Vaz RZ, Leal WS, Restle J, Pascoal LL, Vaz MB, Farias GD. Genetic group and horns presence in bruises and economic losses in cattle carcasses. *Semina: Ciências Agrárias*. 2016;37(6):4265–4273. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n6p4265>
20. Grandin JP, Husson X. Even-parity Rydberg and autoionising states in xenon. *Journal of Physics B: Atomic and Molecular Physics*. 1981;14(3), 433. <https://doi.org/10.1088/0022-3700/14/3/020>
21. Bagnato S, Pedruzzi L, Goracci J, Palagi E. The interconnection of hierarchy, affiliative behaviours, and social play shapes social dynamics in Maremmana beef cattle. *Applied Animal Behaviour Science*. 2023; 260: 105868. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2023.105868>
22. Gehrke LJ, Capitan A, Schepers C, König S, Upadhyay M, Heidrich K, Russ I, Seichter D, Tetens J, Medugorac I, Thalle G. Are scurs in heterozygous polled (Pp) cattle a complex quantitative trait?. *Genetics Selection Evolution*. 2020;52:1-13. <https://doi.org/10.1186/s12711-020-0525-z>
23. Tarrant PV, Kenni FJ, Harrington D, Murph M. Long distance transportation of steers to slaughter: effect of stocking density on physiology, behaviour and carcass quality. *Livestock Production Science*. 1992;30(3):223-238. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(06\)80012-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(06)80012-6)
24. Braggion M, Silva R. Quantificação de lesões em carcaças de bovinos abatidos em frigoríficos no Pantanal Sul-Mato-Grossense. *Embrapa Pantanal (Internet)*. 2004 (cited 2024 jul 10);(45):1-4. Available from: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/812037/1/COT45.pdf>.
25. Brennecke K, Zeferino CP, Soares VE, Orlandi CMB, Bertipaglia LMA, Sgavioli S, Dian PHM, Amâncio WDC. Welfare during pre-slaughter handling and carcass lesions of beef cattle submitted to different loading densities. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2021; 40: 985-991. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5998>
26. Gallo C, Peréz S, Sanhueza C, Gazic J. Efectos del tiempo de transporte de novillos previo al faenamiento sobre el comportamiento, las pérdidas de peso y algunas características de la canal. *Archivos de medicina veterinaria*. 2000; 32(2):157-170.
27. MINKA NS, AYO JO. Effects of loading behaviour and road transport stress on traumatic injuries in cattle transported by road during the hot-dry season. *Livestock Science*. 2007;107(1):91-95. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.10.013>
28. Polastrini A, Bracarense LSFP, Pedroza Filho MX. Perdas econômicas decorrentes de lesões em carcaças bovinas durante o transporte pré-abate: o caso do estado do Tocantins. *Revista Agri-Environmental Sciences*. 2021; 7:e021001.
29. Gregory NG, Benson T, Mason, CW. Cattle handling and welfare standards in livestock markets in the UK. *The Journal of Agricultural Science*. 2009;147(3):345-354. <https://doi.org/10.1017/S0021859609008508>
30. Al-Bdairi NSS, Behnood A, Hernandez S. Temporal stability of driver injury severities in animal-vehicle collisions: A random parameters with heterogeneity in means (and variances) approach. *Analytic methods in accident research*, 2020; 26:100120. <https://doi.org/10.1016/j.amar.2020.100120>
31. Ferreira KC, Furtado AC, Flores HP, Oliveira PRO, Gonçalves AG, Oliveira DM. Cattle loading rates in different truck models and their relationship with bruises on bovine carcasses. *Ciência Rural*. 2020; 50: e20190819. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190819>
32. Hultgren J, Segerkvist KA, Berg C, Karlsson AH, Öhgren C, Algiers B. Preslaughter stress and beef quality in relation to slaughter transport of cattle. *Livestock Science*. 2022; 264: 105073. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.105073>
33. Hogan JP, Petherick JC, Phillips CJ. The physiological and metabolic impacts on sheep and cattle of feed and water deprivation before and during transport. *Nutrition research reviews*. 2007; 20(1):17-28.
34. Broom DM. Causes of poor welfare and welfare assessment during handling and transport. In: *Livestock handling and transport*. Wallingford UK: CABI, 2007. p. 30-43.

35. Miranda-De La Lama GC, Monge P, Villarroel M, Olleta JL, García-Belenguer S, María GA. Effects of road type during transport on lamb welfare and meat quality in dry hot climates. *Tropical Animal Health and Production*. 2011;43:915-922. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9783-7>
36. Ekiz B, Ekiz EE, Kocak O, Yalcintan H, Yilmaz A. Effect of pre-slaughter management regarding transportation and time in lairage on certain stress parameters, carcass and meat quality characteristics in Kivircik lambs. *Meat Science*. 2012;90(4):967-976. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.11.042>
37. Garcia JAB, Vaz RZ, Vaz FN, Restle J, Mendonça FS. Pre-slaughter factors associated with severe bruising in different primary commercial cuts of bovine carcasses. *Revista Ciência Agronômica*. 2019;50:681-690. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20190080>
38. Moreira PSA, Neto AP, Martins LR, Lourenço FJ, Palhari C, Faria FF. Ocorrência de hematomas em carcaças de bovinos transportados por duas distâncias. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 2014;15:689-695.