



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

YANNA MILLENA DE JESUS

**ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DO ESTRESSE NO TRANSPORTE DE
BOVINOS: REVISÃO DE LITERATURA**

YANNA MILLENA DE JESUS

**ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DO ESTRESSE NO TRANSPORTE DE
BOVINOS: REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de conclusão de curso apresentada ao curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador (a): Prof. Dr(a). Laylles Costa Araújo

J58e

Jesus, Yanna Millena de

Estratégias para redução do estresse no transporte de bovinos: revisão de literatura. / Yanna Millena de Jesus. – Imperatriz, MA, 2025.

40 f.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Medicina Veterinária) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2025.

1. Estresse em bovinos. 2. Transporte. 3. Bem-estar. 4. Imperatriz - MA. I. Título.

CDU 636.2: 614.96

Ficha elaborada pelo Bibliotecário: **Kacio Micael Oliveira Vidal CRB13/988**


ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DO ESTRESSE NO TRANSPORTE DE BOVINOS: REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de conclusão de curso apresentada ao curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador (a): Prof. Dr(a). Laylles Costa Araújo

Data de aprovação: 23/07/2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 LAYLLES COSTA ARAUJO
Data: 12/08/2025 14:27:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Laylles Costa Araújo - Orientadora

Doutora

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Documento assinado digitalmente
 GISELLE CUTRIM DE OLIVEIRA SANTOS
Data: 12/08/2025 15:07:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Giselle Cutrim de Oliveira Santos

Doutora

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Documento assinado digitalmente
 ISABELLE BATISTA SANTOS
Data: 12/08/2025 14:35:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Isabelle Batista Santos

Doutora

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, por me conceder força, sabedoria e fé em todos os momentos desta jornada.

Ao meu noivo, pelo amor, paciência, apoio constante e incentivo nos dias difíceis.

Aos meus pais, pelo exemplo de dedicação, esforço e por acreditarem nos meus sonhos.

Às minhas irmãs, por estarem sempre ao meu lado com palavras de encorajamento e carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, acima de tudo, a Deus, por me guiar com sabedoria, por fortalecer meu espírito diante dos desafios e por ser a base firme em todos os momentos dessa jornada.

Ao meu noivo, Filipe Menezes, meu companheiro de vida, que esteve ao meu lado em cada etapa desta caminhada. Obrigada pelo amor, paciência, incentivo constante e por acreditar em mim mesmo quando eu estava cansada. Sua presença foi fundamental para que eu seguisse em frente com firmeza e serenidade.

Aos meus pais, Williane e Francisca, por todo amor, dedicação e por sempre acreditarem no meu potencial, mesmo quando eu mesma duvidei. Sem o apoio e os valores que me ensinaram, nada disso seria possível.

Às minhas irmãs, Williana Mirelle e Karen Michelle, por serem minhas maiores incentivadoras. O carinho, a parceria e o apoio de vocês tornaram meus dias mais leves e me deram forças nos momentos difíceis. Tenho muito orgulho de tê-las na minha vida.

Às minhas amigas Iasmim, Laura, Letícia e Beatriz, por compartilharem comigo não só os estudos, mas também sorrisos, conversas, acolhimento e leveza nos momentos de pressão.

À minha orientadora, Dra. Laylles Costa Araújo, pela dedicação, paciência e orientação atenciosa durante o desenvolvimento deste trabalho. Sua contribuição foi essencial para que este projeto ganhasse forma e qualidade.

A cada um de vocês, minha mais profunda e sincera gratidão.

“Ano passado eu morri, mas esse ano eu não morro.”

- Belchior

RESUMO

O transporte de bovinos representa uma etapa crítica na cadeia produtiva da carne, com impacto direto no bem-estar animal e na qualidade do produto final. Este trabalho teve como objetivo geral identificar e analisar as principais estratégias voltadas à redução do estresse em bovinos durante o transporte, visando promover melhorias nas práticas de manejo e na eficiência do processo produtivo. Para isso, foi realizada uma pesquisa qualitativa, de natureza exploratória, fundamentada em revisão sistemática da literatura em bases acadêmicas verificáveis. Os resultados evidenciam que fatores como manejo inadequado, ausência de capacitação dos condutores, longas distâncias, falhas no controle ambiental e formação de grupos sociais incompatíveis contribuem significativamente para o estresse dos animais, elevando níveis de cortisol e comprometendo o sistema imunológico e a qualidade da carne. Estratégias como o treinamento de profissionais, planejamento de rotas, agrupamento por afinidade, ventilação adequada e fiscalização mais rigorosa mostraram-se eficazes na mitigação desses impactos. Conclui-se que a adoção integrada dessas práticas é essencial para garantir o bem-estar dos bovinos e a sustentabilidade da cadeia produtiva, sendo necessário o fortalecimento das políticas públicas e da fiscalização para promover mudanças efetivas no setor.

Palavras-chave: estresse em bovinos, transporte, bem-estar.

ABSTRACT

The transportation of cattle is a critical stage in the meat production chain, directly affecting animal welfare and the final product quality. This study aimed to identify and analyze the main strategies for reducing stress in cattle during transport, seeking to improve management practices and the efficiency of the production process. A qualitative, exploratory study was conducted based on a systematic literature review from verifiable academic databases. The results indicate that factors such as improper handling, lack of driver training, long distances, poor environmental control, and incompatible social grouping significantly contribute to animal stress, increasing cortisol levels and impairing immune function and meat quality. Strategies such as professional training, route planning, social grouping, proper ventilation, and stricter regulatory oversight proved effective in mitigating these impacts. It is concluded that the integrated adoption of these practices is essential to ensure cattle welfare and the sustainability of the meat production chain, with a strong need for improved public policies and enforcement to drive real change in the sector.

Keywords: cattle stress, transportation, welfare.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
3.1 IMPORTÂNCIA DO TRANSPORTE DE BOVINOS NA CADEIA PRODUTIVA	13
3.2 FATORES ESTRESSORES DURANTE O TRANSPORTE	14
3.3 CONSEQUÊNCIAS FISIOLÓGICAS DO ESTRESSE NOS BOVINOS	16
3.4 IMPACTOS ECONÔMICOS DO TRANSPORTE NA BOVINOCULTURA BRASILEIRA	18
3.5 ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DO ESTRESSE NO TRANSPORTE	19
3.6 CONTROLE AMBIENTAL NO TRANSPORTE	21
3.7 DESAFIOS E PERSPECTIVAS NA IMPLEMENTAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS	23
3.8 AVANÇOS TECNOLÓGICOS E PESQUISAS FUTURAS	24
4 MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1 MÉTODO DE LEVANTAMENTO DE DADOS	26
4.2 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DAS FONTES	26
4.3 ANÁLISE DAS FONTES SELECIONADAS	26
4.4 CONSTRUÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Artigos selecionados nas bases de dados.

1 INTRODUÇÃO

A pecuária bovina desempenha um papel estratégico na economia mundial, com destaque para o Brasil, que ocupa uma posição de liderança na produção e exportação de carne. Porém, por trás desse sucesso econômico, o setor pecuário enfrenta desafios significativos, sendo um dos mais críticos o transporte de bovinos. Esse processo, muitas vezes longo e desgastante, é uma etapa inevitável e crucial da cadeia produtiva, funcionando como elo entre a fazenda e o mercado consumidor. No entanto, pode ocasionar elevados níveis de estresse nos animais, comprometendo o bem-estar, a qualidade da carne e resultando em perdas econômicas consideráveis para os produtores (IBGE, 2021; MAPA, 2021).

O estresse induzido pelo transporte provoca uma série de reações fisiológicas adversas nos bovinos, como o aumento dos níveis de cortisol, que enfraquece a imunidade e prejudica o desempenho dos animais. Além disso, afeta diretamente a qualidade da carne, gerando características indesejáveis, como a carne DFD (Dark, Firm, Dry) e PSE (Pale, Soft, Exudative), que reduz seu valor comercial. Esses impactos não representam apenas um problema para os pecuaristas, mas também para os consumidores, que estão cada vez mais exigentes quanto às práticas éticas de produção de alimentos (Grandin, 2014; Broom, 2008).

Diante desse cenário, a promoção do bem-estar animal, por meio da implementação de práticas de manejo eficazes no transporte de bovinos, torna-se uma questão urgente para garantir a sustentabilidade da produção e atender às demandas do mercado. Portanto, este trabalho busca identificar e analisar as estratégias mais recentes e eficazes para reduzir o estresse durante o transporte de bovinos, focando em intervenções práticas que podem ser adotadas para melhorar o manejo e promover o bem-estar dos animais. Por meio de uma revisão sistemática da literatura, espera-se reunir evidências científicas que comprovem a eficácia dessas estratégias, contribuindo não apenas para práticas mais humanas e eficientes na pecuária, mas também para responder às crescentes exigências sociais por sistemas de produção mais sustentáveis e éticos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar e identificar estratégias eficazes para reduzir o estresse em bovinos durante o transporte, com o objetivo de promover o bem-estar animal e aprimorar a qualidade da carne produzida.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender os principais fatores responsáveis pelo estresse em bovinos durante o transporte.
- Identificar, reunir e analisar práticas de manejo e tecnologias utilizadas para mitigar o estresse nas diferentes etapas do transporte.
- Investigar os impactos do estresse no bem-estar animal e na qualidade da carne bovina.
- Avaliar as estratégias adotadas no Brasil e em outros países, destacando exemplos de boas práticas.
- Elaborar recomendações que possam ser aplicadas por produtores e transportadores, com o intuito de garantir um transporte mais humanitário, eficiente e alinhado às demandas do mercado.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 IMPORTÂNCIA DO TRANSPORTE DE BOVINOS NA CADEIA PRODUTIVA

O transporte de bovinos representa uma etapa crucial da cadeia produtiva da carne bovina, influenciando diretamente o bem-estar animal, a sanidade, a qualidade da carne e os resultados econômicos do sistema de produção. Durante esse processo, os animais enfrentam múltiplos estressores, como jejum prolongado, movimentação excessiva, mudanças térmicas, privação de água, ruídos altos e interações com ambientes e pessoas desconhecidas (PETHERICK et al., 2009). Esses estímulos ativam o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HHA), desencadeando a liberação de hormônios como o cortisol, que, quando em níveis elevados e sustentados, provoca imunossupressão, hiperglicemia, alterações comportamentais e metabólicas, além de afetar o desempenho produtivo (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012).

As consequências fisiológicas e comportamentais do transporte estressante vão além do bem-estar imediato do animal, afetando a qualidade da carcaça e da carne. Dentre os prejuízos mais comuns estão a ocorrência de hematomas, escoriações, fraturas, perda de peso vivo e redução na eficiência do abate. Um dos efeitos mais relevantes sobre a qualidade da carne é a ocorrência da carne DFD (dark, firm and dry) e PSE (pale, soft and exudative), associada ao esgotamento do glicogênio muscular antes do abate devido ao estresse crônico ou agudo, o que compromete a queda do pH post mortem, nos casos de incidência da carne DFD resulta em carne com coloração escura, textura firme e baixa capacidade de retenção de água, no caso da incidência de carne PSE resulta em um carne de coloração significativamente mais pálida, com uma textura macia e maior perda de água (TERLOUW; MARIS; BOURGUET, 2008). Esse tipo de carne apresenta menor vida útil e reduzida aceitabilidade pelo consumidor, gerando perdas para a indústria frigorífica (GALLO; CARNÉ; TADICH, 2003).

De acordo com Grandin (2014), o transporte animal é frequentemente um dos pontos mais negligenciados da cadeia produtiva, embora represente uma das etapas com maior potencial de prejuízos. A autora destaca que práticas de manejo inadequadas durante o carregamento e o transporte podem causar danos severos à integridade física dos bovinos, como lesões musculares e fraturas, bem como elevar substancialmente os níveis de estresse.

O uso de equipamentos de contenção agressivos, a superlotação nos veículos e a ausência de capacitação dos operadores agravam ainda mais esse cenário. Estudos

apontam que quando o transporte é realizado com planejamento, infraestrutura adequada, veículos apropriados e pessoal treinado, os animais chegam ao destino com menor grau de estresse, melhor condição fisiológica e apresentam menor incidência de lesões e alterações indesejáveis na carcaça (FERGUSON; WARNER, 2008).

Além das implicações sobre a qualidade da carne, o transporte inadequado impacta negativamente na imagem da produção bovina diante do mercado consumidor, especialmente em um cenário global onde se valoriza cada vez mais o bem-estar animal e a sustentabilidade. O manejo humanitário no transporte é hoje um diferencial competitivo e está incluso nas exigências de diversos mercados internacionais. Nesse contexto, legislações específicas foram criadas para regulamentar o transporte de animais, como a Instrução Normativa nº 56, de 2008, do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), que determina regras sobre tempo máximo de jejum, densidade de carga, tempo de transporte (necessidade de descanso desses animais após 8h de transporte), condições dos veículos e fornecimento de água e alimento (MAPA, 2008).

Cabe ressaltar que o cumprimento dessas diretrizes vai além da obrigatoriedade legal. Segundo Paranhos da Costa et al. (2012), a adoção de boas práticas no transporte resulta em melhor desempenho produtivo, carcaças com maior valor comercial, redução de perdas econômicas e maior aceitação por parte do consumidor final. A implementação de protocolos de manejo racional, como os propostos por Grandin (2014), e a realização de treinamentos contínuos para motoristas, tratadores e técnicos são estratégias fundamentais para assegurar um transporte eficiente e ético. Além disso, o planejamento logístico, que inclui a organização adequada dos lotes, a escolha de rotas seguras e a observância das condições climáticas, contribui significativamente para minimizar o impacto do transporte sobre os bovinos (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2006; TRINDADE et al., 2018).

3.2 FATORES ESTRESSORES DURANTE O TRANSPORTE

Durante o transporte, os bovinos são expostos a uma combinação de fatores estressantes que atuam de forma simultânea, afetando significativamente seu bem-estar, fisiologia e comportamento. Entre os principais estressores estão o jejum prolongado, as mudanças ambientais bruscas, o confinamento em ambientes desconhecidos e a movimentação forçada, além de ruídos intensos, vibrações dos veículos e variações térmicas. O estresse térmico, especialmente em climas tropicais ou durante longas viagens sob altas temperaturas, pode levar à desidratação, hiperventilação e

desequilíbrio eletrolítico, agravando o quadro fisiológico dos animais (PIGHIN et al., 2020). Esses fatores geram respostas fisiológicas típicas de estresse, como o aumento da frequência cardíaca, da temperatura corporal e da secreção de cortisol, além de alterações metabólicas como hiperglicemia e imunossupressão, comprometendo a saúde dos bovinos durante e após o transporte (OLIVEIRA et al., 2019).

O comportamento dos animais também se altera frente aos estímulos adversos. É comum observar vocalizações intensas, inquietação, tentativas de fuga, resistência ao embarque e comportamentos de agressividade, principalmente quando os bovinos são misturados com indivíduos de diferentes grupos sociais ou submetidos a um ambiente muito ruidoso. Esses sinais comportamentais são indicativos de desconforto e medo, elementos que potencializam o estresse crônico e aumentam o risco de acidentes e lesões durante o manejo. Segundo Oliveira et al. (2019), quanto mais prolongada for a exposição aos estressores, maior será a ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, levando a um desgaste fisiológico significativo e afetando negativamente o desempenho produtivo dos animais.

O manejo pré-transporte também exerce papel crucial na preservação do bem-estar dos bovinos. A forma como os tratadores conduzem os animais até o caminhão pode acentuar ou minimizar o estresse. O uso de bastões elétricos, gritos, empurrões e outros métodos coercitivos aumenta a sensação de ameaça e provoca medo nos animais, tornando o processo mais traumático e elevando o risco de lesões, como contusões e escoriações. Conforme relatado por Machado Filho et al. (2014), animais que passaram por manejo agressivo demonstram maior resistência ao embarque, comportamento defensivo e estresse mais intenso, com efeitos prolongados após o transporte, incluindo queda no consumo alimentar, perda de peso e aumento da suscetibilidade a doenças.

Outro fator determinante para o grau de estresse durante o transporte é a densidade de carga dentro dos caminhões. Quando os veículos estão superlotados, os bovinos não conseguem manter o equilíbrio adequadamente, o que favorece quedas, escorregões, pisoteios e colisões, elevando a incidência de lesões físicas e agravando o sofrimento animal. Além disso, a limitação de espaço impede os movimentos naturais de ajuste postural, essenciais durante as curvas e freadas, o que contribui para o desgaste muscular e o aumento do esforço físico (FAZIO; FERLAZZO, 2003).

Por outro lado, espaços excessivos também podem ser problemáticos, pois promovem deslocamentos bruscos dentro do caminhão, principalmente em estradas irregulares, o que igualmente pode causar lesões. Portanto, é fundamental encontrar um equilíbrio na taxa de lotação, considerando o peso vivo, o tempo de transporte e as condições ambientais.

3.3 CONSEQUÊNCIAS FISIOLÓGICAS DO ESTRESSE NOS BOVINOS

O estresse exerce um impacto profundo sobre a fisiologia dos bovinos, comprometendo o equilíbrio homeostático e desencadeando alterações metabólicas, imunológicas e comportamentais. A principal via envolvida na resposta ao estresse é o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HHA), cuja ativação leva à liberação de corticotrofina (ACTH) e, subsequentemente, à secreção de glicocorticoides como o cortisol.

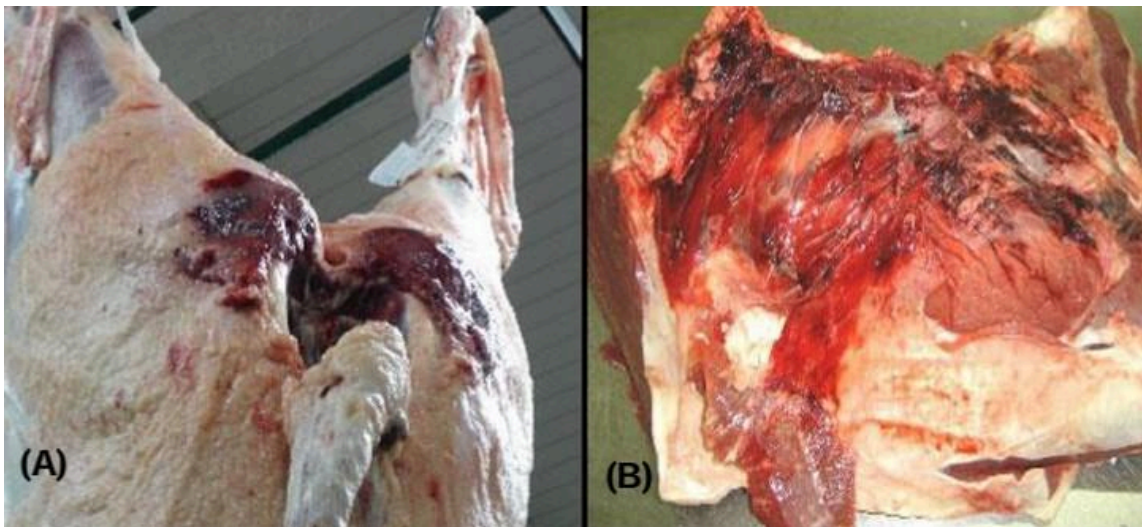
A elevação crônica dos níveis de cortisol altera significativamente o metabolismo energético, promovendo hiperglicemia e catabolismo proteico, além de inibir a função imunológica por meio da supressão de linfócitos T e da redução na produção de citocinas pró-inflamatórias (PETHERICK et al., 2009). Com isso, os bovinos tornam-se mais vulneráveis a doenças infecciosas, especialmente respiratórias, e apresentam pior recuperação frente a desafios sanitários, o que pode resultar em maiores taxas de morbidade e mortalidade.

Do ponto de vista metabólico, o estresse afeta diretamente o tecido muscular, reduzindo as reservas de glicogênio intramuscular. Isso compromete a queda natural do pH da carne após o abate, uma vez que a glicólise anaeróbica pós-morte não ocorre adequadamente, resultando na carne DFD (dark, firm and dry). Essa condição é caracterizada por uma coloração escura, textura firme e baixa capacidade de retenção de água, o que prejudica a aparência, o sabor e a vida útil do produto final (SILVA et al., 2022). Além dos impactos na qualidade sensorial, a carne DFD é economicamente desfavorável, uma vez que é menos atrativa ao consumidor, apresenta menor rendimento industrial e requer maior cuidado na conservação e comercialização.

As alterações comportamentais também são evidentes em animais submetidos a altos níveis de estresse. Reações como recusa ao embarque, tentativas de fuga, vocalizações intensas e agressividade entre indivíduos do mesmo lote são frequentemente observadas e indicam desconforto e medo. Esses comportamentos aumentam os riscos de acidentes com os tratadores, dificultam a logística de transporte

e elevam o tempo de carga e descarga, prejudicando ainda mais a eficiência operacional do sistema produtivo (PETHERICK et al., 2009). Em alguns casos, a agitação e o medo podem levar à miopatia por estresse, uma condição em que o tecido muscular sofre danos graves devido ao excesso de esforço e à liberação de enzimas como a creatina quinase.

Outro aspecto importante diz respeito à resposta inflamatória gerada pelo estresse prolongado. Estudos apontam que o estresse crônico compromete o funcionamento do trato gastrointestinal, reduzindo a motilidade intestinal, alterando a microbiota e favorecendo processos inflamatórios locais. Tais efeitos influenciam negativamente o aproveitamento dos nutrientes e o ganho de peso dos animais, resultando em menor eficiência alimentar e pior conversão alimentar (SILVA et al., 2022). Em sistemas de produção intensiva, essa condição se traduz em perdas econômicas relevantes, tanto pela redução no desempenho zootécnico quanto pelo aumento da necessidade de intervenções veterinárias.



Figuras 1 e 2: (A) Carcaça apresentando contusões advindas de manejo inadequado. Contusão recente de grau 2. Carcaça bovina, parte traseira; (B) Cortes apresentando contusões oriundas de manejo inadequado. Contusão de grau 2 – Corte coxão duro.

Fonte: BEEFPOINT (2007)

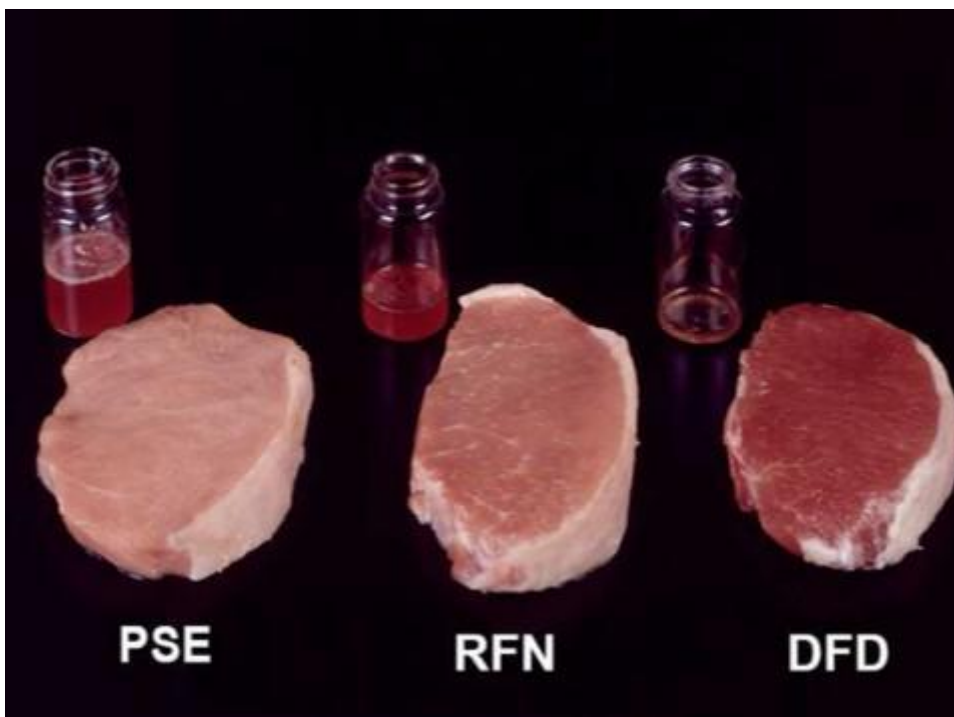


Figura 3: Diferenciação carnes PSE (Pálida, Macia e Exsudativa), RFN (Rosada, Firme e Não Exsudativa) E DFD (Escura, Firme e Seca).

Fonte: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA (2011).

3.4 IMPACTOS ECONÔMICOS DO TRANSPORTE NA BOVINOCULTURA BRASILEIRA

O transporte de bovinos, quando realizado de forma inadequada, acarreta prejuízos econômicos consideráveis em toda a cadeia produtiva da carne, afetando a rentabilidade dos produtores e a eficiência dos frigoríficos. Uma das principais perdas refere-se à redução do peso vivo, que pode variar entre 8% e 10% em trajetos superiores a oito horas, devido ao jejum prolongado, desidratação, estresse térmico e fadiga muscular, fatores que comprometem o rendimento de carcaça e a precificação baseada no peso no momento do embarque (SCOT CONSULTORIA, 2023; PARANHOS DA COSTA et al., 2012).

Lesões como hematomas, escoriações e fraturas decorrentes de superlotação, frenagens bruscas ou aglomerações durante o transporte causam profundas perdas. Essas lesões resultam frequentemente em condenações ou descontos comerciais nas carcaças, representando prejuízos estimados em até 3% do faturamento mensal de uma

planta frigorífica, conforme auditorias da cadeia produtiva (PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 2023; PARANHOS DA COSTA et al., 2017).

Outro impacto relevante é a carne DFD, resultado do esgotamento das reservas de glicogênio muscular e consequente pH elevado (> 6). A condição DFD afeta textura, vida útil e palatabilidade da carne, podendo representar perdas de 5% a 20% dos lotes abatidos, dependendo da severidade do estresse pré-abate (SILVA et al., 2022; PARANHOS DA COSTA et al., 2012).

Ainda que com incidência menor, a carne PSE (pálida, mole e exsudativa) também pode ocorrer em bovinos submetidos a estresse agudo imediatamente antes do abate, como manejo agressivo, transporte intenso ou descanso inadequado. A carne PSE apresenta pH pós-mortem baixo, maior perda de água e coloração pálida, reduzindo rendimento industrial e aceitação pelo consumidor, especialmente em produtos processados (MONDELLI, 2000; MAGANHINI et al., 2007; IFOPE, 2025). Embora sejam mais frequentes em aves e suínos, estudos brasileiros estimam uma incidência de aproximadamente 10% de carcaças PSE em bovinos, particularmente em lotes com descanso pós-transporte insuficiente (menos de 6 horas) ou em condições com manejo inadequado, como verificado em estudo realizado em Dourados, Mato Grosso do Sul, com 2.128 carcaças avaliadas (UFMS, 2014).

A infraestrutura precária também gera impactos econômicos indiretos: menos de 13% das estradas brasileiras são pavimentadas e 67% das pavimentações estão em condições consideradas ruins ou péssimas, aumentando o tempo de transporte, desgaste de veículos, consumo de combustível e a exposição do animal a estressores físicos prolongados (CNT, 2023; PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 2023).

Por fim, paralisações logísticas ou bloqueios nas estradas causam prejuízos financeiros expressivos em estados líderes de abate, como Mato Grosso. Um dia parado pode significar perdas entre R\$ 20 mil e R\$ 200 mil por unidade produtiva, em custos fixos, alimentação, mão de obra e cancelamento de abates programados (SCOT CONSULTORIA, 2023).

3.5 ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DO ESTRESSE NO TRANSPORTE

A adoção de estratégias que visam à redução do estresse durante o transporte de bovinos é essencial não apenas para preservar o bem-estar animal, mas também para garantir a qualidade do produto final e a eficiência econômica da cadeia produtiva. Entre as medidas mais eficazes está o treinamento técnico e comportamental das

equipes envolvidas no manejo dos animais. Funcionários capacitados são capazes de identificar sinais de medo, dor ou resistência nos bovinos e adotar técnicas de condução mais adequadas. O uso de instrumentos não agressivos, como bandeiras, chocalhos ou tábuas de manejo, substituiu com eficácia os bastões elétricos, reduzindo significativamente o medo e a agitação dos animais (DIAS et al., 2021). Além disso, a condução silenciosa, com calma e paciência, diminuiu os riscos de quedas, escorregões e lesões, otimizando o embarque e desembarque.

O planejamento logístico também exerce papel fundamental na redução do estresse. A escolha de rotas com menor extensão, menor tráfego e em melhores condições de pavimentação contribuiu para um transporte mais seguro e menos desgastante, evitando movimentos bruscos e vibrações excessivas. É recomendado que os embarques sejam realizados em horários mais amenos, como o início da manhã ou o fim da tarde, quando as temperaturas são mais baixas e o estresse térmico é minimizado (DIAS et al., 2021). Essas estratégias também contribuem para a manutenção da hidratação e da termorregulação dos bovinos, especialmente em regiões tropicais.

Outro aspecto importante envolve a formação de lotes homogêneos. Agrupar animais de idades, tamanhos e temperamentos semelhantes ajuda a evitar conflitos sociais, brigas e comportamentos dominantes, que são fontes significativas de estresse durante o transporte. Animais incompatíveis tendem a competir por espaço, se empurrar e até se agredir, o que eleva os níveis de cortisol e prejudica a integridade física do grupo (LOBATO et al., 2016). O uso de caminhões apropriados também é indispensável: veículos com piso antiderrapante evitam escorregões; boas condições de ventilação promovem conforto térmico; e divisórias internas bem posicionadas limitam o deslocamento excessivo dos animais dentro do compartimento, prevenindo quedas e colisões.

Paranhos da Costa et al. (2012) enfatizam que o sucesso do transporte está intrinsecamente ligado à adoção de boas práticas de manejo, à capacitação dos motoristas e ao planejamento criterioso da jornada, incluindo a seleção do trajeto, o tempo de viagem e as condições ambientais previstas. Os autores reforçam que a superlotação dos veículos e o uso de instrumentos de manejo agressivos elevam o risco de quedas, hematomas e fraturas, comprometendo o bem-estar e a qualidade da carne. Em linha com esses achados, Paranhos da Costa e colaboradores (2013) destacam que a densidade de carga ideal gira em torno de 400 kg/m², sendo suficiente para garantir a estabilidade dos animais e minimizar deslocamentos bruscos durante curvas ou freadas.

A adoção de pisos emborrachados e com textura antiderrapante também tem sido recomendada como forma eficaz de prevenir escorregões e proporcionar maior conforto durante a viagem.

Além disso, a literatura evidencia a importância da gestão do jejum pré-transporte. Segundo Paranhos da Costa et al. (2011), um intervalo máximo de 12 horas de jejum sólido é adequado para reduzir riscos metabólicos, desde que seja mantido o fornecimento de água potável até o momento do embarque. A manutenção da hidratação favorece a termorregulação e evita quadros de desidratação que, associados ao calor e ao estresse, podem causar sérios prejuízos fisiológicos aos bovinos.

Por fim, é fundamental ressaltar que a construção de uma cultura organizacional voltada ao bem-estar animal depende do envolvimento de todos os elos da cadeia produtiva. Como apontado por Paranhos da Costa et al. (2017), programas de capacitação contínua, fiscalização mais efetiva e valorização de empresas que adotam boas práticas são elementos chave para promover mudanças estruturais e sustentáveis no transporte de bovinos.

3.6 CONTROLE AMBIENTAL NO TRANSPORTE

O controle ambiental durante o transporte de bovinos representa um fator determinante para a manutenção do bem-estar animal, especialmente em países com clima predominantemente tropical, como o Brasil. Em situações de exposição prolongada ao calor excessivo e à umidade elevada, os bovinos enfrentam grande dificuldade para dissipar o calor corporal, uma vez que sua principal forma de termorregulação – a respiração – é menos eficiente que a sudorese em outras espécies. Assim, a utilização de caminhões adaptados, com sistemas de ventilação eficiente, janelas laterais amplas e aberturas reguláveis, é fortemente recomendada. Além disso, estruturas que forneçam proteção contra chuvas e radiação solar direta são essenciais para prevenir o estresse térmico agudo, que pode levar à exaustão, hipertermia e até à morte em casos extremos (COSTA et al., 2021).

A densidade de carga é outro ponto crítico: o excesso de animais por metro quadrado compromete a circulação de ar dentro do veículo, aumenta o atrito corporal entre os indivíduos e eleva a temperatura interna do compartimento. Animais superlotados não conseguem ajustar a postura ou deitar para descansar, o que intensifica a fadiga muscular e eleva os níveis de estresse fisiológico.

Entretanto, recomendações da Embrapa (2009) orientam uma densidade de carga baseada na área mínima por animal, indicando uma faixa de 1,8 a 2,4 m² por bovino adulto. Esse parâmetro proporciona espaço suficiente para os animais manterem postura natural, reduzir estresse térmico e prevenir quedas durante manobras ou frenagens, sobretudo em viagens mais longas ou sob condições ambientais adversas. A adoção dessa densidade mais ampla contribui para o bem-estar animal e reduz a incidência de lesões comuns em ambientes de alta densidade (EMBRAPA, 2009).

Além disso, a literatura destaca que densidades tanto muito altas quanto muito baixas são prejudiciais: densidade elevada (acima de 550 kg/m² ou ~0,9 a 1,0 m² por animal) aumenta risco de contusões e pisoteamento, enquanto densidade muito baixa permite deslocamentos bruscos, escorregões ou quedas durante frenagens ou curvas. No Brasil, a densidade média utilizada fica entre 390 a 410 kg/m², equivalente a cerca de 1,5 m² por bovino de 500 kg, considerado densidade média adequada por muitos estudos (ROÇA, 2001; PARANHOS DA COSTA et al., 2012). Utilizar os 1,8 a 2,4 m² (como recomendado pela Embrapa) representa um passo além no cuidado ambiental, especialmente em trajetos mais longos ou elevadas temperaturas.

Estudos apontam que o desconforto térmico pode alterar parâmetros fisiológicos como a frequência respiratória, temperatura retal e concentração de cortisol plasmático, além de reduzir a ingestão hídrica e alimentar pós-transporte, comprometendo a recuperação dos animais (GRANDIN, 2014).

Além da ventilação e da densidade, o fornecimento de água durante o trajeto e a redução do tempo de jejum são fatores fundamentais para manter o equilíbrio hidroeletrólítico. A desidratação durante o transporte é uma das principais causas de prejuízos metabólicos em bovinos, pois compromete a digestão, a termorregulação e a recuperação fisiológica ao final do percurso. Quando possível, é recomendável realizar paradas programadas para oferta de água, especialmente em viagens superiores a 8 horas. O acesso à água fresca antes e durante o transporte reduz a viscosidade sanguínea e melhora o desempenho pós-transporte, diminuindo a incidência de doenças e melhorando a qualidade da carcaça (COSTA et al., 2021; GRANDIN, 2014).

Por fim, a infraestrutura física das instalações de embarque e desembarque deve seguir parâmetros técnicos que minimizem o estresse e o risco de lesões. Rampas com inclinação inferior a 20 graus, pisos antiderrapantes e iluminação adequada promovem uma movimentação mais fluida e natural dos animais, reduzindo a resistência ao embarque e evitando quedas ou escorregões. Corredores com ângulos suaves e ausência

de pontos cegos ajudam a direcionar o fluxo dos bovinos, aproveitando seus instintos naturais de seguimento e evitando a necessidade de intervenções agressivas por parte dos tratadores (GRANDIN, 2014). A soma dessas medidas de controle ambiental promove viagens mais seguras, reduz perdas econômicas e assegura o cumprimento das boas práticas de bem-estar animal no transporte.

3.7 DESAFIOS E PERSPECTIVAS NA IMPLEMENTAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS

Apesar dos avanços técnico-científicos no campo do bem-estar animal, a efetiva implementação das estratégias de redução do estresse durante o transporte de bovinos ainda enfrenta importantes desafios práticos e estruturais. Um dos principais obstáculos está relacionado aos custos econômicos para a adequação da frota de transporte, como a aquisição de veículos com ventilação adequada, pisos antiderrapantes, divisórias internas e sistemas de monitoramento ambiental. Para muitos produtores e transportadores de menor porte, esse investimento ainda é considerado inviável no curto prazo (SILVA et al., 2020). Outro entrave recorrente é a escassez de mão de obra qualificada, visto que o manejo adequado exige conhecimento técnico específico sobre comportamento animal, condução ética e aplicação de protocolos de bem-estar durante todo o processo logístico.

A ausência de uma fiscalização eficiente e contínua também compromete a aplicação dessas boas práticas. Em muitas regiões, faltam ações de monitoramento nas etapas de embarque, transporte e desembarque, o que permite que práticas inadequadas persistam. Além disso, existe uma resistência cultural por parte de certos segmentos da cadeia produtiva, que ainda veem o bem-estar animal como um custo adicional e não como um diferencial de qualidade ou uma exigência ética da sociedade moderna (SILVA et al., 2020). No entanto, a crescente demanda do mercado consumidor por produtos éticos e sustentáveis tem impulsionado transformações importantes. A exigência por carne proveniente de sistemas que respeitam normas de bem-estar animal tem levado frigoríficos, exportadores e redes de supermercados a adotarem políticas mais rigorosas de rastreabilidade e conformidade com padrões internacionais (CERTIFIED HUMANE BRASIL, 2022).

Nesse cenário, a educação continuada surge como uma ferramenta indispensável para promover mudanças culturais e técnicas. A oferta de capacitações, cursos e campanhas de conscientização voltadas a produtores, motoristas e tratadores tem sido

eficaz para difundir os princípios do bem-estar animal e incentivar a adoção voluntária de boas práticas. Simultaneamente, a inclusão de normas objetivas de bem-estar em regulamentos oficiais, como leis, decretos e instruções normativas, fortalece o compromisso institucional com a causa. A certificação de propriedades que adotam protocolos reconhecidos nacional e internacionalmente também tem funcionado como um estímulo positivo, gerando valorização de mercado e preferência comercial para os produtos oriundos desses sistemas (GALLO; TADICH, 2008).

Outro aspecto relevante é a ausência de políticas públicas específicas voltadas à promoção do bem-estar durante o transporte, o que dificulta a criação de incentivos, subsídios e mecanismos de fiscalização mais robustos. No entanto, o cenário vem mudando gradativamente. O aumento da pressão de consumidores, ONGs e órgãos reguladores tem impulsionado mudanças estruturais no setor produtivo, incentivando uma transição para sistemas mais éticos, eficientes e sustentáveis. Com a consolidação de exigências internacionais mais rígidas, o Brasil, como um dos maiores exportadores de carne bovina do mundo, deve intensificar seus esforços para alinhar sua cadeia produtiva às expectativas globais de respeito aos animais e responsabilidade socioambiental (CERTIFIED HUMANE BRASIL, 2022).

3.8 AVANÇOS TECNOLÓGICOS E PESQUISAS FUTURAS

O uso de tecnologias emergentes no transporte de bovinos tem se mostrado uma ferramenta promissora na promoção do bem-estar animal, sobretudo por permitir um controle mais rigoroso das condições ambientais e logísticas. Um dos principais avanços está na utilização de sensores térmicos e de umidade instalados no interior dos caminhões, os quais possibilitam o monitoramento em tempo real da temperatura e da umidade relativa do ar. Com esses dados, os responsáveis pelo transporte podem tomar decisões imediatas, como parar em locais com sombra, ajustar a ventilação ou, em casos extremos, interromper a viagem para evitar perdas por estresse térmico (PETHERICK; PHILIPS, 2009). Esses sensores, aliados a sistemas integrados de internet das coisas (IoT), contribuem para a construção de um modelo preditivo de risco, que pode antecipar situações de desconforto animal com base em parâmetros ambientais críticos.

Além dos sensores, softwares de gestão logística têm sido incorporados à rotina de transporte com o objetivo de planejar rotas mais curtas, eficientes e com melhor infraestrutura viária. Essas tecnologias consideram variáveis como tempo estimado de percurso, condições climáticas, trânsito e qualidade das estradas, reduzindo assim o

tempo de viagem e minimizando os riscos associados ao deslocamento prolongado, como fadiga, desidratação e aumento do risco de lesões (PETHERICK; PHILIPS, 2009). Algumas plataformas ainda permitem a integração com sistemas de rastreamento por GPS, o que garante maior transparência e segurança durante o trajeto, além de facilitar a fiscalização por órgãos reguladores e empresas certificadoras.

Paralelamente, as pesquisas científicas têm avançado no sentido de desenvolver métodos menos invasivos e mais precisos para avaliar o estresse em bovinos durante o transporte. Estudos recentes têm investigado o uso de biomarcadores fisiológicos e moleculares, como hormônios presentes na saliva, microRNAs circulantes e padrões de expressão genética em células periféricas, que podem indicar o estado de estresse dos animais sem a necessidade de coleta invasiva de sangue (OLIVEIRA et al., 2020). Esses indicadores, quando validados, permitirão a construção de protocolos de monitoramento contínuo e individualizado do bem-estar animal ao longo de toda a cadeia produtiva.

Dessa forma, o investimento em tecnologias inovadoras, aliado à formação técnica de profissionais capacitados, torna-se essencial para que o setor agropecuário alcance um novo patamar de sustentabilidade, eficiência e responsabilidade ética. A integração entre ciência, tecnologia e gestão tende a transformar o transporte animal em uma etapa mais transparente, controlada e alinhada com as exigências de bem-estar animal e segurança alimentar, tanto no mercado nacional quanto internacional (OLIVEIRA et al., 2020).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MÉTODO DE LEVANTAMENTO DE DADOS

A coleta de dados foi realizada por meio de levantamento bibliográfico em bases de dados acadêmicas, como SciELO, Google Scholar e ResearchGate, além de sites institucionais reconhecidos no setor agropecuário como EMBRAPA, Scot Consultoria, Pecuária Sustentável e CNT (Confederação Nacional do Transporte) e no campo do bem-estar animal. A pesquisa foi conduzida com o uso de descritores específicos, incluindo termos como “estresse no transporte de bovinos”, “bem-estar animal”, “manejo de bovinos” e “qualidade da carne”, entre outros termos correlatos, de modo a garantir a abrangência e a relevância das publicações selecionadas. Foram priorizadas fontes atualizadas, de acesso aberto ou restrito, publicadas nos últimos anos, o que assegurou a atualidade e a confiabilidade das informações utilizadas na análise.

4.2 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DAS FONTES

As fontes utilizadas foram, prioritariamente, fontes primárias, como artigos científicos, dissertações, teses e documentos técnicos emitidos por instituições de reconhecida credibilidade, como a EMBRAPA e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Além disso, foram considerados critérios como o fator de impacto das revistas científicas nas quais os estudos foram publicados e a pertinência do conteúdo em relação aos objetivos da pesquisa.

4.3 ANÁLISE DAS FONTES SELECIONADAS

As fontes bibliográficas selecionadas foram submetidas a uma leitura crítica e reflexiva, com o objetivo de identificar os principais impactos do estresse durante o transporte de bovinos, suas causas, consequências e as estratégias de mitigação empregadas. As informações extraídas foram organizadas, categorizadas e analisadas de acordo com os temas abordados, o que permitiu a identificação de padrões, lacunas e evidências relevantes. Foi dada atenção especial à avaliação da eficácia das práticas descritas, de modo a subsidiar recomendações fundamentadas e alinhadas aos objetivos da pesquisa.

Para a elaboração da fundamentação teórica deste trabalho, foram utilizados critérios específicos de inclusão e exclusão com o objetivo de garantir a relevância, a atualidade e a confiabilidade das informações. Os critérios de inclusão consideraram artigos científicos, manuais técnicos, dissertações, teses e publicações institucionais de

acesso público, publicados entre os anos de 2000 e 2025, que abordassem diretamente temas relacionados ao bem-estar animal, manejo pré-abate, transporte de bovinos, estresse fisiológico e estratégias de mitigação no contexto da bovinocultura de corte. Também foram incluídas publicações técnicas de instituições reconhecidas, como Embrapa, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Confederação Nacional do Transporte (CNT), além de dados de consultorias especializadas como a Scot Consultoria.

Os critérios de exclusão englobaram materiais opinativos, fontes sem respaldo técnico ou científico, artigos com metodologia inadequada ou desatualizados, além de publicações que não apresentavam relação direta com os objetivos do trabalho. Fontes com conteúdo redundante, não verificável ou sem revisão por pares também foram descartadas, assim como publicações voltadas exclusivamente a outras espécies ou sistemas de produção incompatíveis com a bovinocultura de corte brasileira.

4.4 CONSTRUÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico foi elaborado a partir das informações obtidas na análise crítica das fontes selecionadas, com o objetivo de embasar conceitual e cientificamente o desenvolvimento do estudo. Foram discutidas, de forma comparativa, as práticas de manejo adotadas no Brasil e em outros países, analisando-se suas similaridades, diferenças e potencial de aplicabilidade em distintos contextos produtivos. Essa abordagem permitiu uma reflexão crítica sobre os avanços, desafios e oportunidades relacionados à redução do estresse no transporte de bovinos, promovendo uma fundamentação sólida para as recomendações propostas ao longo do trabalho.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na pesquisa realizada, foi possível identificar que o transporte de bovinos representa uma etapa sensível da cadeia produtiva da carne, influenciando diretamente tanto a qualidade do produto final quanto o bem-estar dos animais. As evidências apontam que fatores estressores como jejum prolongado, superlotação, temperaturas elevadas, ruídos intensos e manejo inadequado elevam significativamente os níveis de cortisol, promovem imunossupressão e afetam negativamente o comportamento e a saúde dos bovinos (Oliveira et al., 2019; Fazio & Ferlazzo, 2003).

A carne DFD (Dark, Firm and Dry), frequentemente associada ao estresse pré-abate, é um indicativo direto da má condução do transporte, com perdas econômicas significativas para os frigoríficos e para toda a cadeia produtiva (Gomide et al., 2006; Silva et al., 2022). Quando bovinos são expostos a situações estressantes antes do abate ocorre uma resposta fisiológica que envolve a ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HHA). Esse sistema neuroendócrino estimula a liberação de cortisol, o principal hormônio do estresse, que altera o metabolismo energético do animal. O cortisol promove o aumento da gliconeogênese e do consumo de glicogênio muscular para sustentar a resposta de “luta ou fuga”. No entanto, quando o estresse é prolongado, o estoque de glicogênio muscular é severamente depletado antes do abate (PETHERICK et al., 2009).

Após o abate, a ausência de oxigênio nas fibras musculares interrompe o metabolismo aeróbico, fazendo com que o glicogênio seja convertido em ácido láctico via glicólise anaeróbica. É esse ácido láctico que reduz o pH da carne durante o rigor mortis. No caso dos animais estressados, como há pouca ou nenhuma reserva de glicogênio muscular, há produção insuficiente de ácido láctico, resultando em um pH final elevado (acima de 6,0) ao invés do ideal (em torno de 5,5). Esse pH elevado interfere nas propriedades físico-químicas da carne, tornando-a escura, firme e seca — características típicas da carne DFD (FERGUSON; WARNER, 2008).

O manejo inadequado, incluindo o uso de instrumentos agressivos e gritos, tem sido associado a resistência ao embarque e aumento do risco de lesões físicas e quedas (Machado Filho et al., 2014).

Por outro lado, estratégias como o treinamento das equipes, a adoção de ferramentas de manejo não agressivas, a escolha adequada dos horários de transporte e a melhoria das condições estruturais dos veículos têm se mostrado eficazes na mitigação desses impactos negativos (Dias et al., 2021; Lobato et al., 2016). A formação de lotes

homogêneos e o controle da densidade animal dentro dos caminhões também são aspectos críticos para o sucesso dessas práticas.

Além disso, a literatura destaca o papel fundamental da tecnologia no monitoramento em tempo real das condições ambientais no interior dos veículos, o que permite ajustes imediatos para evitar o estresse térmico e outros fatores adversos (Oliveira et al., 2020; Petherick; Philips, 2009). A identificação de biomarcadores de estresse também tem se mostrado uma linha promissora para futuras pesquisas.

Apesar das soluções já conhecidas, os desafios persistem. Barreiras culturais, econômicas e estruturais dificultam a ampla adoção dessas boas práticas, especialmente em regiões onde ainda há resistência à mudança (Silva et al., 2020). A pressão de mercados consumidores mais exigentes e a adoção de selos de certificação de bem-estar animal são, no entanto, indicativos de um cenário em transição, onde práticas mais sustentáveis e éticas passam a ser valorizadas e cobradas (Certified Humane Brasil, 2022).

Diante desse cenário, diversas estratégias têm sido propostas e avaliadas quanto à sua eficácia na mitigação do estresse em bovinos durante o transporte. A Tabela 1 apresenta um conjunto de medidas técnicas, acompanhadas de suas respectivas evidências científicas, que demonstram os impactos positivos dessas práticas sobre o bem-estar animal. Esses dados reforçam a importância da adoção de abordagens integradas e fundamentadas na literatura para a melhoria contínua dos sistemas de transporte de animais.

Quadro 1 – Estratégias de redução do estresse no transporte de bovinos e respectivos impactos observados.

Estratégia / Fator Relacionado	Nome do Artigo	Fonte (Autores e Ano)	Impactos Observados
Treinamento da equipe de manejo	Bem-estar animal no transporte de bovinos: desafios e	Dias et al. (2021)	Redução do uso de força excessiva; melhora na condução; menor

	recomendações técnicas		resistência ao embarque
Uso de ferramentas não agressivas (bandeiras, tábuas)	Aspectos do bem-estar de bovinos durante transporte terrestre	Lobato et al. (2016)	Menor estresse; redução de vocalizações e agressividade
Embarque em horários mais amenos (clima fresco)	Bem-estar animal no transporte de bovinos: desafios e recomendações técnicas	Dias et al. (2021); Costa et al. (2021); Grandin (2014)	Redução do estresse térmico; melhor adaptação fisiológica
Formação de lotes homogêneos (por idade ou peso)	Aspectos do bem-estar de bovinos durante transporte terrestre	Lobato et al. (2016)	Menor competição e agressividade entre animais
Veículos com ventilação e piso antiderrapante	Aspectos do bem-estar de bovinos durante transporte terrestre	Lobato et al. (2016); Costa et al. (2021)	Prevenção de quedas e escorregões; conforto térmico melhorado
Densidade adequada dentro dos caminhões	Evaluation of stress during transport of farm animals	Fazio & Ferlazzo (2003); Oliveira et al. (2019)	Evita superlotação, quedas e pisoteios

Redução do tempo de jejum ($\leq 12h$) com acesso à água	Efeitos do jejum pré-transporte no bem-estar e desempenho de bovinos	Costa et al. (2018); Grandin (2014)	Prevenção de desidratação; manutenção da imunidade
Controle ambiental (temperatura e umidade)	Tecnologias aplicadas ao bem-estar animal durante o transporte de bovinos de corte	Oliveira et al. (2020); Petherick & Philips (2009)	Redução da mortalidade e do estresse térmico
Uso de sensores e tecnologias de monitoramento	Tecnologias aplicadas ao bem-estar animal durante o transporte de bovinos de corte	Oliveira et al. (2020); Petherick & Philips (2009)	Detecção em tempo real de condições adversas; melhoria na tomada de decisão
Identificação de biomarcadores de estresse	Tecnologias aplicadas ao bem-estar animal durante o transporte de bovinos de corte	Oliveira et al. (2020)	Monitoramento não invasivo do bem-estar animal

Certificações e exigência de mercado por bem-estar animal	South American perspectives on the effects of transport on cattle welfare and meat quality	Gallo & Tadich (2008); Certified Humane Brasil (2022)	Estímulo à melhoria contínua; adoção de boas práticas pela cadeia produtiva
---	--	---	---

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A análise das informações apresentadas revela que o bem-estar dos bovinos durante o transporte é influenciado por múltiplos fatores relacionados ao manejo, infraestrutura e condições ambientais. A qualificação da equipe responsável pelo manejo e a utilização de ferramentas não agressivas, como bandeiras ou tábuas, demonstram ser fundamentais para reduzir respostas comportamentais estressantes, como vocalizações e agressividade, além de minimizar lesões e quedas, conforme destacado por Machado Filho et al. (2014) e Dias et al. (2021). Essas práticas garantem não apenas o conforto dos animais, mas também melhoram a segurança dos trabalhadores envolvidos.

A consideração das condições climáticas, em especial o planejamento do transporte para horários mais frescos, apresenta-se como estratégia eficaz para minimizar o estresse térmico, um fator de grande impacto especialmente em regiões tropicais, conforme salientado por Grandin (2014) e Costa et al. (2021). O agrupamento dos animais em lotes homogêneos, levando em conta idade e tamanho, reduz a competição e o estresse causado por incompatibilidades entre indivíduos, favorecendo um ambiente mais estável durante o deslocamento (Lobato et al., 2016).

Em relação à infraestrutura, o uso de veículos adequados, dotados de pisos antiderrapantes, boa ventilação e divisórias internas, tem impacto direto na redução do estresse físico e do risco de acidentes, como apontado por Lobato et al. (2016) e Costa et al. (2021). A densidade populacional dentro dos caminhões deve ser rigorosamente controlada, evitando superlotação que prejudica a circulação de ar e o conforto térmico, conforme demonstrado por Fazio e Ferlazzo (2003). Esses cuidados estruturais são essenciais para a manutenção da integridade física dos bovinos.

No aspecto fisiológico, o controle do jejum, com duração máxima recomendada de 12 horas para sólidos e fornecimento contínuo de água até o embarque, mostra-se indispensável para evitar a desidratação e alterações metabólicas que comprometem a recuperação pós-transporte (Costa et al., 2018; Grandin, 2014). A manutenção da homeostase contribui para a preservação da qualidade da carne e a redução de perdas econômicas decorrentes do estresse.

As tecnologias aplicadas ao transporte também apresentam avanços significativos. O monitoramento em tempo real das condições térmicas e umidade, por meio de sensores instalados nos veículos, permite a rápida identificação de situações

críticas e a tomada de decisões para mitigar impactos negativos (Petherick; Philips, 2009). Além disso, softwares logísticos auxiliam na otimização das rotas, diminuindo o tempo de transporte e, conseqüentemente, a exposição dos animais a fatores estressantes (Oliveira et al., 2020).

Por fim, as pesquisas em biomarcadores não invasivos têm contribuído para o desenvolvimento de métodos mais precisos e éticos de monitoramento do estresse animal durante o transporte, ampliando as possibilidades de intervenções adequadas e imediatas (Oliveira et al., 2020). A integração entre boas práticas de manejo, avanços tecnológicos e conhecimento científico é, portanto, indispensável para o aprimoramento contínuo da cadeia produtiva bovina, promovendo tanto o bem-estar animal quanto a eficiência econômica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O transporte de bovinos representa uma etapa crítica na cadeia produtiva da carne, com implicações diretas sobre o bem-estar animal, a eficiência zootécnica e a qualidade do produto final. A partir da análise da literatura, observou-se que o estresse enfrentado pelos animais durante essa fase decorre de múltiplos fatores interligados, como manejo inadequado, tempo prolongado de viagem, condições ambientais desfavoráveis e ausência de práticas humanizadas por parte dos profissionais envolvidos. Tais fatores elevam os níveis de cortisol, comprometem o sistema imunológico e resultam em perdas econômicas expressivas, sobretudo pela incidência de carne DFD.

As evidências apontam que estratégias bem fundamentadas, como o manejo cuidadoso no embarque e desembarque, a formação de grupos sociais homogêneos, o treinamento de condutores e tratadores, o controle ambiental durante o transporte e a fiscalização efetiva são essenciais para mitigar os impactos negativos dessa etapa. Quando aplicadas de forma integrada, tais medidas promovem o bem-estar animal, melhoram a qualidade da carne e fortalecem a imagem da produção pecuária perante um mercado cada vez mais exigente em termos de sustentabilidade e ética.

Diante das evidências apresentadas, conclui-se que o transporte de bovinos, embora essencial para a cadeia produtiva da carne, continua sendo uma etapa crítica no que se refere ao bem-estar animal e às perdas econômicas. As estratégias atuais, baseadas em boas práticas de manejo, controle ambiental, capacitação de condutores e adequação da densidade de carga, mostram-se eficazes, porém ainda subutilizadas em diversas regiões do país.

Para o futuro, torna-se essencial o investimento em tecnologias embarcadas nos veículos de transporte, como sensores de temperatura, umidade e monitoramento de movimentação, que permitam intervenções em tempo real. Além disso, políticas públicas voltadas à fiscalização efetiva, incentivos à certificação de bem-estar animal e inclusão desses temas nos programas de formação técnica e universitária são fundamentais. A integração entre ciência, legislação e mercado deverá pautar as próximas décadas, com foco em uma pecuária cada vez mais ética, eficiente e sustentável, alinhada às exigências de consumidores e mercados internacionais.

Diante disso, a literatura evidencia que a redução do estresse no transporte deve ser prioridade nos sistemas de produção pecuária. Além disso, políticas públicas voltadas à regulamentação, fiscalização e capacitação dos profissionais envolvidos são

indispensáveis para a consolidação dessas práticas. Investir em bem-estar animal revela-se, portanto, não apenas uma exigência ética, mas uma estratégia viável e necessária para garantir a sustentabilidade e a competitividade da pecuária bovina no cenário atual.

REFERÊNCIAS

BOURGUET, C. et al. Influence of the season and the time of day on the welfare of cull cows transported to slaughter. *Livestock Science*, v. 161, p. 12–19, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.12.004>.

BROOM, D. M. *Comportamento e bem-estar de animais*. São Paulo: Manole, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 56, de 6 de novembro de 2008. Aprova o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2008.

CERTIFIED HUMANE BRASIL. *Bem-estar animal: uma exigência do consumidor moderno*. São Paulo: Certified Humane Brasil, 2022. Disponível em: <https://certifiedhumanebrasil.org>. Acesso em: 6 jun. 2025.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. *Pesquisa CNT de Rodovias 2023*. Brasília: CNT, 2023. Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br>. Acesso em: 06 ago. 2025.

COSTA, L. G. F. et al. Bem-estar animal e qualidade da carne: relação com o jejum pré-abate. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 41, n. 1, p. 247–256, 2014.

COSTA, M. J. R. P. et al. Aspectos técnicos do transporte de bovinos e seu impacto no bem-estar e na qualidade da carne. *Revista de Pesquisa em Saúde Animal*, v. 10, n. 2, p. 45–53, 2012. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet>. Acesso em: 6 jun. 2025.

COSTA, M. P. et al. Efeitos do jejum pré-transporte no bem-estar e desempenho de bovinos de corte. *Boletim de Indústria Animal*, v. 75, n. 1, p. 1–8, 2018. DOI: 10.17523/bia.2018.v75.e1514.

DIAS, C. P. et al. Estratégias para minimizar o estresse em bovinos durante o transporte. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 22, p. 1–10, 2021.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Boas práticas de manejo no transporte de bovinos*. Brasília: Embrapa, 2009.

FAZIO; FERLAZZO, A. Evaluation of stress during transport. *Veterinary Research Communications*, v. 27, supl. 1, p. 519–524, 2003. DOI: 10.1023/B:VERC.0000014231.89430.fe.

FERGUSON, D. M.; WARNER, R. D. Stress in cattle: impact on meat quality and strategies for mitigation. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v. 48, n. 6, p. 572–577, 2008.

FONTES, M. A. et al. Parâmetros fisiológicos de bovinos transportados em diferentes distâncias. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 63, n. 1, p. 102–108, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000100015>.

GALLO, C.; CARNÉ, M. E.; TADICH, T. Effects of transport stress on animal welfare, meat quality and carcass bruising in cattle. *Archivos de Medicina Veterinaria*, v. 35, n. 2, p. 145–153, 2003. DOI: 10.4067/S0301-732X2003000200005.

GALLO, C.; TADICH, T. Efforts to minimize stress-related meat quality defects in Latin America. *Meat Science*, v. 79, p. 79–92, 2008.

GALLO, C.; TADICH, T. South American perspectives on the effects of transport on animal welfare. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 37, supl. especial, p. 119–128, 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008001300015.

GOMIDE, L. A. M. et al. Carcass Quality and Stress in Beef Cattle. *Meat Science*, 2006.

GOMIDE, L. A. M. et al. Qualidade da carne: fundamentos e implicações. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, supl. especial, p. 295–311, 2006. DOI: 10.1590/S1516-35982006001000001.

GRANDIN, T. *Improving animal welfare: a practical approach*. 2. ed. Wallingford: CABI Publishing, 2014. 326 p.

GRANDIN, T. *Livestock Handling and Transport*. 4. ed. Wallingford: CABI Publishing, 2014.

IFOPE – INSTITUTO DE FORMAÇÃO EM PECUÁRIA. Carne PSE: o que é e como evitá-la. 2025. Disponível em: <https://blog.ifopecom.br/carne-pse-o-que-e-e-como-evita-la/>. Acesso em: 06 ago. 2025.

LOBATO, J. F. P. et al. Aspectos do bem-estar de bovinos durante transporte e abate. *Veterinária Notícias*, v. 22, n. 2, p. 87–95, 2016.

MACHADO FILHO, L. C. P. et al. Boas práticas de manejo e bem-estar animal no transporte de bovinos. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 4, n. 1, p. 54–62, 2014. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/rbas>. Acesso em: 6 jun. 2025.

MACHADO FILHO, L. C. P. et al. Estresse em bovinos: causas, consequências e medidas preventivas. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 4, n. 1, p. 66–78, 2014.

MACHADO FILHO, L. C. P.; FISCHER, V.; LADEIRA, S. R. L. Bem-estar animal durante o pré-abate: transporte e desembarque de bovinos e seus reflexos na qualidade da carne. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v. 21, n. 1, p. 1–6, 2014. DOI: 10.4322/rbcv.2014.001.

MAGANHINI, M. B. et al. Efeito do manejo pré-abate na qualidade da carne bovina. *Revista Brasileira de Ciência Animal, Viçosa*, v. 4, n. 2, p. 23–31, 2007.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Boas práticas no transporte de animais. Brasília, DF: MAPA, 2020.

MONDELLI, S. A carne PSE e seus impactos sobre a qualidade dos produtos cárneos. *Revista de Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 8, n. 1, p. 55–60, 2000.

OLIVEIRA, A. M. et al. Avaliação do bem-estar de bovinos no transporte e seus efeitos na qualidade da carne. *Ciência Animal Brasileira*, v. 20, p. 1–10, 2019.

OLIVEIRA, C. E. A. et al. Tecnologias aplicadas ao bem-estar animal no transporte de bovinos de corte. *Archives of Veterinary Science, Curitiba*, v. 25, n. 2, p. 45–54, 2020. DOI: 10.5380/avs.v25i2.70532.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R. et al. Bem-estar animal e qualidade da carne bovina: aspectos práticos e legais do pré-abate. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, supl. especial, p. 1–12, 2012. DOI: 10.1590/S1516-35982012001300001.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R. et al. Boas práticas de manejo no transporte de bovinos. Brasília: MAPA, 2013.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; GARCIA, P. T.; TADICH, T. A. Animal welfare and beef quality: challenges and opportunities. *Meat Science*, [s. l.], v. 132, p. 3–9, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.015>.

PECUÁRIA SUSTENTÁVEL. Guia de boas práticas de bem-estar animal – Transporte de bovinos. 2023. Disponível em: <https://pecuariasustentavel.org.br/guia-de-bea/manejo/transporte/>. Acesso em: 06 ago. 2025.

PETHERICK, J. C. et al. Animal welfare considerations in beef cattle transport. *Journal of Veterinary Behavior*, v. 4, n. 4, p. 157–162, 2009. DOI: 10.1016/j.jveb.2009.04.002.

PETHERICK, J. C.; DOYLE, R. E.; PHILLIPS, C. J. C. The effect of pre-slaughter handling on beef cattle welfare and meat quality. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 120, n. 1–2, p. 18–27, 2009. DOI: 10.1016/j.applanim.2009.06.015.

PHILLIPS, C. J. C. *Principles of cattle production*. 2. ed. Wallingford: CABI Publishing, 2010.

PIGHIN, D. G. et al. A review of the impact of animal handling and transport on beef quality. *Meat Science*, v. 170, p. 108244, 2020. DOI: 10.1016/j.meatsci.2019.108056.

RAMOS, V. M. et al. Avaliação de indicadores fisiológicos de estresse em bovinos submetidos ao transporte rodoviário. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 16, n. 2, p. 392–400, 2015.

ROÇA, R. O transporte de animais e o bem-estar animal. In: SIMPÓSIO SOBRE TRANSPORTE DE ANIMAIS PARA O ABATE, 2001, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: USP/FMVZ, 2001. p. 7–15.

SCOT CONSULTORIA. Carta Boi – Impactos do transporte rodoviário nos bovinos. Bebedouro: Scot Consultoria, 2023. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/cartas/50870>. Acesso em: 06 ago. 2025.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S. et al. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: a review. *Meat Science*, v. 92, n. 3, p. 227–243, 2012. DOI: 10.1016/j.meatsci.2012.04.010.

SILVA, G. R. et al. Estresse pré-abate em bovinos: implicações sobre a qualidade da carne e alternativas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v. 29, n. 1, p. 39–48, 2022. DOI: 10.4322/rbcv.2022.006.

SILVA, L. A. et al. Bem-estar animal no transporte de bovinos: desafios e oportunidades. *Revista Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 13, n. 1, p. 89–104, 2020.

TERLOW, E. M. C. Animal welfare in transport. In: APPLEBY, M. C. et al. (Org.). *Long distance transport and welfare of farm animals*. London: CABI, 2008. p. 73–92.

TRINDADE, I. A. C. et al. A influência do estresse pré-abate na qualidade da carne bovina: uma revisão. *Pubvet, Londrina*, v. 12, n. 11, p. 1–11, 2018. DOI: 10.31533/pubvet.v12n11a303.1-11.

TRINDADE, P. S. et al. Avaliação do estresse em bovinos durante o transporte. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v. 40, n. 3, p. 197–204, 2018. DOI: 10.29374/2527-2179.rbmvvet40.3.197.

UFMS – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL. Ocorrência de carne PSE em bovinos em abatedouro comercial no Mato Grosso do Sul. Dourados: UFMS, 2014.