

Campus Colorado do Oeste
Coordenação do Curso em Bacharelado em Zootecnia

RAFAEL RIBEIRO DA ROSA

**INFLUÊNCIA DO BEM-ESTAR NO ANTE MORTEM E SEUS EFEITOS NA
CARCAÇA E NA QUALIDADE DE CARNE DE BOVINOS: UMA REVISÃO**

COLORADO DO OESTE

2026

RAFAEL RIBEIRO DA ROSA

**INFLUÊNCIA DO BEM-ESTAR NO ANTE MORTEM E SEUS EFEITOS NA
CARCAÇA E NA QUALIDADE DE CARNE DE BOVINOS: UMA REVISÃO**

Monografia entregue como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Colorado do Oeste, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel, junto ao Curso de Zootecnia, sob a orientação do professor Me. Henrique Gonçalves Reolon.

COLORADO DO OESTE
2026

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Rosa, Rafael Ribeiro da.

Influência do bem-estar no ante mortem e seus efeitos na carcaça e na qualidade de carne de bovinos: uma revisão / Rafael Ribeiro da Rosa. - Colorado do Oeste, 2026.
35 f.

Orientador(a): Prof. Me. Henrique Gonçalves Reolon.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Colorado do Oeste, 2026.

1. Abate humanitário. 2. Bem-estar animal. 3. Estresse animal. 4. Qualidade da carne. I. Reolon, Henrique Gonçalves (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Juliana Machado da Silva Sasset, CRB-11/1140

FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Zootecnia, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - *Campus* Colorado do Oeste, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Autor: Rafael Ribeiro da Rosa

Orientador(a): Prof. Me. Henrique Gonçalves Reolon

Situação: (X) Aprovado () Reprovado

Aprovado em: 08/06/2026

Me. Henrique Gonçalves Reolon
Orientador

Dr. Nélío Ranieli Ferreira de Paula
Membro 1

Dra. Ana Catharina dos Santos Batista
Membro 2

INFLUÊNCIA DO BEM-ESTAR NO ANTE MORTEM E SEUS EFEITOS NA CARÇAÇA E NA QUALIDADE DE CARNE DE BOVINOS: UMA REVISÃO

INFLUENCE OF ANTE-MORTEM WELFARE AND ITS EFFECTS ON THE CARCASS AND MEAT QUALITY OF CATTLE: A REVIEW

Rafael Ribeiro da Rosa¹

Henrique Gonçalves Reolon²

RESUMO

O bem-estar animal no período *ante mortem* tem sido amplamente discutido devido ao seu impacto direto na qualidade da carcaça bovina. Estressores como manejo inadequado, transporte ineficiente e contenção agressiva desencadeiam alterações fisiológicas, comportamentais e metabólicas que comprometem a aparência, a textura e o rendimento da carne. Diante disso, este estudo teve como objetivo analisar, por meio de revisão de literatura, a influência das práticas de bem-estar animal no pré-abate sobre os parâmetros qualitativos da carcaça. A metodologia consistiu na seleção e análise de artigos científicos, publicações técnicas e documentos oficiais publicados entre 2020 e 2025, disponíveis nas bases SciELO, PubMed, Web of Science e Scopus, utilizando os descritores: “bem-estar animal”, “abate humanitário”, “manejo pré-abate”, “estresse animal” e “qualidade da carcaça”. Os resultados evidenciaram que a ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal em resposta ao estresse interfere na glicólise muscular, alterando o pH *post mortem* e favorecendo a ocorrência de defeitos como a carne escura, firme e seca (do inglês, Dark, Firm and Dry - DFD). Além disso, práticas inadequadas de contenção e transporte aumentam a frequência de hematomas e fraturas, com consequente descarte parcial da carcaça. A discussão entre os estudos revelou consenso sobre a necessidade de protocolos padronizados e fiscalização efetiva. Conclui-se que o investimento em boas práticas de manejo pré-abate é essencial não apenas para garantir o bem-estar animal, mas também para assegurar a qualidade tecnológica, sanitária e comercial da carne bovina.

Palavras-chave: Abate humanitário, bem-estar animal, estresse animal, qualidade da carne.

¹ Acadêmico do Curso de Zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, 76.993-000, Colorado do Oeste, Rondônia, Brasil. E-mail: rafaelribeirorosa90@gmail.com.

² Prof. Me. Henrique Gonçalves Reolon, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, 76993-000, Colorado do Oeste, Rondônia, Brasil. E-mail: henrique.reolon@ifro.edu.br.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVO	9
3 MÉTODOS	9
4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
4.1 BEM-ESTAR ANIMAL NO PERÍODO ANTE MORTEM	10
4.1.1 Conceito de bem-estar animal aplicado ao pré-abate.....	12
4.1.2 Estressores ambientais e manejo pré-abate.....	14
4.2 RESPOSTAS FISIOLÓGICAS AO ESTRESSE E SEUS EFEITOS NA CARCAÇA.....	16
4.2.1 Alterações hormonais e metabólicas em condições de estresse.....	17
4.2.2 Relação entre estresse ante mortem e defeitos na carne (DFD e PSE).19	
4.3 PROTOCOLOS DE BOAS PRÁTICAS E IMPLICAÇÕES NA QUALIDADE DO PRODUTO FINAL	22
4.3.1 Legislação e diretrizes de bem-estar animal no abate.....	23
4.3.2 Impacto do bem-estar na aceitação comercial da carcaça.....	25
5 DISCUSSÃO	27
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

A abordagem sobre o bem-estar animal no contexto do abate tem ganhado notoriedade no debate científico e nas exigências do mercado consumidor global. O reconhecimento dos animais como seres sencientes impulsionou uma série de reformas nas práticas produtivas, especialmente no que diz respeito ao manejo *ante mortem*, período imediatamente anterior ao abate que compreende as etapas de jejum, transporte, desembarque, permanência no curral e condução ao tronco de contenção (Nielsen *et al.*, 2020).

O conceito de bem-estar animal, consolidado a partir do paradigma das cinco liberdades, estabelece que os animais devem ser protegidos contra fome, sede, desconforto, dor, medo e tenham liberdade para expressar seu comportamento natural. A aplicação desses princípios no pré-abate visa garantir condições mínimas que preservem o estado físico e emocional dos animais. Contudo, práticas como o uso excessivo de instrumentos de contenção, a aglomeração em veículos inadequados e longos períodos de jejum e espera, ainda são recorrentes em sistemas produtivos diversos, desafiando a implementação efetiva do bem-estar animal (Pereira *et al.*, 2020).

Além das obrigações legais, a adoção de boas práticas no manejo *ante mortem* responde também a uma crescente demanda social por métodos de produção mais éticos. As percepções da população quanto ao abate humanitário revelam preocupações com o sofrimento animal e com os impactos que ele pode gerar nos produtos consumidos. Há também um movimento de responsabilização moral que recai sobre os profissionais e empresas do setor agropecuário, exigindo maior transparência e compromisso com o bem-estar animal desde o campo até a indústria (Sinclair *et al.*, 2023).

A literatura científica aponta que o estresse vivenciado pelos animais no período *ante mortem* pode provocar uma série de alterações fisiológicas e metabólicas que comprometem a qualidade da carne. O acúmulo de catecolaminas e cortisol, associado à depleção do glicogênio muscular, interfere no pH final da carcaça, o que pode resultar em defeitos como carne escura, firme e seca (*dark, firm and dry* – DFD) ou carne pálida, mole e exsudativa (*pale, soft and exudative* – PSE) (Guerios; Nandi, 2020).

Nesse sentido, as condições de transporte dos animais têm sido alvo de atenção especial. O tempo de deslocamento, o tipo de veículo, a ventilação, o piso, a densidade de carga e a habilidade dos condutores são fatores determinantes para o nível de estresse vivenciado pelos bovinos durante o trajeto até o frigorífico. O transporte prolongado e a exposição a ruídos ou temperaturas extremas contribuem para elevações hormonais que alteram a fisiologia muscular e, conseqüentemente, o estado final da carcaça (Rossi; Bertolino; Araújo, 2020).

A eficiência no manejo pré-abate depende também da capacitação dos trabalhadores, da adequação da estrutura física dos currais e da padronização de procedimentos operacionais. A forma como os animais são conduzidos até o local de insensibilização influencia diretamente seu estado emocional e fisiológico. Quando submetidos a práticas agressivas ou a ambientes inadequados, os bovinos podem reagir com agitação, quedas, vocalizações intensas e resistência, o que contribui para o aparecimento de hematomas, fraturas e contusões na carcaça (Warriss, 2020).

A implementação de protocolos de bem-estar animal nos frigoríficos visa não apenas cumprir normas legais, mas otimizar o rendimento da produção e a qualidade da carne ofertada. A padronização de procedimentos e a instalação de equipamentos adequados à espécie e ao comportamento dos animais são estratégias que favorecem o manejo eficiente e menos estressante (Nielsen *et al.*, 2020). Essa perspectiva promove um equilíbrio entre o bem-estar animal e os interesses econômicos, reforçando o compromisso com a produção sustentável.

Apesar dos avanços normativos e científicos, ainda existem lacunas importantes na aplicação de práticas humanitárias em sistemas produtivos, especialmente em países onde o controle sobre o cumprimento da legislação é frágil. Além disso, a ausência de indicadores objetivos e facilmente mensuráveis de bem-estar no momento do abate dificulta a fiscalização e a responsabilização dos agentes envolvidos (Sinclair *et al.*, 2023). A heterogeneidade de culturas, métodos de manejo e infraestrutura entre regiões também impõe desafios para a padronização de boas práticas.

Justifica-se, portanto, a realização desta revisão de literatura pela necessidade de aprofundar a compreensão sobre os impactos do bem-estar animal no *ante mortem* sobre a qualidade da carcaça, identificando os principais fatores envolvidos e discutindo práticas que possam reduzir perdas e sofrimento. A problemática central reside na persistência de métodos inadequados de manejo em diversas etapas do

abate, os quais resultam não apenas em prejuízos econômicos, mas em riscos éticos e sanitários associados à produção de alimentos de origem animal.

2. OBJETIVO

O presente estudo visa analisar, com base em evidências científicas, como o bem-estar animal durante o manejo *ante mortem* influencia a qualidade da carcaça. E de forma específica objetiva: (1) investigar os principais fatores relacionados ao manejo pré-abate que impactam o estresse e o bem-estar dos animais destinados ao abate; (2) avaliar as alterações fisiológicas decorrentes de práticas inadequadas no transporte e manejo *ante mortem* e sua correlação com a qualidade da carne e da carcaça; e (3) discutir a importância da adoção de protocolos de bem-estar animal como estratégia para garantir produtos de origem animal com melhor qualidade e aceitabilidade no mercado.

3. MÉTODOS

A metodologia adotada para o presente estudo consiste em uma revisão de literatura de caráter qualitativo. Esse tipo de pesquisa é desenvolvido com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos (Gil, 2002). Desse modo, o objetivo deste trabalho é reunir, selecionar e analisar criticamente as publicações científicas que abordam a influência do bem-estar no ante mortem e seus efeitos na carcaça e na qualidade de carne de bovinos. A adoção desse método permite a sistematização de conhecimentos já produzidos, sem a manipulação direta de variáveis, mostrando-se adequada para compreender fenômenos complexos como a relação entre estresse pré-abate e qualidade da carne.

A seleção das fontes bibliográficas foi realizada com base em critérios de relevância, atualidade e aderência temática, priorizando materiais que abordam aspectos relacionados ao manejo pré-abate, estresse animal, qualidade da carne e princípios de bem-estar animal. A busca foi conduzida nas bases de dados SciELO, Scopus, Web of Science e PubMed, utilizando os seguintes descritores combinados por meio de operadores booleanos: “bem-estar animal”, “manejo pré-abate”, “abate humanitário”, “qualidade da carcaça”, “estresse animal”, “transporte de animais” e

suas respectivas traduções para o inglês (“animal welfare”, “pre-slaughter handling”, “humane slaughter”, “carcass quality”, “animal stress”, “animal transport”).

Os critérios de inclusão foram: (1) artigos publicados entre 2020 e 2025; (2) textos completos disponíveis gratuitamente; (3) publicações em português, inglês ou espanhol; (4) estudos com enfoque direto na temática proposta. Foram excluídos trabalhos com foco exclusivamente laboratorial, revisões duplicadas, resumos expandidos sem conteúdo completo e artigos com baixa qualidade metodológica ou desvio temático. A triagem foi realizada em duas etapas: leitura dos títulos e resumos, seguida da leitura integral dos textos selecionados.

Além de artigos científicos, também foram incluídos documentos técnicos de instituições internacionais, como a Organização Mundial da Saúde Animal (OIE) e a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA), desde que alinhados aos critérios de seleção e com conteúdo pertinente ao objeto de estudo. As informações obtidas foram organizadas em categorias temáticas conforme os objetivos específicos da pesquisa, permitindo a estruturação analítica do corpo da revisão.

A análise dos dados se deu por meio de leitura crítica e interpretação qualitativa do conteúdo, com ênfase na identificação de convergências e divergências entre os autores, evidências empíricas sobre as consequências do estresse *ante mortem* e proposições relacionadas às boas práticas de manejo. Os dados foram sistematizados de forma a subsidiar a discussão teórica e a elaboração de considerações sobre os impactos do bem-estar animal na cadeia produtiva da carne.

Essa metodologia possibilitou reunir um conjunto consistente de informações capazes de sustentar reflexões sobre a importância do bem-estar animal no pré-abate e suas implicações éticas, sanitárias e econômicas, contribuindo para o aprimoramento das práticas produtivas e para o desenvolvimento de políticas públicas e protocolos mais eficazes na garantia do abate humanitário.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 BEM-ESTAR ANIMAL NO PERÍODO ANTE MORTEM

O bem-estar animal durante o período *ante mortem* é definido por um conjunto de práticas que visam minimizar o sofrimento dos animais nas etapas que antecedem

o abate, como o jejum, o transporte, o desembarque e o manejo nos currais. Tais medidas são essenciais para garantir não apenas condições éticas no trato animal, mas também a qualidade final do produto obtido. O reconhecimento da sensibilidade dos bovinos ao ambiente e à forma de manejo impõe aos profissionais a responsabilidade de aplicar estratégias que reduzam o estresse e a dor durante esse processo (Marcante; Weber, 2024).

O manejo adequado durante o pré-abate requer treinamento técnico da equipe, instalações apropriadas e condutas fundamentadas em legislações específicas, como a Portaria nº 365/2021, que regulamenta as práticas humanitárias de abate. Essa norma estabelece critérios para a recepção, insensibilização e sangria, orientando os frigoríficos a estruturarem procedimentos que priorizem o bem-estar animal, desde a chegada ao abatedouro até o início do processo de morte (Brasil, 2021). O não cumprimento desses requisitos pode acarretar não apenas em sanções legais, mas também em perdas econômicas relacionadas à degradação da carcaça.

O estresse sofrido pelos animais nas fases que precedem o abate compromete o metabolismo muscular, afetando a estabilidade do pH pós-morte e, por consequência, a aparência, textura e conservação da carne. Lesões decorrentes de contenção inadequada, quedas e agitação excessiva também impactam negativamente o rendimento e a aceitação do produto final. Dessa forma, o bem-estar *ante mortem* não é apenas uma exigência ética e legal, mas uma variável determinante na cadeia produtiva da carne bovina (Guerios; Nandi, 2020).

As condições físicas das instalações onde os animais são mantidos antes do abate influenciam diretamente seu comportamento e nível de estresse. Ambientes com iluminação excessiva, ruídos altos, pisos escorregadios ou angulações inadequadas promovem resistência dos bovinos à condução, exigindo maior intervenção humana e aumentando o risco de acidentes e contusões. A adoção de estruturas com curvas suaves, ventilação adequada e espaço compatível com a densidade animal permite a condução tranquila e reduz a necessidade de estímulos aversivos (Pinho; Leitão; Ribeiro, 2021).

O transporte até o abatedouro também integra o conjunto de fatores que compõem o bem-estar *ante mortem*. Quando realizado de forma inadequada, pode gerar lesões, fraturas e sofrimento prolongado. O tempo de jejum anterior à viagem, a densidade de carga, a ventilação do veículo e a habilidade do motorista são variáveis

críticas que, se negligenciadas, comprometem tanto a integridade dos animais quanto o aproveitamento da carcaça (Rebouças, 2021).

Dessa forma, o bem-estar animal no período *ante mortem* é resultante de uma complexa interação entre ambiente, manejo humano e resposta fisiológica dos animais, sendo determinante para a obtenção de produtos cárneos com qualidade aceitável e seguros para o consumo (Neta *et al.*, 2021).

4.1.1 Conceito de bem-estar animal aplicado ao pré-abate

O conceito de bem-estar animal envolve a avaliação das condições físicas e mentais dos animais, com base na capacidade de adaptação aos ambientes e estímulos aos quais são submetidos. No contexto do abate, esse conceito se aplica às práticas e condições oferecidas aos animais desde o momento em que deixam a propriedade rural até o início da insensibilização. O bem-estar nesse período exige a observação de parâmetros como ausência de dor, medo, fome, sede, desconforto térmico, e a possibilidade de manifestar comportamentos naturais da espécie (Marcante; Weber, 2024).

As diretrizes que embasam a prática do bem-estar no pré-abate estão alinhadas às cinco liberdades propostas pelo *Farm Animal Welfare Council*, frequentemente adotadas em normas internacionais e nacionais. Essas liberdades garantem que os animais sejam protegidos contra o sofrimento evitável. No Brasil, a Portaria nº 365/2021 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é uma das normativas que estabelece parâmetros legais para o abate humanitário, prevendo que as instalações e os procedimentos devem garantir bem-estar até a morte do animal (Brasil, 2021; Carvalho *et al.*, 2021).

O pré-abate é considerado um dos momentos mais críticos no que se refere à vulnerabilidade dos bovinos, pois envolve deslocamentos, mudanças de ambiente, separação do grupo, contato com humanos estranhos e contenções. Essas condições exigem que o manejo seja conduzido com sensibilidade e conhecimento técnico, a fim de reduzir estímulos negativos que possam provocar sofrimento ou prejuízos à saúde dos animais (Guerios; Nandi, 2020).

Para que o bem-estar animal seja efetivamente aplicado ao pré-abate, é necessário que os profissionais envolvidos conheçam o comportamento da espécie e adotem práticas que respeitem os limites de percepção e reação dos bovinos. Animais

com visão lateral ampla, por exemplo, podem reagir a estímulos visuais que escapam à percepção humana, como sombras, reflexos ou objetos suspensos. Esses fatores devem ser considerados na estrutura dos currais, corredores e troncos de contenção (Pinho; Leitão; Ribeiro, 2021).

Outro aspecto importante na aplicação do conceito de bem-estar é a insensibilização correta dos animais antes da sangria. A falha nesse procedimento representa grave violação das normas de abate humanitário e causa dor intensa e sofrimento prolongado. A Portaria nº 365/2021 especifica os métodos aceitos de insensibilização, os quais devem ser aplicados por profissionais capacitados e com equipamentos calibrados, assegurando a perda imediata da consciência e da sensibilidade (Brasil, 2021; Carvalho *et al.*, 2021).

O bem-estar no pré-abate não se limita à ausência de maus-tratos, mas inclui a promoção de um ambiente que reduza o estresse e possibilite a transição mais suave possível até o momento da morte. Isso implica em jejum adequado, acesso à água, espaço suficiente para movimentação e permanência em lotes conhecidos, evitando a mistura de grupos de diferentes origens ou hierarquias sociais (Marcante; Weber, 2024).

A adaptação da estrutura física dos estabelecimentos à etologia bovina é essencial para assegurar o bem-estar. Corredores retos e estreitos, ângulos fechados, pisos escorregadios ou falta de iluminação podem provocar reações de pânico, agressividade ou recusa à movimentação. Essas reações não apenas prejudicam a integridade física dos animais como também colocam em risco os trabalhadores envolvidos no manejo (Rebouças, 2021).

A legislação brasileira ainda carece de mecanismos efetivos de monitoramento e fiscalização contínua das práticas de abate humanitário. Embora a Portaria nº 365/2021 represente um avanço, sua implementação prática depende da conscientização dos gestores das plantas frigoríficas e da capacitação técnica dos trabalhadores (Brasil, 2021). A existência de normas não garante sua aplicação sem fiscalização eficiente e responsabilidade ética na execução dos procedimentos (Carvalho *et al.*, 2021).

Além disso, a percepção social sobre o abate humanitário tem pressionado o setor agroindustrial a adotar padrões mais elevados de bem-estar. O conceito aplicado ao pré-abate transcende a legalidade e passa a integrar a imagem institucional das empresas, que buscam certificações e selos de qualidade que atestem o compromisso

com práticas éticas e sustentáveis. Essa perspectiva amplia o alcance do conceito, incorporando aspectos de responsabilidade social e ambiental (Neta *et al.*, 2021).

A aplicação consistente do bem-estar animal no pré-abate tem demonstrado impacto positivo na qualidade do produto final. A carne proveniente de animais submetidos a menor estresse apresenta pH mais estável, coloração uniforme e menor incidência de lesões musculares, o que contribui para um rendimento superior na carcaça. Além disso, a redução do sofrimento animal no abatedouro atende à expectativa de consumidores mais conscientes e exigentes quanto à origem dos alimentos que consomem (Guerios; Nandi, 2020).

4.1.2 Estressores ambientais e manejo pré-abate

O ambiente ao qual os bovinos são expostos nas etapas que antecedem o abate influencia diretamente seu comportamento, fisiologia e a qualidade da carcaça. Diversos fatores ambientais, como temperatura, ventilação, ruídos, luminosidade, condições do piso e estrutura dos currais, atuam como estressores potenciais, podendo desencadear respostas adversas nos animais. Esses estímulos, quando não controlados, resultam em sofrimento agudo, resistência ao manejo e lesões que comprometem o aproveitamento comercial da carne (Marcante; Weber, 2024).

Temperaturas extremas, seja por calor intenso ou frio excessivo, interferem na homeostase dos bovinos e afetam o desempenho fisiológico durante o transporte e a espera no abatedouro. A exposição ao calor pode gerar hipertermia, desidratação e prostração, enquanto o frio severo favorece tremores, rigidez muscular e aumento da demanda energética. A ausência de controle térmico em caminhões ou currais de espera intensifica os efeitos negativos desses estressores, especialmente em animais já debilitados ou submetidos a longos períodos de jejum (Neta *et al.*, 2021).

O ruído ambiental é outro fator relevante. Sons agudos e constantes, como motores, vozes elevadas, latidos ou pancadas metálicas, provocam agitação nos bovinos, dificultando sua movimentação e aumentando a liberação de hormônios como o cortisol. A resposta ao som pode ser intensificada pela acústica do ambiente, principalmente em estruturas com superfícies metálicas ou fechadas, que potencializam a reverberação. A redução do ruído e o uso de comandos vocais calmos constituem práticas recomendadas para minimizar o estresse auditivo (Pinho; Leitão; Ribeiro, 2021).

A iluminação inadequada também compromete a condução dos animais. Os bovinos apresentam campo de visão amplo, mas com dificuldades para interpretar contrastes bruscos de luz e sombra. A presença de reflexos, clarões ou áreas escuras em corredores e currais pode causar hesitação, recuos ou movimentos bruscos, dificultando o fluxo contínuo e aumentando o risco de lesões. O uso de luzes difusas e com intensidade uniforme contribui para uma movimentação mais natural e tranquila (Carvalho *et al.*, 2021).

As condições do piso representam um dos estressores mais significativos. Superfícies escorregadias, úmidas, com desníveis ou acúmulo de dejetos favorecem quedas e escoriações, além de provocarem insegurança nos animais. A falta de tração ou a instabilidade ao caminhar aumentam o tempo de condução e o risco de contusões, que se refletem diretamente na carcaça, podendo gerar áreas de hemorragia muscular e hematomas visíveis (Rebouças, 2021).

Outro aspecto fundamental é o tempo de permanência nos currais de espera. O prolongamento dessa etapa, especialmente sem acesso à água e com alta densidade de lotação, intensifica o estresse, a fadiga e o comportamento agressivo. O espaço inadequado para deitar, a mistura de animais de diferentes origens ou sexos e a movimentação excessiva durante a espera elevam os níveis de tensão, interferindo na resposta metabólica ao abate. O tempo ideal de descanso pré-abate varia conforme a espécie e as condições de transporte, devendo ser monitorado continuamente (Marcante; Weber, 2024).

A densidade de carga durante o transporte e a espera é outro fator crítico. O excesso de animais por metro quadrado impede a movimentação adequada, favorece quedas, pisoteamentos e disputas por espaço. Em contrapartida, a sublotação durante o transporte pode gerar instabilidade e esforço muscular desnecessário para manter o equilíbrio. A definição da densidade ideal deve considerar o peso vivo, a duração da viagem e o tipo de veículo utilizado, ajustando o número de animais por compartimento (Guerios; Nandi, 2020).

O manejo humano representa um dos principais determinantes do nível de estresse *ante mortem*. Condutas inadequadas, como o uso de bastões elétricos, gritos, empurrões ou pancadas, aumentam a frequência cardíaca, elevam os níveis de catecolaminas e provocam reações defensivas nos animais. O treinamento da equipe de manejo é indispensável para garantir técnicas de condução baseadas na

etologia animal, como a utilização do ponto de equilíbrio, da zona de fuga e da movimentação corporal calma (Pinho; Leitão; Ribeiro, 2021).

A movimentação dos animais deve ser contínua e sem interrupções desnecessárias. Paradas bruscas, recuos ou obstáculos visuais no trajeto geram confusão e resistência à condução. A instalação de corredores em curvas suaves, com laterais fechadas e sem elementos pendentes, facilita a locomoção natural dos bovinos. A arquitetura dos currais deve ser planejada de forma a respeitar o comportamento de rebanho e minimizar estímulos aversivos (Carvalho *et al.*, 2021).

Além disso, a familiaridade com o ambiente influencia a resposta dos animais. Bovinos criados em confinamento com rotina padronizada apresentam menor reatividade a estímulos externos quando comparados a animais criados extensivamente, com pouco contato humano. A introdução súbita em ambientes desconhecidos, ruidosos ou com cheiros intensos, como o de sangue, eleva a ansiedade e compromete a eficiência do abate. Estratégias de adaptação gradativa ou o manejo de lotes homogêneos ajudam a reduzir esse impacto (Neta *et al.*, 2021).

A interação entre os diversos estressores ambientais e a ausência de protocolos bem estabelecidos resulta em consequências negativas tanto para os animais quanto para a indústria. A ocorrência de lesões físicas, como hematomas, fraturas e rupturas musculares, além da alteração no pH da carne, compromete a apresentação, o sabor e a durabilidade dos produtos. A gestão adequada desses fatores é indispensável para assegurar o bem-estar animal e a qualidade da carne bovina (Rebouças, 2021).

4.2 RESPOSTAS FISIOLÓGICAS AO ESTRESSE E SEUS EFEITOS NA CARCAÇA

A exposição dos bovinos a estressores físicos e psicossociais no período *ante mortem* desencadeia alterações fisiológicas que afetam a qualidade final da carcaça. A ativação dos sistemas endócrino e nervoso autônomo diante de situações ameaçadoras resulta na liberação de hormônios do estresse, como o cortisol, a adrenalina e a noradrenalina. Essas substâncias têm impacto direto sobre o metabolismo muscular, influenciando o pH pós-morte, a coloração, a textura e a retenção de água da carne (Tsigos *et al.*, 2020).

A forma como os animais interagem com o ambiente social também influencia as respostas fisiológicas ao estresse. A introdução de indivíduos desconhecidos no

mesmo curral, por exemplo, provoca disputas hierárquicas que elevam a excitação e a liberação hormonal. Em ambientes desconhecidos, essas interações contribuem para um quadro de estresse agudo, afetando a estabilidade emocional dos animais e resultando em impacto direto sobre o metabolismo muscular (Ithurralde *et al.*, 2025).

As respostas endócrinas ao estresse agudo são mediadas pelo eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HHA), responsável pela liberação de glicocorticoides. O cortisol age mobilizando reservas energéticas por meio da glicogenólise e da neoglicogênese, preparando o organismo para situações de fuga ou luta. Em bovinos submetidos a manejos intensos, a ativação prolongada do HHA pode depletar os estoques de glicogênio muscular, prejudicando a queda adequada do pH após a sangria e favorecendo a ocorrência de carne DFD (Whitham; Bryant; Miller, 2020).

Além do cortisol, outros indicadores hormonais têm sido investigados na avaliação do bem-estar, como a desidroepiandrosterona (DHEA), um andrógeno produzido pelas glândulas adrenais que atua como modulador da resposta ao estresse. O desequilíbrio entre cortisol e DHEA é associado a alterações comportamentais, imunológicas e metabólicas, demonstrando que o impacto do estresse é multifatorial e pode se prolongar mesmo após o abate (Whitham; Bryant; Miller, 2020).

O estresse pré-abate também envolve interações com o sistema imunológico. A ativação crônica do eixo HHA suprime a resposta imune, tornando os animais mais susceptíveis a infecções e inflamações. A presença de processos inflamatórios subclínicos pode interferir na qualidade da carcaça, gerando alterações visíveis e rejeição parcial ou total do produto. Essa relação entre sistema nervoso, endócrino e imune é cada vez mais reconhecida como central para a compreensão do impacto fisiológico do estresse (Zefferino; Di Gioia; Conese, 2021).

4.2.1 Alterações hormonais e metabólicas em condições de estresse

O estresse induzido no período *ante mortem* desencadeia reações fisiológicas que visam preservar a integridade do organismo frente a estímulos percebidos como ameaçadores. Em bovinos, essas reações envolvem a ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HHA), responsável por iniciar a cascata de eventos neuroendócrinos que culmina na liberação de glicocorticoides e catecolaminas. O principal hormônio liberado nesse processo é o cortisol, que exerce ações catabólicas, promovendo a

degradação do glicogênio muscular e o aumento da glicemia, mecanismos que visam fornecer energia para respostas adaptativas como fuga ou luta (Tsigos *et al.*, 2020).

Durante o manejo pré-abate, fatores como transporte prolongado, contenção física, mistura de animais desconhecidos e ruídos intensos intensificam a resposta ao estresse. A exposição contínua a esses estímulos provoca a hiperativação do HHA, elevando de forma sustentada os níveis de cortisol circulante. Essa condição, além de afetar o comportamento dos animais, impacta o metabolismo muscular ao reduzir os estoques de glicogênio, elemento fundamental para o processo de acidificação da carne após a morte (Zefferino; Di Gioia; Conese, 2021).

O pH muscular pós-morte sofre uma queda gradual em condições normais, como resultado da conversão do glicogênio em ácido lático, na ausência de oxigênio. Esse processo confere à carne características desejáveis como maciez, coloração atrativa e boa capacidade de retenção de água. Em animais estressados, no entanto, a depleção do glicogênio impede essa acidificação, resultando em pH final elevado, o que favorece a ocorrência da carne DFD (Ijaz *et al.*, 2020).

Além dos glicocorticoides, as catecolaminas, como a adrenalina e a noradrenalina, participam intensamente da resposta imediata ao estresse. Elas promovem o aumento da frequência cardíaca, da pressão arterial e da respiração, bem como alterações na circulação periférica e na contração muscular. Essas mudanças fisiológicas podem induzir o aumento do tônus muscular e a ocorrência de microlesões que, ao serem observadas na carcaça, são interpretadas como hematomas ou rupturas, impactando a aparência e o rendimento da carne (Wicks *et al.*, 2022).

A investigação de novos biomarcadores para o estresse animal tem incluído hormônios como a desidroepiandrosterona (DHEA), cuja produção também é regulada pelo córtex adrenal. A DHEA possui propriedades imunomoduladoras e neuroprotetoras, sendo considerada um antagonista funcional do cortisol. O desequilíbrio entre os níveis desses dois hormônios tem sido proposto como um indicador mais sensível da condição de estresse crônico, ampliando as possibilidades de monitoramento do bem-estar animal no pré-abate (Whitham; Bryant; Miller, 2020).

As alterações metabólicas decorrentes do estresse pré-abate não se limitam ao sistema muscular. O fígado, como órgão central no metabolismo energético, também responde ao estresse aumentando a taxa de glicogenólise e a produção de glicose hepática. Em condições prolongadas de estresse, esse processo se torna

disfuncional, podendo induzir quadros de hiperglicemia transitória e acidose metabólica. Esses distúrbios refletem-se na bioquímica da carne e favorecem sua degradação acelerada, com prejuízos à conservação e à segurança alimentar (Tsigos *et al.*, 2020).

A intensidade das alterações hormonais e metabólicas também depende do perfil individual dos animais. Fatores como temperamento, sexo, idade, histórico de manejo e tipo de criação influenciam a reatividade ao estresse. Animais criados em sistemas extensivos, com menor contato humano, tendem a apresentar respostas mais intensas quando submetidos ao ambiente industrial, agravando os efeitos fisiológicos. Por isso, a seleção de lotes homogêneos e o manejo adaptado às características do rebanho são estratégias que contribuem para reduzir as variações no padrão de resposta ao estresse (Ithurralde *et al.*, 2025).

As alterações fisiológicas e metabólicas induzidas pelo estresse são, portanto, multifatoriais, dinâmicas e influenciadas por variáveis ambientais e individuais. O monitoramento de parâmetros hormonais e a implementação de medidas preventivas no manejo *ante mortem* são fundamentais para evitar perdas econômicas e garantir produtos com qualidade compatível às exigências de consumo e às normas sanitárias. A mitigação do estresse se mostra, assim, como um aspecto técnico essencial no sistema de produção de carne bovina (Wicks *et al.*, 2022).

4.2.2 Relação entre estresse ante mortem e defeitos na carne (DFD e PSE)

O estresse a que os bovinos são submetidos no período *ante mortem* influencia diretamente a qualidade da carne, especialmente no que se refere à ocorrência dos principais defeitos tecnológicos conhecidos como DFD e PSE. Essas alterações são resultantes de processos bioquímicos induzidos pelas respostas fisiológicas ao estresse, principalmente por meio da mobilização de reservas energéticas e pela variação nos níveis de pH muscular pós-abate (Tsigos *et al.*, 2020).

A carne DFD é caracterizada por coloração escura, consistência firme e alta capacidade de retenção de água. Sua principal causa está associada ao esgotamento do glicogênio muscular antes da morte do animal, decorrente de estresse prolongado, especialmente relacionado a transporte inadequado, contenção excessiva, longas esperas e interação agressiva entre indivíduos desconhecidos. A redução dos níveis de glicogênio impede a produção suficiente de ácido láctico no processo de glicólise

anaeróbica, mantendo o pH final acima de 6,0, o que compromete atributos sensoriais e microbiológicos da carne (Ijaz *et al.*, 2020).

A elevada taxa de pH da carne DFD resulta em retenção excessiva de água dentro das fibras musculares, o que provoca o aspecto seco, com baixa exsudação superficial. No entanto, a carne apresenta menor estabilidade oxidativa e maior suscetibilidade à deterioração microbiológica, devido à ausência de acidificação, condição que favorece o crescimento de microrganismos indesejáveis. Por esse motivo, produtos DFD apresentam menor vida útil e não são recomendados para comercialização em cortes frescos (Wicks *et al.*, 2022).

A depleção de glicogênio muscular também interfere no escurecimento da carne devido à redução da taxa de produção de ácido láctico. O pH elevado no momento da rigidez cadavérica afeta a oxidação da mioglobina, pigmento responsável pela cor vermelha da carne. Como resultado, observa-se uma coloração marrom-escuro, com menor atratividade comercial, especialmente em cortes expostos à refrigeração e à iluminação. Essa condição, além de indesejável sensorialmente, é percebida pelo consumidor como indicativo de carne velha ou mal armazenada (Ijaz *et al.*, 2020).

O acúmulo de lactato no músculo em situações de estresse não é suficiente para acidificar adequadamente a carne, quando os níveis de glicogênio estão reduzidos. Em contrapartida, animais submetidos a estresse térmico agudo podem apresentar queda excessiva do pH em curto tempo, resultando em carne PSE, condição menos comum em bovinos, mas relatada em suínos. Essa dualidade de respostas metabólicas demonstra a complexidade do controle do pH e a necessidade de manejo específico por espécie (Moreno *et al.*, 2020).

Os animais mais susceptíveis à ocorrência de DFD são os que demonstram maior sensibilidade comportamental, como os com temperamento mais reativo, os submetidos a longas distâncias de transporte ou à mistura com indivíduos desconhecidos nos currais. Essa situação aumenta o nível de vigilância social, gerando disputas hierárquicas e consumo energético elevado, o que favorece a depleção dos estoques de glicogênio muscular antes da sangria (Ithurralde *et al.*, 2025).

Já a carne PSE, mais comum em suínos e aves, é caracterizada por coloração pálida, textura flácida e elevada perda de líquido. Embora sua ocorrência em bovinos seja menos frequente, situações de estresse térmico agudo, como exposição a calor

excessivo imediatamente antes do abate, podem precipitar uma rápida queda do pH muscular enquanto a temperatura corporal ainda está elevada. Essa combinação promove desnaturação precoce de proteínas, prejudicando a estrutura do tecido muscular e a capacidade de retenção hídrica (Wicks *et al.*, 2022).

O rápido declínio do pH muscular nos primeiros minutos pós-morte provoca colapso das miofibrilas, liberação de água e alteração da textura da carne. O produto final torna-se visualmente indesejável, com aparência esbranquiçada, perda de firmeza e exsudação acentuada. A carne PSE apresenta baixo rendimento industrial, não sendo apropriada para cortes frescos e dificultando o uso em produtos processados que dependem de estabilidade proteica para emulsificação e consistência (Moreno *et al.*, 2020).

Enquanto a carne DFD está relacionada a estresse crônico e prolongado, a carne PSE decorre, majoritariamente, de estresse agudo e intenso. Em ambas as situações, o manejo *ante mortem* é decisivo para a prevenção dos defeitos. Estratégias como o controle da densidade de lotação, o fornecimento adequado de descanso, o transporte eficiente e o manejo calmo e contínuo são medidas fundamentais para preservar o equilíbrio fisiológico dos animais e evitar as reações metabólicas indesejadas (Whitham; Bryant; Miller, 2020).

A correlação entre estresse e qualidade da carne é evidenciada também por análises laboratoriais. Amostras de carne com defeitos DFD apresentam níveis reduzidos de lactato e glicogênio residual, enquanto a carne PSE mostra pH inicial muito baixo e maior oxidação de pigmentos. O monitoramento desses parâmetros permite avaliar a eficácia das práticas de manejo adotadas e serve como ferramenta de controle de qualidade no ambiente industrial (Tsigos *et al.*, 2020).

Além dos impactos tecnológicos, os defeitos DFD e PSE afetam diretamente a percepção do consumidor quanto à qualidade do produto. A aparência visual da carne é um dos principais critérios de compra, e alterações como coloração escura ou pálida podem ser interpretadas como sinais de carne deteriorada ou sem frescor. Essa percepção reduz a aceitação do produto, impactando negativamente as vendas e a imagem da marca (Ijaz *et al.*, 2020).

A implementação de programas de boas práticas de manejo no pré-abate, associados à capacitação contínua dos trabalhadores, é uma das formas mais eficazes de prevenir a ocorrência desses defeitos. Além disso, o controle ambiental nas unidades frigoríficas, como ventilação adequada, pisos antiderrapantes, redução

de ruídos e iluminação controlada, contribui para a estabilidade comportamental dos animais, reduzindo o risco de reações de fuga e contenção agressiva (Ithurralde *et al.*, 2025).

4.3 PROTOCOLOS DE BOAS PRÁTICAS E IMPLICAÇÕES NA QUALIDADE DO PRODUTO FINAL

A adoção de protocolos de boas práticas no manejo *ante mortem* e durante o abate é essencial para assegurar o bem-estar dos bovinos e otimizar a qualidade da carne. Esses protocolos incluem medidas técnicas, estruturais e operacionais destinadas a reduzir o estresse, prevenir lesões e garantir que o processo ocorra com eficiência e respeito às normas legais e éticas vigentes (Venancio *et al.*, 2024).

No Brasil, o cumprimento das normas estabelecidas pela legislação federal, como a Instrução Normativa nº 03/2000 e a Portaria nº 365/2021, é obrigatório para todos os estabelecimentos de abate registrados no Serviço de Inspeção Federal (SIF) (Brasil, 2021). Essas normas abrangem desde o transporte até a insensibilização, prevendo critérios para estruturas físicas, manejo de currais, equipamentos de contenção, tempo de jejum e práticas de sangria. A ausência de conformidade com esses requisitos pode resultar em autuações sanitárias e descarte de carcaças comprometidas (Nascimento; Pereira, 2023).

A implementação efetiva desses protocolos exige a capacitação contínua das equipes responsáveis pelo manejo e abate. O conhecimento técnico sobre comportamento animal, técnicas de contenção, pontos de insensibilização e procedimentos sanitários é fundamental para evitar condutas agressivas, reduzindo o risco de contusões e fraturas. Além disso, o uso adequado de instrumentos, como pistolas pneumáticas ou equipamentos de jugulação religiosa, deve seguir padrões internacionalmente reconhecidos para garantir eficácia e minimização do sofrimento (Sá *et al.*, 2020).

As boas práticas refletem diretamente na qualidade da carcaça, influenciando parâmetros como pH, cor, textura e rendimento. Carcaças provenientes de animais manejados de forma inadequada apresentam maior incidência de hematomas, contusões e alterações bioquímicas que reduzem seu valor comercial. Por outro lado, práticas sistematizadas e baseadas em protocolos específicos possibilitam maior

uniformidade no produto, contribuindo para a valorização da carne no mercado interno e externo (Clinquart *et al.*, 2022).

Além da melhoria do produto, os protocolos de bem-estar também respondem à crescente exigência de consumidores por alimentos provenientes de sistemas sustentáveis e éticos. Selos de certificação de bem-estar animal têm ganhado relevância, especialmente em mercados internacionais, funcionando como um diferencial competitivo. A rastreabilidade das práticas adotadas no manejo e no abate contribui para fortalecer a confiança do consumidor e ampliar o acesso a nichos de mercado mais exigentes (Pethick *et al.*, 2021).

4.3.1 Legislação e diretrizes de bem-estar animal no abate

A legislação brasileira referente ao bem-estar animal no abate tem avançado nos últimos anos, consolidando normas que visam não apenas atender exigências sanitárias e comerciais, mas também promover condições que respeitem a sensibilidade e a integridade física dos bovinos. O conjunto de diretrizes normativas busca padronizar procedimentos, assegurar práticas humanitárias e minimizar os efeitos deletérios do estresse *ante mortem* na qualidade da carne (Nascimento; Pereira, 2023).

A principal regulamentação vigente no país é a Instrução Normativa nº 03/2000, atualizada por dispositivos complementares como a Portaria nº 365/2021, que estabelece procedimentos operacionais para o abate humanitário (Brasil, 2021). Essas normas determinam critérios para transporte, desembarque, descanso, jejum, manejo nos currais, insensibilização e sangria, tendo como base recomendações internacionais da Organização Mundial da Saúde Animal (OIE). Tais documentos normativos são obrigatórios para todos os estabelecimentos registrados no Serviço de Inspeção Federal (SIF) (Venancio *et al.*, 2024).

Entre as exigências da legislação está o treinamento obrigatório dos colaboradores envolvidos no abate. Os trabalhadores devem conhecer a anatomia dos animais, as técnicas de contenção não agressiva e os procedimentos de insensibilização, a fim de garantir a efetividade do processo e a ausência de dor e sofrimento. A capacitação deve ser documentada e periódica, sendo responsabilidade do estabelecimento manter registros e promover atualizações constantes (Sá *et al.*, 2020).

Outro aspecto relevante previsto na legislação é a estrutura física das instalações. Os currais devem possuir pisos antiderrapantes, cobertura para proteção contra intempéries, iluminação adequada e espaço suficiente para permitir a movimentação dos animais sem aglomeração. Os corredores de condução devem ter largura padronizada, curvas suaves e ausência de ângulos retos, facilitando o fluxo e reduzindo reações de medo. Barreiras visuais devem ser instaladas para impedir a visualização da área de abate pelos animais em espera (Clinquart *et al.*, 2022).

A legislação brasileira também reconhece métodos específicos de abate religioso, como o halal e o kosher, desde que realizados por profissionais credenciados e em conformidade com os princípios de bem-estar. Nesses casos, a jugulação é realizada sem insensibilização prévia, mas com exigências rigorosas quanto à imobilização do animal, ao corte único, à limpeza da lâmina e ao treinamento da equipe religiosa. Ainda que controversos, esses métodos são permitidos sob justificativas culturais e comerciais, respeitando o princípio constitucional da liberdade de culto (Nascimento; Pereira, 2023).

O monitoramento do cumprimento das normas é realizado por auditores fiscais agropecuários, que avaliam, por meio de listas de verificação, a conformidade dos procedimentos adotados pelas plantas frigoríficas. As não conformidades podem resultar em sanções administrativas, interdições de lotes, suspensão de abates e penalizações civis. Além disso, os estabelecimentos que buscam certificações internacionais precisam comprovar aderência às normas locais e às exigências específicas dos países importadores (Venancio *et al.*, 2024).

O Brasil também tem aderido a iniciativas voluntárias de certificação de bem-estar animal, como o selo “Produtor do Bem” e programas desenvolvidos por empresas da cadeia produtiva da carne. Tais iniciativas visam agregar valor ao produto e garantir maior transparência ao consumidor. Elas exigem a implementação de protocolos complementares às exigências legais, com auditorias independentes e exigência de indicadores objetivos de bem-estar, como a ausência de hematomas, quedas, vocalizações e falhas de insensibilização (Pethick *et al.*, 2021).

A compatibilização entre legislação, exigências de mercado e condições reais de operação ainda representa um desafio. Muitas plantas frigoríficas de pequeno e médio porte enfrentam dificuldades estruturais e financeiras para cumprir todas as normas, especialmente em regiões com baixa cobertura fiscalizatória. Nessas situações, a atuação do poder público é essencial para promover capacitação técnica,

fomentar investimentos em infraestrutura e assegurar a universalização das boas práticas (Sá *et al.*, 2020).

A existência de diretrizes legais claras e atualizadas é indispensável para garantir um padrão mínimo de bem-estar animal no abate. No entanto, sua efetividade depende diretamente da fiscalização, da responsabilização dos gestores e da sensibilização dos profissionais quanto à importância de cada etapa do processo. O cumprimento da legislação deve ser compreendido não apenas como obrigação legal, mas como componente da ética profissional e da segurança alimentar (Venancio *et al.*, 2024).

Em âmbito internacional, a crescente preocupação com o bem-estar animal tem levado a União Europeia e outros grandes blocos econômicos a estabelecerem normas rigorosas de importação, com exigências explícitas sobre os procedimentos de abate. Dessa forma, o alinhamento da legislação brasileira aos parâmetros internacionais é não apenas uma estratégia de adequação sanitária, mas também uma exigência comercial para garantir a competitividade da carne brasileira no cenário global (Clinquart *et al.*, 2022).

4.3.2 Impacto do bem-estar na aceitação comercial da carcaça

A aceitação comercial da carcaça bovina está diretamente relacionada às condições de manejo e bem-estar animal no período *ante mortem*. A forma como os animais são conduzidos desde o transporte até o momento do abate impacta não apenas na qualidade fisiológica da carne, mas também em sua valorização no mercado, interferindo em aspectos como aparência, rendimento, durabilidade e segurança do produto final (Clinquart *et al.*, 2022).

Carcaças provenientes de animais submetidos a estresse intenso ou manejo inadequado frequentemente apresentam alterações que desvalorizam comercialmente o produto. Hematomas, contusões, fraturas, abscessos e hipertermia são lesões comuns que obrigam ao descarte de partes da carcaça durante a inspeção post mortem, reduzindo o peso líquido comercializável e aumentando as perdas econômicas. Tais ocorrências são diretamente associadas à condução agressiva, pisos escorregadios, mistura de lotes e uso impróprio de instrumentos de manejo (Venancio *et al.*, 2024).

A coloração da carne é um dos principais atributos considerados pelo consumidor no momento da compra. Produtos com coloração escura são geralmente rejeitados por sugerirem má conservação, enquanto carnes muito pálidas são associadas à falta de frescor ou valor nutricional reduzido. Ambos os defeitos – carne DFD e carne PSE – são consequências de alterações metabólicas provocadas por falhas no controle do estresse *ante mortem*, impactando negativamente a atratividade comercial do produto (Cantarero-Aparicio *et al.*, 2024).

Além do aspecto visual, a textura e a retenção de água influenciam a qualidade percebida da carne. Produtos oriundos de animais que sofreram estresse apresentam maior perda de líquidos durante o armazenamento e o preparo, comprometendo suculência, rendimento e sabor. Essa condição é percebida negativamente por consumidores e indústrias processadoras, que enfrentam dificuldades para utilizar carne com baixa capacidade de emulsificação em produtos como hambúrgueres e embutidos (Pethick *et al.*, 2021).

A valorização da carcaça também está relacionada à uniformidade dos cortes. O estresse e os maus-tratos favorecem reações musculares anormais e rigidez assimétrica, interferindo na morfologia da carcaça e na padronização dos cortes. Estabelecimentos que visam mercados de exportação ou fornecimento a redes varejistas exigentes precisam atender padrões visuais e dimensionais rigorosos, o que reforça a importância de um manejo padronizado e respeitoso no pré-abate (Clinquart *et al.*, 2022).

A adoção de boas práticas de bem-estar animal resulta em menor frequência de carcaças condenadas total ou parcialmente. Essa melhoria está diretamente associada à redução do número de quedas, pancadas e contenções agressivas. Frigoríficos que investem em infraestrutura adequada, equipes treinadas e protocolos bem definidos conseguem obter carcaças com maior qualidade, reduzindo as perdas de abate e aumentando a competitividade no mercado (Venancio *et al.*, 2024).

O mercado consumidor tem mostrado crescente interesse por produtos obtidos a partir de práticas sustentáveis e éticas. A rastreabilidade da cadeia produtiva, incluindo registros de transporte, bem-estar e tipo de abate, tornou-se exigência em diversos países importadores. A certificação de bem-estar animal funciona, nesse contexto, como um selo de confiança e valorização, influenciando diretamente a decisão de compra e a fidelização do consumidor final (Pethick *et al.*, 2021).

Em mercados de alto padrão, como União Europeia e países asiáticos, carnes provenientes de animais submetidos a protocolos de bem-estar documentados e auditáveis são comercializadas com valores superiores, compensando os investimentos realizados em infraestrutura e capacitação. Além disso, grandes redes varejistas e empresas alimentícias passaram a incluir critérios de bem-estar animal em seus contratos de fornecimento, exigindo conformidade com padrões além das exigências legais (Cantarero-Aparicio *et al.*, 2024).

A ausência de práticas de bem-estar impacta não apenas a carcaça, mas toda a imagem institucional das empresas envolvidas na produção e comercialização da carne. Casos de maus-tratos expostos pela mídia ou por auditorias independentes geram boicotes, perdas de contratos e danos irreparáveis à reputação corporativa. O bem-estar animal, portanto, deixou de ser apenas um fator técnico e passou a integrar a governança socioambiental das organizações (Sá *et al.*, 2020).

A rentabilidade das operações frigoríficas também está associada ao aproveitamento máximo da carcaça. Lesões musculares, hematomas e áreas contaminadas por fezes ou urina exigem o descarte parcial ou total de regiões nobres, como alcatra, contrafilé ou picanha, impactando diretamente na margem de lucro da indústria. A prevenção desses prejuízos por meio de boas práticas é uma estratégia de redução de perdas que beneficia tanto o produtor quanto o consumidor final (Venancio *et al.*, 2024).

5 DISCUSSÃO

O impacto do bem-estar animal sobre a qualidade da carcaça pode ser observado desde os primeiros procedimentos de contenção até o momento da insensibilização. O uso de técnicas padronizadas e o treinamento adequado das equipes reduzem de forma significativa as lesões musculares e falhas na sangria, refletindo diretamente no valor comercial da carne. Esses resultados dialogam com análises normativas que apontam para a importância da legislação como norteadora do processo, ainda que sua aplicação na prática continue sendo limitada. Assim, há convergência entre a literatura que destaca o papel da capacitação técnica e aquela que reforça a necessidade de regulamentação, indicando que apenas a combinação

de ambos os fatores pode garantir a integridade da carcaça (Marcante e Weber, 2024; Carvalho et al., 2021; Brasil, 2021).

Apesar de a Portaria nº 365/2021 apresentar diretrizes claras sobre o manejo pré-abate, a eficácia de sua aplicação tem sido questionada. Pesquisas demonstram que a falta de fiscalização efetiva compromete o cumprimento das normas, gerando alta incidência de hematomas e variações de pH. Isso complementa a visão de que a legislação, por si só, não é suficiente para assegurar o bem-estar animal, devendo estar associada a programas de treinamento contínuo das equipes de frigoríficos. Dessa forma, enquanto os documentos oficiais estabelecem os parâmetros técnicos, estudos empíricos revelam que a realidade operacional frequentemente não acompanha tais exigências (Carvalho et al., 2021; Brasil, 2021; Marcante e Weber, 2024).

Outro eixo de discussão diz respeito ao esgotamento das reservas de glicogênio muscular como consequência do manejo inadequado. O estresse excessivo durante o transporte e a recepção dos animais provoca carne DFD, comprometendo atributos visuais e sensoriais. Essa explicação fisiológica reforça a importância de indicadores de bem-estar capazes de detectar situações de risco logo na chegada ao abatedouro, mas também evidencia a dificuldade de implementação prática desses controles em grande escala. Assim, enquanto os estudos destacam o conhecimento científico sobre os mecanismos do estresse, o desafio persiste em transformar esse conhecimento em protocolos de rotina (Guerios e Nandi, 2020).

As medidas preventivas mais eficazes, segundo parte da literatura, não exigem altos investimentos tecnológicos, mas sim práticas básicas bem estruturadas, como o tempo adequado de jejum, a adaptação das instalações e a movimentação calma dos animais. Essa perspectiva se aproxima dos achados sobre capacitação técnica, já que ambos reforçam a importância do fator humano no processo. Contudo, enquanto algumas pesquisas destacam mais a infraestrutura física como determinante, outras enfatizam a conduta das equipes como variável central, sugerindo que a integração entre aspectos estruturais e comportamentais é a chave para melhores resultados (Pinho, Leitão e Ribeiro, 2021; Marcante e Weber, 2024).

No transporte, estudos que quantificaram lesões em carcaças demonstraram prevalência elevada de hematomas, sobretudo em regiões nobres, resultado de pisos inadequados, densidade excessiva dos lotes e manejo brusco por parte dos funcionários. Essas evidências se conectam com trabalhos que analisaram a logística

do transporte em suínos, mostrando que a qualidade do manejo durante o trajeto tem efeito direto na integridade da carne. Embora as espécies sejam diferentes, o ponto de convergência está na constatação de que transporte mal planejado gera perdas significativas. O que diverge entre os estudos é o enfoque: alguns enfatizam os danos visíveis na carcaça, enquanto outros associam o problema a aspectos organizacionais, como planejamento logístico e treinamento dos motoristas (Rebouças, 2021; Neta et al., 2021).

Assim, na análise inicial dos fatores práticos do manejo ante morte, a literatura apresenta um quadro de complementaridade. Enquanto os estudos de caráter normativo reforçam a importância da legislação como instrumento de padronização, as análises empíricas apontam os limites dessa padronização diante de falhas de fiscalização e de treinamento. Ao mesmo tempo, pesquisas fisiológicas evidenciam a relação direta entre estresse e bioquímica da carne, mas revelam o desafio de implementar controles preventivos eficazes. Dessa forma, há consenso de que o bem-estar animal influencia de maneira decisiva a qualidade da carcaça, mas a divergência quanto ao principal obstáculo: para alguns, a falta de infraestrutura; para outros, a falha humana e gerencial.

O estresse fisiológico que antecede o abate é amplamente reconhecido como um dos principais determinantes da qualidade final da carne. A compreensão desse processo exige correlacionar diferentes níveis de análise, que vão da resposta endócrina ao impacto muscular e imunológico. Nesse sentido, os trabalhos convergem em mostrar que a ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal promove a liberação de cortisol, alterando a glicólise muscular e, conseqüentemente, o pH post mortem. Essa linha explicativa é detalhada por pesquisas que destacaram a relação direta entre estresse crônico, esgotamento do glicogênio e queda da qualidade da carne (Tsigos et al., 2020).

O entendimento fisiológico do estresse, entretanto, não se limita ao cortisol. Há evidências de que outros biomarcadores podem oferecer medidas mais sensíveis e específicas. Nesse ponto, algumas pesquisas propuseram que a desidroepiandrosterona (DHEA), quando avaliada em conjunto com o cortisol, reflete de forma mais precisa o estresse prolongado. Essa proposta amplia a perspectiva inicial centrada exclusivamente no cortisol, indicando que o manejo prolongado impacta a fisiologia animal de modo mais complexo do que se supunha (Whitham, Bryant e Miller, 2020). Enquanto Tsigos et al. (2020) destacam os mecanismos

clássicos do estresse endócrino, Whitham, Bryant e Miller (2020) sugerem novas ferramentas de avaliação, o que evidencia a evolução do campo em busca de parâmetros mais robustos.

Outro ponto de convergência é a associação entre desequilíbrios hormonais e respostas inflamatórias. Pesquisas mostraram que as interações entre sistemas endócrino, nervoso e imunológico, quando alteradas pelo estresse, desencadeiam processos inflamatórios que prejudicam tanto a musculatura quanto a estabilidade bioquímica da carcaça. Nesse aspecto, a literatura se alinha ao demonstrar que o estresse crônico não compromete apenas a maciez e a coloração da carne, mas também o sistema imune, ampliando os impactos negativos para além da dimensão econômica (Zefferino, Di Gioia e Conese, 2021). Comparando-se esse enfoque com o de Whitham, Bryant e Miller (2020), nota-se que ambos apontam para a necessidade de indicadores fisiológicos múltiplos para compreender a totalidade dos efeitos do estresse.

A dimensão comportamental também integra essa rede de fatores. Experimentos revelaram que a mistura de animais desconhecidos nos currais de espera intensifica a excitação social, resultando em agressões, maior gasto energético e aumento das lesões musculares. Esse achado corrobora a literatura que associa interações sociais desorganizadas ao aumento do estresse fisiológico e à piora da qualidade da carne (Ithurralde et al., 2025). A conexão entre comportamento social e fisiologia encontra paralelo em estudos moleculares que mostraram que a modulação gênica em resposta ao estresse altera os níveis de glicogênio e lactato, impactando diretamente a qualidade da carne (Moreno et al., 2020). Enquanto Ithurralde et al. (2025) priorizam a dimensão comportamental imediata, Moreno et al. (2020) aprofundam o debate no nível molecular, mas ambos confirmam a centralidade do estresse na determinação da qualidade da carcaça.

No campo da bioquímica muscular, a taxa de queda do pH e a temperatura interna pós-morte foram identificadas como parâmetros críticos para a estabilidade proteica. Pesquisas mostraram que o estresse pré-abate altera essa dinâmica, produzindo carne de textura anormal e menor vida útil. Essa linha de raciocínio é consistente com os achados que relacionaram a coloração escura da carne DFD à redução do glicogênio muscular. Em ambos os casos, a literatura confirma que o manejo inadequado afeta a bioquímica muscular de modo decisivo, ainda que se

utilizem diferentes indicadores, pH e temperatura em um estudo, coloração e glicogênio em outro (Wicks et al., 2022; Ijaz et al., 2020).

Apesar das convergências, alguns pontos sugerem abordagens distintas. Enquanto os estudos bioquímicos priorizam variáveis laboratoriais, como pH, glicogênio e lactato, outras pesquisas destacam a influência de fatores ambientais e históricos de criação sobre a resposta ao estresse. Essa perspectiva genética e ambiental sugere que o impacto do manejo pré-abate não pode ser analisado isoladamente, devendo-se considerar as condições de criação e a variabilidade individual dos animais (Moreno et al., 2020). A divergência não se configura como contradição, mas como complementaridade: enquanto alguns autores apontam os mecanismos imediatos, outros ressaltam que o efeito é modulável pela história de vida dos animais.

Dessa forma, observa-se que a literatura dialoga em três níveis complementares: o fisiológico, que explica os mecanismos endócrinos e metabólicos; o comportamental, que destaca a organização social e a resposta ao manejo; e o molecular, que revela as bases genéticas e bioquímicas dessas alterações. A integração dessas perspectivas confirma que o estresse pré-abate é multidimensional, com repercussões que vão desde a bioquímica celular até a perda econômica nos frigoríficos.

A aplicação prática das normas de bem-estar animal em frigoríficos brasileiros e internacionais mostra que, embora haja avanços regulatórios, ainda persistem falhas que comprometem a qualidade da carcaça. Relatos de inspeções revelaram deficiências no uso de métodos corretos de insensibilização e contenção, com ocorrência de fraturas e falhas de sangria que afetam diretamente a integridade do produto final. Essas constatações evidenciam a distância entre a teoria legislativa e a prática cotidiana, indicando que a qualificação da equipe e a fiscalização eficiente são pontos críticos para a efetividade das normas (Venancio et al., 2024). Essa percepção converge com análises sobre a Portaria nº 365/2021, que apesar de estabelecer parâmetros claros, carece de mecanismos que garantam sua plena adesão, resultando em irregularidades que impactam negativamente a qualidade da carne (Carvalho et al., 2021; Brasil, 2021).

Outro aspecto que gera debate diz respeito aos métodos de abate religioso, como halal e kosher. A discussão sobre sua compatibilidade com o bem-estar animal demonstra que, mesmo sem a insensibilização prévia, é possível mitigar o sofrimento

por meio de técnicas adequadas de jugulação e imobilização. Contudo, esse processo exige rigorosa fiscalização e treinamento dos responsáveis, sob pena de comprometer não apenas o bem-estar, mas também a qualidade final da carne. Essa análise abre espaço para divergências, já que parte da literatura considera indispensável a insensibilização, enquanto outra defende a possibilidade de métodos alternativos dentro da legalidade brasileira (Nascimento e Pereira, 2023).

Nos abatedouros de regiões específicas, como no Amazonas, práticas inadequadas de manejo, incluindo o uso excessivo de bastões elétricos e sobrecarga nos currais, foram associadas a maiores índices de rejeição de carcaças. Essa constatação reforça a ideia de que as falhas no cumprimento das normas resultam em perdas econômicas expressivas e comprometem a eficiência do setor produtivo (Sá et al., 2020). Comparando-se esses achados com os de Venancio et al. (2024), observa-se que os problemas de aplicação da legislação não são pontuais, mas recorrentes em diferentes regiões, reforçando a necessidade de estratégias nacionais de fiscalização e de capacitação contínua das equipes.

A valorização da carne no mercado consumidor também se mostra diretamente relacionada ao cumprimento de protocolos de bem-estar. Pesquisas apontam que carnes oriundas de sistemas que priorizam boas práticas apresentam melhor maciez, coloração e sabor, sendo mais bem aceitas em mercados que prezam pela qualidade sensorial. Esse dado sugere que o bem-estar animal não se restringe a um imperativo ético ou legal, mas constitui também uma estratégia mercadológica para ampliar a competitividade e agregar valor ao produto (Pethick et al., 2021). Quando comparados aos resultados de Sá et al. (2020), que associam falhas no manejo a perdas comerciais, percebe-se uma clara relação de causa e efeito: práticas de bem-estar ampliam a valorização da carne, enquanto sua ausência resulta em rejeição e descarte.

Além do mercado, a literatura destaca que fatores pré-abate, como transporte e mistura social, exercem impacto ainda maior sobre a qualidade da carne do que fatores genéticos ou nutricionais. Isso demonstra que, embora a genética e a dieta influenciem a qualidade intrínseca, o manejo imediato anterior ao abate tem efeitos mais expressivos e imediatos. Essa perspectiva valoriza a implementação de protocolos padronizados no transporte, na recepção e na insensibilização, como estratégias mais eficientes para garantir carne de qualidade (Clinkart et al., 2022). Ao relacionar esses resultados com os de Ithurralde et al. (2025), observa-se

convergência no reconhecimento de que a organização social e logística do pré-abate é determinante, superando inclusive outros fatores biológicos.

A idade e o manejo no pré-abate também se destacam como variáveis relevantes. Pesquisas evidenciaram que animais submetidos a manejo brusco apresentam maior incidência de contusões e coloração anormal, o que reduz a aceitação do produto e compromete sua apresentação no mercado. Essa constatação reforça a centralidade do manejo imediato, sobretudo em categorias mais jovens ou sensíveis, cujos parâmetros de estresse repercutem mais intensamente na carcaça (Cantarero-Aparicio et al., 2024). Ao se comparar com os resultados de Rebouças (2021), percebe-se a complementaridade dos achados: enquanto este quantifica as lesões em carcaças bovinas, aquele amplia a análise ao relacionar idade, manejo e atributos visuais da carne.

Portanto, ao integrar os estudos que analisam a legislação, o manejo prático e a percepção do mercado, torna-se evidente que o bem-estar animal é uma condição essencial tanto para a preservação da integridade física da carcaça quanto para a valorização econômica do produto. Se por um lado normas como a Portaria nº 365/2021 estabelecem diretrizes claras, por outro a literatura mostra que sua aplicação ainda é limitada e que práticas inadequadas permanecem recorrentes em diferentes contextos. Por outro lado, estudos de mercado reforçam que a adoção efetiva de protocolos de bem-estar não apenas garante carne de melhor qualidade, como também amplia sua competitividade, confirmando a importância do tema sob múltiplas perspectivas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu compreender que o bem-estar animal no período *ante mortem* exerce influência direta e mensurável sobre a qualidade da carcaça bovina, refletindo-se em aspectos como pH, coloração, textura, rendimento e aceitação comercial da carne. Os dados analisados demonstram que práticas inadequadas de manejo, transporte e contenção elevam significativamente o estresse dos animais, desencadeando respostas fisiológicas e metabólicas que resultam em defeitos tecnológicos, como a carne DFD, além de lesões físicas que comprometem a integridade da carcaça.

Os estudos analisados convergem quanto à importância da adoção de boas práticas, estruturadas em protocolos claros e fiscalizados, baseados em princípios científicos e legais. A legislação brasileira, representada por normativas como a Portaria nº 365/2021, fornece diretrizes sólidas, mas sua aplicação ainda enfrenta desafios práticos, principalmente em estabelecimentos com baixa capacitação técnica e infraestrutura precária (Brasil, 2021). Evidenciou-se também que a avaliação do estresse deve considerar não apenas indicadores físicos e comportamentais, mas também parâmetros endócrinos e moleculares, ampliando as possibilidades de diagnóstico e controle.

Investir em bem-estar animal não é apenas uma exigência ética e legal, mas também uma estratégia fundamental para assegurar a qualidade, a valorização e a sustentabilidade da produção de carne bovina. A articulação entre legislação, formação profissional, adequação estrutural e comprometimento institucional é indispensável para consolidar sistemas de abate humanitário que respeitem os animais e atendam às demandas de consumidores cada vez mais exigentes quanto à origem e aos processos envolvidos na produção de alimentos de origem animal.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Portaria nº 365, de 16 de julho de 2021**. Aprova o Regulamento Técnico de Manejo Pré-abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização autorizados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 jul. 2021. Seção 1-Extra, p. 1. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/aves-e-suinos/2022/51a-ro/portaria-365-2021.pdf/view>. Acesso em: 13 ago. 2025.
- CANTARERO-APARICIO, M. Á. *et al.* Carcass and meat quality traits in female Lidia cattle slaughtered at different ages. **Animals**, v. 14, n. 6, p. 850, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/14/6/850/pdf>. Acesso em: 10 jan. 2025.
- CARVALHO, C. L. *et al.* Bem-estar animal de bovinos e suínos no abate: portaria 365. **Science and Animal Health**, v. 9, n. 2, p. 142-161, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufpel.edu.br/index.php/veterinaria/article/download/21693/14331>. Acesso em: 18 fev. 2025.
- CLINQUART, A. *et al.* On-farm and processing factors affecting bovine carcass and meat quality. **Animal**, v. 16, p. 100426, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S175173112100272X>. Acesso em: 8 mar. 2025.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/63777>. Acesso em: 09 jun. 2026.
- GUERIOS, E. M. A.; NANDI, L. R. S. A influência do bem-estar no manejo de pré abate e sua relação com a qualidade final da carne bovina. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG**, v. 3, n. 1, 2020. Disponível em: <https://themaetscientia.fag.edu.br/index.php/ABMVFAG/article/download/355/447>. Acesso em: 5 jan. 2025.
- Ijaz, M. *et al.* Association between meat color of DFD beef and other quality attributes. **Meat Science**, v. 161, p. 107954, 2020. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/91556220/j.meatsci.2019.10795420220926-1-12hskuo.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- ITHURRALDE, J. *et al.* Mixing unfamiliar lambs upon arrival at the abattoir affects their social behavior and meat traits. **Frontiers in Animal Science**, v. 6, p. 1533718, 2025. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/animal-science/articles/10.3389/fanim.2025.1533718/pdf>. Acesso em: 2 fev. 2025.
- MARCANTE, M. R.; WEBER, L. D. Boas práticas no abate de bovinos. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG**, v. 7, n. 2, p. 46-57, 2024. Disponível em: <https://themaetscientia.fag.edu.br/index.php/ABMVFAG/article/download/2060/1773>. Acesso em: 15 jan. 2025.

MORENO, I. *et al.* Glycogen and lactate contents, pH and meat quality and gene expression in muscle Longissimus dorsi from Iberian pigs under different rearing conditions. **Livestock Science**, v. 240, p. 104167, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141320304996>. Acesso em: 25 fev. 2025.

NASCIMENTO, N. C.; PEREIRA, A. A. O bem-estar de bovinos no abate através da utilização do método de jugulação cruenta (halal, kosher) sob à égide da legislação brasileira. **Revista Latino-Americana de Direitos da Natureza e dos Animais**, v. 6, n. 1-2, p. 205-225, 2023. Disponível em: <https://cadernosdoceas.ucsal.br/index.php/rladna/article/download/1298/950>. Acesso em: 12 jan. 2025.

NIELSEN, S. S. *et al.* Welfare of cattle at slaughter. **EFSA Journal**, v. 18, n. 11, p. e06275, 2020. EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). Disponível em: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6275>. Acesso em: 4 mar. 2025.

NETA, A. M. R. *et al.* Bem-estar animal: reflexo do manejo adequado no transporte de suínos. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 12, p. 114851-114869, 2021. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/41012/pdf>. Acesso em: 1 mar. 2025.

PEREIRA, K. C. A. F. *et al.* Maus-tratos animal e as cinco liberdades: percepção e conhecimento da população de Pelotas/RS. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 7503-7515, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/download/6915/6094>. Acesso em: 28 jan. 2025.

PETHICK, D. W. *et al.* Improving the nutritional, sensory and market value of meat products from sheep and cattle. **Animal**, v. 15, p. 100356, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731121001993>. Acesso em: 7 mar. 2025.

PINHO, M. F. H. de; LEITÃO, E. L. C.; RIBEIRO, L. F. Ações e manejos pré-abate que contribuem para a melhoria da qualidade da carne bovina. **Revista GeTeC**, v. 10, n. 30, 2021. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/download/2477/1546>. Acesso em: 14 jan. 2025.

REBOUÇAS, G. Quantificação de lesões e contusões em carcaças bovinas decorrentes do manejo pré-abate e transporte. **Zootecnia: Ciência Animal Aplicada**, 2021. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/101718830/201203432.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2025.

ROSSI, A. T.; BERTOLINO, L. R.; ARAÚJO, L. R. S. Bem-estar animal no transporte de bovinos. **Atualidades na Saúde e Bem-Estar Animal**, p. 50, 2020. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/93383668/978-65-991243-2-7-85.pdf#page=51>. Acesso em: 20 jan. 2025.

SÁ, A. P. A. *et al.* Avaliação do bem-estar animal no manejo pré-abate de bovídeos em abatedouros no Amazonas, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 79354-79369, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/download/18446/14862>. Acesso em: 27 fev. 2025.

SINCLAIR, M. *et al.* Animal welfare at slaughter: perceptions and knowledge across cultures. **Frontiers in Animal Science**, v. 4, p. 1141789, 2023. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/animal-science/articles/10.3389/fanim.2023.1141789/pdf>. Acesso em: 13 mar. 2025.

TSIGOS, C. *et al.* Stress: endocrine physiology and pathophysiology. **Endotext** [online], 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK278995/>. Acesso em: 6 fev. 2025.

WHITHAM, J. C.; BRYANT, J. L.; MILLER, L. J. Beyond glucocorticoids: integrating dehydroepiandrosterone (DHEA) into animal welfare research. **Animals**, v. 10, n. 8, p. 1381, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/10/8/1381>. Acesso em: 3 mar. 2025.

VENANCIO, S. A. *et al.* Avaliação do bem-estar animal no pré-abate e abate de bovinos em um frigorífico da regional Purus-Acre. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 7, n. 2, p. e69084-e69084, 2024. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/download/69084/48921>. Acesso em: 11 fev. 2025.

WARRISS, P. D. Antemortem factors influencing the yield and quality of meat from farm animals. In: **Quality and grading of carcasses of meat animals**. CRC Press, 2020. p.1-15. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781003068297-1/antemortem-factors-influencing-yield-quality-meat-farm-animals-warriss>. Acesso em: 19 mar. 2025.

WHITHAM, J. C.; BRYANT, J. L.; MILLER, L. J. Beyond glucocorticoids: integrating dehydroepiandrosterone (DHEA) into animal welfare research. **Animals**, v. 10, n. 8, p. 1381, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/10/8/1381>. Acesso em: 3 fev. 2025.

WICKS, J. C. *et al.* Postmortem muscle metabolism and meat quality. In: **New aspects of meat quality**. Woodhead Publishing, 2022. p. 67-93. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323858793000064>. Acesso em: 24 jan. 2025.

ZEFFERINO, R.; DI GIOIA, S.; CONESE, M. Molecular links between endocrine, nervous and immune system during chronic stress. **Brain and Behavior**, v. 11, n. 2, p. e01960, 2021. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?output=instlink&q=info:Kx3vvyEPR0EJ:scholar.google.com>. Acesso em: 28 mar. 2025.