

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v20n01e1896>

Castração em bovinos: análise comparativa de métodos, impactos zootécnicos e bem-estar animal

Pedro Henrique de Oliveira Baldini* 

*Médico Veterinário, Mestrando em Biotecnologia Animal pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Universidade Estadual Paulista – Unesp, Botucatu, Brasil. E-mail, pedro.henrique-oliveira@unesp.br

Resumo. A castração de bovinos machos é uma prática zootécnica amplamente utilizada com o objetivo de facilitar o manejo e melhorar a qualidade da carcaça. Contudo, levanta importantes questionamentos relacionados ao bem-estar animal. Esta revisão de literatura teve como objetivo analisar e comparar os principais métodos de castração em bovinos — cirúrgico (aberto versus fechado), físico (elastração e burdizzo), químico (injeção intratesticular de agentes como cloreto de cálcio ou ácido láctico/papaína) e imunológico (vacinas anti-GnRH), quanto às suas técnicas, impactos zootécnicos e implicações fisiológicas. Foi realizada uma revisão narrativa da literatura, baseada em artigos científicos, teses e dissertações, com o intuito de avaliar os efeitos de cada método sobre o desempenho produtivo (ganho médio diário – GMD), as características da carcaça (acabamento e marmoreio) e os indicadores de bem-estar animal (níveis de cortisol, haptoglobina, citocinas, alterações comportamentais e ocorrência de complicações sanitárias). A análise comparativa evidenciou que a castração cirúrgica, embora eficaz, está associada à indução de dor aguda intensa, a um “setback” inicial no desempenho produtivo e a riscos de infecção pós-operatória. A elastração demonstrou estar relacionada à dor crônica e à inflamação prolongada, apresentando desfechos de bem-estar inferiores aos observados na técnica cirúrgica. O método burdizzo apresentou ganho médio diário semelhante ao da castração cirúrgica; porém com resposta inflamatória potencialmente mais intensa. A castração química mostrou resultados inconsistentes, com alguns agentes, como o cloreto de cálcio, associados a reações adversas severas, enquanto outros, como o ácido láctico e a papaína, demonstraram resultados promissores. A imunocastração destacou-se como a alternativa mais equilibrada em termos de bem-estar animal e potencial de desempenho produtivo, por eliminar a dor aguda associada aos métodos convencionais e permitir o aproveitamento do crescimento anabólico. Entretanto, demanda manejo específico, como a administração de múltiplas doses ou o uso de implantes. Além disso, o uso de analgesia multimodal, combinando anti-inflamatórios não esteroidais (AINEs) e anestésicos locais, mostrou-se eficaz na mitigação da dor e na melhoria do desempenho produtivo quando associada aos métodos tradicionais. Conclui-se que não existe um método de castração universalmente ideal, sendo a escolha dependente do sistema de produção, da idade dos animais e do grau de priorização do bem-estar animal. Observa-se uma tendência crescente em direção à adoção da imunocastração e à otimização dos métodos tradicionais por meio do uso sistemático de analgesia.

Palavras-chave: Analgesia, imunocastração, orquiectomia, qualidade de carcaça, touros.

Castration in cattle: a comparative analysis of methods, zootechnical impacts, and animal welfare

Abstract. Castration of male cattle is a widely used zootechnical practice aimed at facilitating handling and improving carcass quality. However, it raises important concerns regarding animal welfare. This literature review aimed to analyze and compare the main

castration methods in cattle, surgical (open versus closed), physical (elastration and Burdizzo), chemical (intratesticular injection of agents such as calcium chloride or lactic acid/papain), and immunological (anti-GnRH vaccines), with respect to their techniques, zootechnical impacts, and physiological implications. A narrative literature review was conducted based on scientific articles, theses, and dissertations, seeking to evaluate the effects of each method on productive performance (average daily gain – ADG), carcass characteristics (fat cover and marbling), and animal welfare indicators (cortisol levels, haptoglobin, cytokines, behavioral changes, and the occurrence of health complications). The comparative analysis showed that surgical castration, although effective, is associated with intense acute pain, an initial performance “setback,” and risks of postoperative infection. Elastration was associated with chronic pain and prolonged inflammation, resulting in poorer welfare outcomes than those observed with surgical castration. The Burdizzo method showed average daily gain similar to surgical castration but with a potentially more intense inflammatory response. Chemical castration presented inconsistent results, with some agents, such as calcium chloride, associated with severe adverse reactions, whereas others, such as lactic acid and papain, showed promising outcomes. Immunocastration emerged as the most balanced alternative in terms of animal welfare and productive performance potential, as it eliminates acute pain associated with conventional methods and allows the exploitation of anabolic growth; however, it requires specific management, such as multiple doses or the use of implants. In addition, the use of multimodal analgesia, combining nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) and local anesthetics, proved effective in mitigating pain and improving productive performance when associated with traditional methods. It is concluded that there is no universally ideal castration method, and the choice depends on the production system, the age of the animals, and the degree of prioritization of animal welfare. A growing trend is observed toward the adoption of immunocastration and the optimization of traditional methods through the systematic use of analgesia.

Keywords: Analgesia, immunocastration, orchiectomy, carcass quality, bulls.

Introdução

A bovinocultura de corte é um pilar da economia brasileira, o país detém o maior rebanho comercial e é o principal produtor global ([ABIEC, 2025](#); [ANUALPEC, 2025](#); [FAPRI, 2025](#)). Para manter a competitividade, o setor busca otimizar a eficiência produtiva e, nesse contexto, a castração de machos constitui uma prática de manejo rotineira ([Costa et al., 2007](#); [Mata, 2017](#); [Melo et al., 2020](#); [Porto et al., 2000](#)).

Os objetivos zootécnicos dessa prática são claros: reduzir a agressividade, a sodomia e o comportamento sexual, facilitando o manejo; controlar a reprodução; e adequar a qualidade da carcaça às exigências do mercado ([Domingues et al., 2019](#); [Lemos, 2022](#); [Mach et al., 2009](#); [Mata, 2017](#); [Pereira, 2011](#)). A supressão androgênica favorece a deposição de gordura subcutânea (acabamento) e intramuscular (marmoreio), resultando em melhor classificação de carcaça e maior maciez da carne ([Andrade & Bittencourt, 2013](#); [Costa et al., 2007](#); [Marti et al., 2017](#); [Melo et al., 2020](#)).

Apesar dos objetivos zootécnicos, a castração é reconhecida como um procedimento doloroso, que induz estresse agudo e inflamação ([Canozzi, 2015](#); [Oliveira, 2016](#); [Yoo et al., 2023](#)). Tal condição gera um conflito entre a crescente preocupação da sociedade com o bem-estar animal e os impactos negativos para o produtor ([Nogues et al., 2025](#); [Quessada et al., 2022](#); [Roberts et al., 2018](#)). Esses impactos incluem riscos sanitários, como infecções e miases ([Lemos, 2022](#)), além de um *setback* produtivo, caracterizado pela redução do ganho médio diário (GMD) durante o período de recuperação ([Domingues et al., 2019](#); [Mata, 2017](#); [Roberts et al., 2018](#)).

Diante da complexidade dessa decisão de manejo, que envolve métodos cirúrgicos ([Lemos, 2022](#); [Yoo et al., 2023](#)), físicos ([Mata, 2017](#); [Melo et al., 2020](#); [Petherick et al., 2014](#)), químicos ([Pereira, 2011](#); [Silveira et al., 2021](#); [Vivacqua, 2013](#)) e imunológicos ([Goto et al., 2023](#); [Huenchullan et al., 2021](#); [Machado et al., 2018](#); [Pérez-Linares et al., 2017](#); [Yamada et al., 2021](#)), o objetivo desta revisão de literatura é analisar e comparar os principais métodos de castração em bovinos, com base em evidências

científicas, focando nas técnicas empregadas, nas implicações fisiológicas (dor, inflamação e estresse) e nos impactos sobre o desempenho zootécnico e a qualidade final da carcaça.

Metodologia

Conduziu-se uma revisão com busca estruturada, destinada a sintetizar e comparar as evidências disponíveis sobre técnicas de castração em bovinos machos (orquiectomia aberta/fechada, elastração/*banding*, pinça de burdizzo, imunocastração e métodos químicos), seus impactos sobre o bem-estar animal (dor aguda e crônica, comportamento e biomarcadores de estresse inflamatório e endócrino) e o desempenho produtivo (ganho médio diário, conversão alimentar, características de carcaça e qualidade da carne), bem como o papel da analgesia e da anestesia na modulação desses desfechos.

As buscas foram realizadas nas bases PubMed, ScienceDirect, Google Acadêmico e Portal de Periódicos CAPES, abrangendo o período de 1º de janeiro de 2000 a 20 de outubro de 2025, utilizando combinações de descritores em inglês (“cattle”, “bovine*”, “bull*”, “castration”, “orchietomy”, “banding”, “Burdizzo”, “immunocastration”, “chemical castration”, “pain”, “welfare”, “performance”, “carcass”, entre outros) e seus equivalentes em português e espanhol. Foram incluídos estudos experimentais comparativos, revisões sistemáticas e metanálises relevantes. Excluíram-se estudos com espécies não bovinas, relatos sem grupo comparador, resumos sem acesso ao texto completo e publicações de caráter opinativo. Optou-se deliberadamente pela inclusão de artigos mais antigos quando estes descreviam técnicas consagradas que fundamentam a prática contemporânea.

Métodos tradicionais

A orquiectomia cirúrgica, que consiste na remoção física dos testículos, é considerada um método com eficácia próxima de 100% quando corretamente executado ([Lemos, 2022](#)). Contudo, induz a resposta aguda de dor e estresse mais intensa entre os métodos disponíveis ([Fisher et al., 2001](#); [Oliveira, 2016](#); [Roberts et al., 2018](#); [Yoo et al., 2023](#)).

Estudos relatam picos significativos de cortisol plasmático cerca de 0,5 hora após o procedimento, seguidos por elevação do marcador de dor (substância P) em até um dia e dos marcadores inflamatórios, como a haptoglobina, entre um e três dias ([Fisher et al., 2001](#); [Roberts et al., 2018](#); [Yoo et al., 2023](#)). Do ponto de vista zootécnico, esse trauma induz um *setback* produtivo imediato e mensurável ([Domingues et al., 2019](#); [Lemos, 2022](#); [Roberts et al., 2018](#)). Há relatos de queda abrupta do GMD, podendo atingir valores negativos (-0,42 kg/dia) na primeira semana pós-procedimento ([Roberts et al., 2018](#)) ou valores nulos nos primeiros 12 a 15 dias ([Domingues et al., 2019](#); [Lemos, 2022](#)). Entretanto, esse *setback* é frequentemente seguido por ganho compensatório após a cicatrização, com GMD superior ao de outros grupos no período subsequente ([Domingues et al., 2019](#); [Roberts et al., 2018](#)). O maior risco da cirurgia está associado às complicações pós-operatórias, como hemorragias, funiculite e, principalmente, infecções, agravadas por condições ambientais inadequadas ([Lemos, 2022](#); [Mikhailova et al., 2023](#); [Yadav et al., 2019](#)).

Os métodos físicos não cirúrgicos (“*bloodless*”) buscam promover a atrofia testicular por isquemia ([Canozzi, 2015](#)). A elastração, realizada por meio de anel elástico, induz necrose isquêmica, com queda gradual do escroto entre 28 e 56 dias ([Fisher et al., 2001](#)). Embora possa induzir menos comportamentos de dor aguda nas primeiras horas, evidências consistentes indicam que a elastração está associada a piores desfechos de bem-estar a médio e longo prazo ([Petherick et al., 2014](#)). O método induz dor crônica e inflamação severa, com níveis de haptoglobina significativamente elevados entre a segunda e a quarta semanas pós-aplicação ([Petherick et al., 2014](#)). Comportamentalmente, observa-se inquietação persistente associada à dor isquêmica ([Roberts et al., 2018](#)). Esse período inflamatório coincide com um *setback* produtivo tardio, com maior queda do GMD na segunda semana pós-procedimento ([Roberts et al., 2018](#)), podendo resultar em desempenho geral inferior ao observado na cirurgia ([Fisher et al., 2001](#); [Mikhailova et al., 2023](#); [Yadav et al., 2019](#)). Em animais mais velhos (≈14 meses), a elastração mostra-se particularmente problemática, levando à formação de feridas abertas persistentes ([Fisher et al., 2001](#)).

O método de Burdizzo, que promove o esmagamento do cordão espermático apresentou desempenho semelhante à cirurgia em termos de GMD ([Mach et al., 2009](#); [Mata, 2017](#); [Pieler et al., 2013](#)). Entretanto,

evidências fisiológicas mais recentes indicam que esse método não é superior em termos de bem-estar. O Burdizzo pode induzir resposta inflamatória inicial mais severa e ativação imunológica mais prolongada, mediada por citocinas como TNF- α e IFN- γ , quando comparado à castração cirúrgica ([Chalalai et al., 2025](#); [Pieler et al., 2013](#)).

Alternativas modernas: foco em bem-estar e desempenho

A imunocastração, baseada em vacinas anti-GnRH, induz resposta imune que neutraliza o GnRH endógeno, suprimindo o eixo hormonal (LH/FSH), a testosterona e a espermatogênese ([Goto et al., 2023](#); [Huenchullan et al., 2021](#); [Jakupov et al., 2023](#)). Essa técnica é frequentemente apontada como alternativa com menor impacto agudo sobre o bem-estar animal, por ser minimamente invasiva e evitar dor aguda, picos de estresse (cortisol), inflamação sistêmica (haptoglobina) e complicações sanitárias associadas à cirurgia ([Domingues et al., 2019](#); [Huenchullan et al., 2021](#); [Yamada et al., 2021](#)). Sua principal vantagem zootécnica é permitir a chamada “castração tardia”, na qual o animal se beneficia do anabolismo natural da testosterona durante a fase de crescimento, com supressão hormonal apenas na terminação ([Machado et al., 2018](#); [Wang et al., 2023](#); [Yamada et al., 2021](#)). Em sistemas intensivos, isso resulta em GMD e peso de carcaça quente (PCQ) superiores aos observados na castração cirúrgica ([Huenchullan et al., 2021](#); [Jakupov et al., 2023](#)). A técnica também se mostrou eficaz em cenários específicos, como em touros criptorquídicos ([Goto et al., 2023](#)). As principais limitações incluem a necessidade de múltiplas doses (geralmente duas ou três), o que representa desafio operacional, e a variabilidade na eficácia individual ([Goto et al., 2023](#); [Huenchullan et al., 2021](#); [Yamada et al., 2021](#)). Tecnologias emergentes, como implantes subcutâneos de dose única, estão em fase experimental para superar essas limitações ([Curtis et al., 2022](#)).

A castração química, baseada na injeção intratesticular de agentes esclerosantes, apresenta resultados altamente variáveis ([Pereira, 2011](#); [Quessada et al., 2022](#)). O cloreto de cálcio (CaCl_2), embora eficaz na indução de necrose testicular, está associado a reações inflamatórias locais severas, edema e necrose da pele escrotal, levando inclusive à interrupção de estudos por questões de bem-estar ([Pereira, 2011](#); [Yamada et al., 2021](#)). O cloreto de sódio (NaCl a 20%) mostrou-se menos estressante que a cirurgia, porém sua eficácia parece restrita a bezerros neonatos ([Oliveira, 2016](#); [Quessada et al., 2022](#)). Em contrapartida, formulações à base de papaína e ácido láctico demonstraram resultados promissores, com indução de 100% de azoospermia e ausência de picos significativos de cortisol, embora isso não permita inferir ausência completa de dor e desempenho superior ao da cirurgia ([Vivacqua, 2013](#)). Apesar desses achados, a baixa adoção prática indica limitações quanto à disponibilidade comercial e à validação em larga escala.

Momento da castração e importância da mitigação da dor

O momento da intervenção (castração precoce versus tardia) influencia significativamente os desfechos produtivos e de bem-estar ([Canozzi, 2015](#); [Roberts et al., 2018](#)). A castração em animais jovens (abaixo de seis meses) tende a ser menos estressante ([Canozzi, 2015](#)). Contudo, o impacto na qualidade da carcaça é relevante: animais castrados precocemente, ainda ao nascimento, apresentaram escores de marmoreio significativamente superiores aos castrados tardiamente, na entrada do confinamento ([Roberts et al., 2018](#)).

Independentemente do método empregado (exceto na imunocastração), o uso de analgesia é considerado crucial ([Marti et al., 2010](#); [Petherick et al., 2014](#); [Regalin & Moraes, 2021](#); [Roberts et al., 2018](#)). A literatura demonstra que anti-inflamatórios não esteroidais (AINEs), como meloxicam ou cetoprofeno, reduzem significativamente as respostas negativas associadas à castração ([Petherick et al., 2014](#); [Roberts et al., 2018](#)). Uma meta-análise conduzida por [Nogues et al. \(2025\)](#) confirmou que a analgesia multimodal (AINE associado a anestésico local) reduz de forma significativa os níveis de cortisol na primeira hora após a cirurgia. Além dos benefícios ao bem-estar, a analgesia também apresenta efeitos produtivos positivos, melhorando o GMD geral e resultando em maior espessura de gordura dorsal e maior área de olho de lombo em animais castrados tardiamente ([Mata, 2017](#); [Roberts et al., 2018](#)). Inovações recentes buscam aplicar esse conceito a métodos associados à dor crônica, como anéis elásticos impregnados com lidocaína ([Mancke et al., 2025](#)).

A castração é sempre necessária?

Embora a castração seja tradicionalmente considerada uma ferramenta essencial para melhorar o acabamento e a maciez da carne ([Chalalai et al., 2025](#); [Costa et al., 2007](#); [Lemos, 2022](#); [Mata, 2017](#); [Nogues et al., 2025](#)), sua necessidade em sistemas de produção modernos tem sido questionada. Animais inteiros apresentam maior GMD, melhor conversão e maior eficiência alimentar em comparação aos castrados, especialmente quando submetidos a dietas de alto concentrado ([Canozzi, 2015](#); [Costa et al., 2007](#); [Lemos, 2022](#); [Mata, 2017](#); [Melo et al., 2020](#)).

A premissa de que a castração é indispensável para o adequado acabamento de carcaça foi desafiada por [Melo et al. \(2020\)](#). Ao terminarem bovinos Nelore com aproximadamente 24 meses em dietas de alto concentrado, os autores não observaram diferenças significativas na espessura de gordura subcutânea nem no rendimento de carcaça (RC) entre animais castrados tardiamente e animais inteiros. Esses resultados sugerem que, em sistemas intensivos com elevada densidade energética na dieta, bovinos inteiros podem atingir o acabamento mínimo exigido pelo mercado, apresentando, simultaneamente, GMD e PCQ superiores. Nesses cenários, a prática da castração pode tornar-se zootecnicamente desnecessária, eliminando custos, *setbacks* produtivos e desafios relacionados ao bem-estar animal.

A análise da literatura demonstra que a escolha do método de castração em bovinos representa um balanço complexo entre objetivos de qualidade de carcaça, eficácia do método, praticidade de manejo (idade e época do ano) e custos, que incluem não apenas os insumos, mas também as perdas decorrentes da queda de desempenho (GMD) e os riscos sanitários ([Canozzi, 2015](#); [Lemos, 2022](#)). A presente revisão confirma que não há um método universalmente superior, mas sim um “método mais adequado” para cada sistema produtivo ([Mata, 2017](#); [Melo et al., 2020](#); [Oliveira, 2016](#); [Porto et al., 2000](#)).

Considerações finais

A castração bovina é, fundamentalmente, uma ferramenta zootécnica voltada à adequação da qualidade da carcaça às demandas do mercado, promovendo melhor acabamento, maior marmoreio e maior maciez da carne. Entretanto, a presente revisão evidencia que a escolha do método não pode ser dissociada de seus impactos fisiológicos, produtivos e sanitários, exigindo análise integrada entre eficiência técnica e princípios de bem-estar animal.

A castração cirúrgica tradicional, embora com elevada eficácia quando corretamente executada, impõe *setbacks* produtivos significativos, respostas agudas de dor e inflamação e riscos sanitários relevantes, especialmente em ambientes com manejo inadequado. Métodos físicos, como a elastração, embora menos invasivos do ponto de vista cirúrgico, podem induzir processo inflamatório prolongado e manifestações compatíveis com dor persistente, especialmente em animais mais velhos. O método de Burdizzo apresenta desempenho produtivo semelhante ao cirúrgico, mas não demonstra superioridade consistente em indicadores fisiológicos de bem-estar.

As tendências atuais apontam a imunocastração como a alternativa mais equilibrada em sistemas intensivos, pois reduz os impactos agudos associados aos métodos convencionais, permitindo o aproveitamento do crescimento anabólico e resultando em carcaças mais pesadas, com qualidade comparável à castração cirúrgica. A castração química, por sua vez, apresenta resultados promissores; contudo, ainda é considerada inconsistente e potencialmente inflamatória, a depender do agente utilizado, carecendo de maior padronização técnica e validação em larga escala.

Independentemente do método adotado, a literatura sustenta que a utilização de protocolos analgésicos, especialmente em abordagem multimodal com anti-inflamatórios não esteroidais associados a anestésicos locais, constitui estratégia consistente para mitigação da dor e redução de impactos produtivos negativos.

Por fim, em sistemas intensivos com elevada densidade energética na dieta, a necessidade da castração pode ser reavaliada sob a perspectiva técnica e econômica, uma vez que animais inteiros podem atingir níveis mínimos de acabamento exigidos pelo mercado, mantendo maior eficiência produtiva. Assim, a decisão pela castração — e pela técnica empregada — deve ser fundamentada em critérios produtivos, econômicos, sanitários e éticos, considerando as particularidades de cada sistema de produção.

Referências

- ABIEC. (2025). *Série histórica das exportações de carne bovina*. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes.
- Andrade, A. C. S., & Bittencourt, L. H. F. B. (2013). Castração convencional e precoce: Revisão de literatura. *Anais do 11o Encontro Científico Cultural Interinstitucional*, 268–272.
- ANUALPEC. (2025). *Anuário da Pecuária Brasileira* (20th ed., Vol. 1). Instituto FNP.
- Canozzi, M. E. A. (2015). *Castração e descorna/amochamento em bovinos de corte: Revisão sistemática e meta-análise*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Chalalai, T., Srinontong, P., Aengwanich, W., Srisila, K., Promkrathok, S., Sununta, M., Saraphol, B., & Wu, Z. (2025). Impact of Burdizzo and Surgical Castration on Immune and Oxidative Stress Markers in Cattle. *Veterinary Sciences*, 12(6), 537. <https://doi.org/10.3390/vetsci12060537>.
- Costa, C., Meirelles, P. R. L., Savastano, S., Arrigoni, M. B., Silveira, A. C., Roça, R. O., & Mourão, G. B. (2007). Efeito da castração sobre a qualidade da carne de bovinos superprecoces. *Veterinária e Zootecnia*, 115–123.
- Curtis, A. K., Jones, D. E., Kleinhenz, M., Montgomery, S., Martin, M., Weeder, M., Leslie, A., Narasimhan, B., Kelly, S., Magstadt, D. R., Colina, A., & Coetzee, J. F. (2022). Delivering an Immunocastration Vaccine via a Novel Subcutaneous Implant. *Animals*, 12(19), 2698. <https://doi.org/10.3390/ani12192698>.
- Domingues, C. C., Teixeira, O. S., Cattelan, J., Silva, M. B., Moura, A. F., Cardoso, G. S., Brondani, I. L., & Alves Filho, D. C. (2019). Alterações fisiológicas e comportamentais de bovinos de corte após o manejo de castração. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 71(1), 151–159. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10517>.
- FAPRI. (2025). *Food and Agricultural Policy Research Institute* (I. S. U. and U. of Missouri-Columbia, Ed.). Food and Agricultural Policy Research Institute; Iowa State University and University of Missouri-Columbia.
- Fisher, A. D., Knight, T. W., Cosgrove, G. P., Death, A. F., Anderson, C. B., Duganzich, D. M., & Matthews, L. R. (2001). Effects of surgical or banding castration on stress responses and behaviour of bulls. *Australian Veterinary Journal*, 79(4), 279–284. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2001.tb11981.x>.
- Goto, A., Yoshida, N., Nakada, K., Inoue, Y., Hisaeda, K., Inaba, T., Domoto, N., Ishiguro, Y., Itoh, M., Takahashi, E., Sasaki, M., & Matsui, M. (2023). Efficiency of immunocastration with an anti-gonadotropin-releasing hormone vaccine on cryptorchid bulls. *Journal of Veterinary Medical Science*, 85(5), 603–609. <https://doi.org/10.1292/jvms.22-0571>.
- Huenschullán, P. R., Vidal, S., Larraín, R., & Saénz, L. (2021). Effectiveness of a new recombinant antignrh vaccine for immunocastration in bulls. *Animals*, 11(5), 1359. <https://doi.org/10.3390/ani11051359>.
- Jakupov, I. T., Domanov, D. I., Kamsaev, K. M., & Terlikbaev, A. A. (2023). The effect of improvac on testosterone level and live weight of bulls. *Herald of Science of S Seifullin Kazakh Agrotechnical Reserach University: Veterinary Science*, 2(002), 56–62. [https://doi.org/10.51452/kazatuvc.2023.2\(002\).1413](https://doi.org/10.51452/kazatuvc.2023.2(002).1413).
- Lemos, G. S. (2022). *Avaliação de três técnicas cirúrgicas para castração de bovinos 3/4 Angus*. Universidade Federal de Minas Gerais.
- Mach, N., Bach, A., Realini, C. E., Font i Furnols, M., Velarde, A., & Devant, M. (2009). Burdizzo pre-pubertal castration effects on performance, behaviour, carcass characteristics, and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. *Meat Science*, 81(2), 329–334. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.08.007>.
- Machado, D. S., Joner, G., Pereira, L. B., Pötter, L., Brondani, I. L., & Alves Filho, D. C. (2018). Meta-analysis of the immunocastration technique (anti-GnRH) for male bovines in the finishing phase. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53(8). <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2018000800011>.

- Mancke, M. R., Bortoluzzi, E. M., Dahmer, P., & White, B. J. (2025). The Use of Lidocaine-Infused Castration Bands to Castrate Beef–Dairy Calves and Its Effect on Animal Welfare and Performance. *Animals*, 15(4), 538. <https://doi.org/10.3390/ani15040538>.
- Marti, S., Jackson, J. A., Slootmans, N., Lopez, E., Hodge, A., Pérez-Juan, M., Devant, M., & Amatayakul-Chantler, S. (2017). Effects on performance and meat quality of Holstein bulls fed high concentrate diets without implants following immunological castration. *Meat Science*, 126, 36–42. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.11.013>
- Marti, S., Velarde, A., Torre, J. L., Bach, A., Aris, A., Serrano, A., Manteca, X., & Devant, M. (2010). Effects of ring castration with local anesthesia and analgesia in Holstein calves at 3 months of age on welfare indicators. *Journal of Animal Science*, 88(8), 2789–2796.
- Mata, M. V. R. (2017). Comparação entre técnica de castração cirúrgica e Burdizzo no ganho de peso de bovinos em sistema extensivo. *Revista Acadêmica: Ciência Animal*, 15(Suppl 2), 17112. <https://doi.org/10.7213/academica.15.s02.2017.87>.
- Melo, G. F., Brichi, A. L. C., Costa, C. F., Rizzieri, R. A., Miranda, L. D. F., Perdigão, A., Millen, D. D., Martins, C. L., & Arrigoni, M. B. (2020). Castração de bovinos nelore na terminação em confinamento. *Boletim de Indústria Animal*, 77, 1–10. <https://doi.org/10.17523/bia.2020.v77.e1470>.
- Mikhailova, I. I., Leshchenko, T. R., Finageev, E. Yu., Bocharova-Mikhailova, O. N., & Solokhina, E. D. (2023). Comparative evaluation of methods of castration of bulls. *International Journal of Veterinary Medicine*, 2, 366–371. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2023.2.366>.
- Nogues, E., Stojkov, J., Stojkova, B. J., Keyserlingk, M. A. G., & Weary, D. M. (2025). Efficacy of pain management for cattle castration: A systematic review and meta-analysis. *Animal Welfare*, 34, 1–10. <https://doi.org/10.1017/awf.2025.10016>.
- Oliveira, L. G. (2016). *Método minimamente invasivo para castração de machos bovinos: impactos sobre a dor e inflamação*. Universidade Federal de Pelotas.
- Pereira, L. F. (2011). *Avaliação do cloreto de cálcio como método de esterilização química em bovinos*. Universidade Federal de Franca.
- Pérez-Linares, C., Bolado-Sarabia, L., Figueroa-Saavedra, F., Barreras-Serrano, A., Sánchez-López, E., Tamayo-Sosa, A. R., Godina, A. A., Ríos-Rincón, F., García, L. A., & Gallegos, E. (2017). Effect of immunocastration with Bopriva on carcass characteristics and meat quality of feedlot Holstein bulls. *Meat Science*, 123, 45–49. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.08.006>.
- Petherick, J. C., Small, A. H., Mayer, D. G., Colditz, I. G., Ferguson, D. M., & Stafford, K. J. (2014). A comparison of welfare outcomes for weaner and mature Bos indicus bulls surgically or tension band castrated with or without analgesia: 1. Behavioural responses. *Applied Animal Behaviour Science*, 157, 35–47. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.05.003>.
- Pieler, D., Peinhopf, W., Becher, A. C., Aurich, J. E., Rose-Meierhöfer, S., Erber, R., Möstl, E., & Aurich, C. (2013). Physiological and behavioral stress parameters in calves in response to partial scrotal resection, orchidectomy, and Burdizzo castration. *Journal of Dairy Science*, 96(10), 6378–6389. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6683>.
- Porto, J. C. A., Feijó, G. L. D., José, M. S., Gomes, A., Kichel, A. N., & Cioffi, J. C. (2000). Desempenho e características de carcaça de bovinos F1 Pardo Suíço corte x Nelore, inteiros ou castrados em diferentes idades. *Embrapa*, 12.
- Quessada, A. M., Ramalhais, A., Silva, T., Santos, G. C., & Ribeiro, R. C. L. (2022). O que há de novo em castração química de animais machos? *Ciência Animal*, 31(3), 129–143.
- Regalin, D., & Moraes, R. S. (2021). Analgesia pós-operatória em ruminantes. *Revista Brasileira de Buiatria*, 3(4). <https://doi.org/10.4322/2763-955x.2021.015>.
- Roberts, S. L., Powell, J. G., Hughes, H. D., & Richeson, J. T. (2018). Effect of castration method and analgesia on inflammation, behavior, growth performance, and carcass traits in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 96(1). <https://doi.org/10.1093/jas/skx022>.
- Silveira, V. C. A., Colla, A. C. N., & Mestieri, M. L. A. (2021). Castração química em pequenos animais: Onde estamos? *PUBVET*, 15(3), 1–7. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n03a762.1-7>.

- Vivacqua, M. (2013). *Avaliação dos efeitos de uma solução à base de papaína e ácido láctico indicada para a castração química em bovinos*. Universidade Estadual Norte Fluminense.
- Wang, C., Yang, C., Zeng, Y., & Zhang, M. (2023). GnRH-immunocastration: An alternative method for male animal surgical castration. In *Frontiers in Veterinary Science* (Vol. 10, p. 1248879). <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1248879>.
- Yadav, G. U., Lokhande, D. U., Bhikane, A. U., & Yamgar, A. T. (2019). Comparative Evaluation of Casting Method over Standing Method of Castration in Bulls: A Clinical Study. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(02). <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.802.079>.
- Yamada, P. H., Codognoto, V. M., Ruediger, F., Silva, K. M., Aristizábal, V. V., Kastelic, J. P., Rizzoto, G., Souza, F. F., Soutello, R. V. G., Chacur, M. G. M., & Oba, E. (2021). A comparison of immunological, chemical and surgical castration of Nellore bulls. *Theriogenology*, 169, 9–13. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.03.021>,
- Yoo, S., Beak, S. H., Kang, H. J., Jung, D. J. S., Fassah, D. M., Jeong, I. H., Park, S. J., Haque, M. N., Kim, M., & Baik, M. (2023). Effect of knife castration on leukocyte cytokine expression and indicators of stress, pain, and inflammation in Korean cattle bull calves. *Animal Bioscience*, 36(3), 521–528. <https://doi.org/10.5713/ab.22.0368>.

Histórico do artigo:**Recebido:** 17 de dezembro de 2025**Aprovado:** 12 de janeiro de 2026**Licenciamento:** Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.