

Mensuração da sustentabilidade na bovinocultura de corte: desafios para o consumo e produção responsáveis da Agenda 2030

Measurement of sustainability in beef cattle: challenges for responsible consumption and production of the 2030 Agenda

Medición de la sostenibilidad en ganado de carne: desafíos para el consumo y producción responsable de la Agenda 2030

Recebido: 21/07/2022 | Revisado: 01/08/2022 | Aceito: 05/08/2022 | Publicado: 15/08/2022

Paula da Silva Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9485-4637>
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: santos.paulads@gmail.com

Guilherme Cunha Malafaia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8565-1053>
EMBRAPA, Brasil
E-mail: guilherme.malafaia@embrapa.br

Katia Regina Evaristo de Jesus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1575-481X>
EMBRAPA, Brasil
E-mail: katia.jesus@embrapa.br

Denise Barros de Azevedo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0253-8616>
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: denise.azevedo@ufms.br

Yasmin Gomes Casagrande

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9363-9716>
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: yasmin.casagrande@ufms.br

Resumo

Os sistemas produtivos da bovinocultura de corte estão diante de complexos desafios globais. Um deles refere-se ao atendimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, que incentiva os sistemas a se adaptarem aos padrões produtivos sustentáveis propostos pela ciência, pelos consumidores e demais partes interessadas. Neste contexto, o objetivo deste artigo é identificar na literatura um conjunto de indicadores que contribuam para o alcance da sustentabilidade no sistema produtivo da bovinocultura de corte. Para atingir tal proposta, optou-se pela realização de uma revisão integrativa da literatura. Os resultados mostraram a existência de indicadores de desempenho, indicadores relacionados aos animais, bem como outros estruturais e econômicos. Contudo, não foram identificados indicadores voltados para contribuir no alcance da sustentabilidade dos sistemas produtivos específicos da bovinocultura de corte. A relevância deste estudo se dá pelo reconhecimento de uma lacuna metodológica, que representa uma medida pertinente para enfrentar os desafios cada vez maiores identificados nos sistemas produtivos globais. Essas informações fornecem estratégias que auxiliam o progresso de avaliações e análises pertinentes para arear questões envoltas no desenvolvimento de práticas cotidianas mais sustentáveis e de políticas públicas mais eficazes. Além disso, contribui para o atendimento das dimensões da sustentabilidade, no âmbito da produção de alimentos a partir da proteína animal.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Indicadores de sustentabilidade; Sistema produtivo; Bovinos de corte; Agenda 2030.

Abstract

The production systems of beef cattle are facing complex global challenges. One of them refers to meeting the Sustainable Development Goals, which encourages systems to adapt to sustainable production standards proposed by science, consumers and other stakeholders. In this context, the objective of this article is to identify in the literature a set of indicators that contribute to achieving sustainability in the beef cattle production system. To achieve this proposal, it was decided to carry out an integrative literature review. The results showed the existence of performance

indicators, indicators related to animals, as well as other structural and economic ones. However, no indicators were identified aimed at contributing to the achievement of sustainability of specific production systems of beef cattle. The relevance of this study is due to the recognition of a methodological gap, which represents a relevant measure to face the increasing challenges identified in global production systems. This information provides strategies that support the progress of relevant assessments and analyzes to address issues involved in the development of more sustainable day-to-day practices and more effective public policies. In addition, it contributes to meeting the dimensions of sustainability, within the scope of food production from animal protein.

Keywords: Sustainability; Sustainability indicators; Production system; Beef cattle; Agenda 2030.

Resumen

Los sistemas de producción de ganado vacuno enfrentan complejos desafíos globales. Uno de ellos se refiere al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que incentiva la adaptación de los sistemas a los estándares de producción sostenible propuestos por la ciencia, los consumidores y otros actores. En este contexto, el objetivo de este artículo es identificar en la literatura un conjunto de indicadores que contribuyan a lograr la sustentabilidad en el sistema de producción bovino de carne. Para lograr esta propuesta, se decidió realizar una revisión integrativa de la literatura. Los resultados mostraron la existencia de indicadores de desempeño, indicadores relacionados con los animales, así como otros estructurales y económicos. Sin embargo, no se identificaron indicadores destinados a contribuir al logro de la sostenibilidad de sistemas específicos de producción de ganado vacuno de carne. La relevancia de este estudio se debe al reconocimiento de un vacío metodológico, que representa una medida relevante para enfrentar los crecientes desafíos identificados en los sistemas productivos globales. Esta información proporciona estrategias que respaldan el progreso de evaluaciones y análisis relevantes para abordar los problemas involucrados en el desarrollo de prácticas cotidianas más sostenibles y políticas públicas más efectivas. Además, contribuye a cumplir con las dimensiones de la sustentabilidad, en el ámbito de la producción de alimentos a partir de proteína animal.

Palabras clave: Sostenibilidad; Indicadores de sostenibilidad; Sistema de producción; Ganado vacuno; Agenda 2030.

1. Introdução

A conscientização mundial que diz respeito ao atendimento das dimensões da sustentabilidade advém de um conjunto de fatores preocupantes, provocados pelas ações da humanidade, que fomentaram a escassez dos recursos naturais e os severos impactos socioambientais resultantes. Diante disso, a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015) tornou prioritária a produção de bens alimentícios produzidos de forma segura e sustentável e o consumo responsável dos agentes econômicos. Todas essas providências contribuem também para a manutenção da competitividade dos sistemas globais de produção de alimentos seguros e nutritivos (Herrero et al., 2021).

Simultaneamente, depara-se com um grande desafio: a demanda global por produtos de origem animal é crescente (FAO, 2017; Martinelli et al., 2020). Esta mesma demanda está atenta a um foco particular sobre os impactos socioambientais provocados pelas cadeias de produção global da pecuária, em especial na produção de carne bovina (EMBRAPA, 2020; Assis et al., 2021).

As contribuições dos sistemas produtivos de carne bovina para a segurança alimentar e nutricional e, outras dimensões da sustentabilidade são questionadas por entidades econômicas, sociais, científicas e institucionais devido aos impactos negativos já evidenciados pela ciência. A exemplo disso, os relatos técnico-científicos relativos ao aquecimento global e aos passivos socioambientais que se estabelecem em níveis regionais e locais (Ceballos et al., 2018; Godde et al., 2021; Herrero et al., 2021).

Mitigar esses impactos tornou-se um grande e complexo desafio para a produção agropecuária global, dado que é a atividade cujo uso do solo é mais extenso. Tal recurso corresponde a 38% da superfície terrestre, além de ser a atividade econômica que mais consome água dentre demais setores produtivos (Han et al., 2019; FAOSTAT, 2020). Somado a essa preocupação, há o lançamento do Gás Metano (CH₄), que contribui para as emissões dos Gases Efeito Estufa (GEE) concentrados na atmosfera terrestre e que afetam a desregulação climática do planeta (IPCC, 2014).

Sob tais condições dos desafios globais, aqueles que dizem respeito aos 17 ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) causam pressões sobre o setor produtivo da bovinocultura de corte para que se adapte aos padrões produtivos que visam à mitigação das emissões GEE. A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2010) entende

que as ações individuais dos produtores não serão suficientes para enfrentar esses desafios, sendo necessárias ainda a implantação de políticas governamentais abrangentes, com vistas à redução nas emissões de GEE, em especial a diminuição da emissão do CH₄ na atmosfera terrestre (GRSB, 2021).

Perante tais expectativas há de se considerar que os agentes econômicos, pesquisadores e demais partes interessadas estão atentos quanto às práticas sustentáveis nas atividades da pecuária de corte dada a sua relevância. Surge a necessidade de valorizar projetos e ferramentas que vinculem e apresentem o desempenho da renda, a inclusão social e a adequação do uso de recursos naturais às demandas locais (Mandarino et al., 2019).

Ao buscar as boas práticas de sustentabilidade, todavia, faz-se necessário oferecer subsídios estratégicos para sua validação, tais como os indicadores correspondentes (Banco Mundial, 1998). Neste sentido, a aplicabilidade dos indicadores de sustentabilidade reportam, de forma operacional, o desempenho de um determinado sistema (Barry & Hoyne, 2021). Assim, por meio da aplicabilidade desses indicadores, é possível considerar os atributos específicos de determinado sistema, sendo relevantes para a preservação do bem-estar humano, ambiental e econômico (Nadaraja et al, 2021).

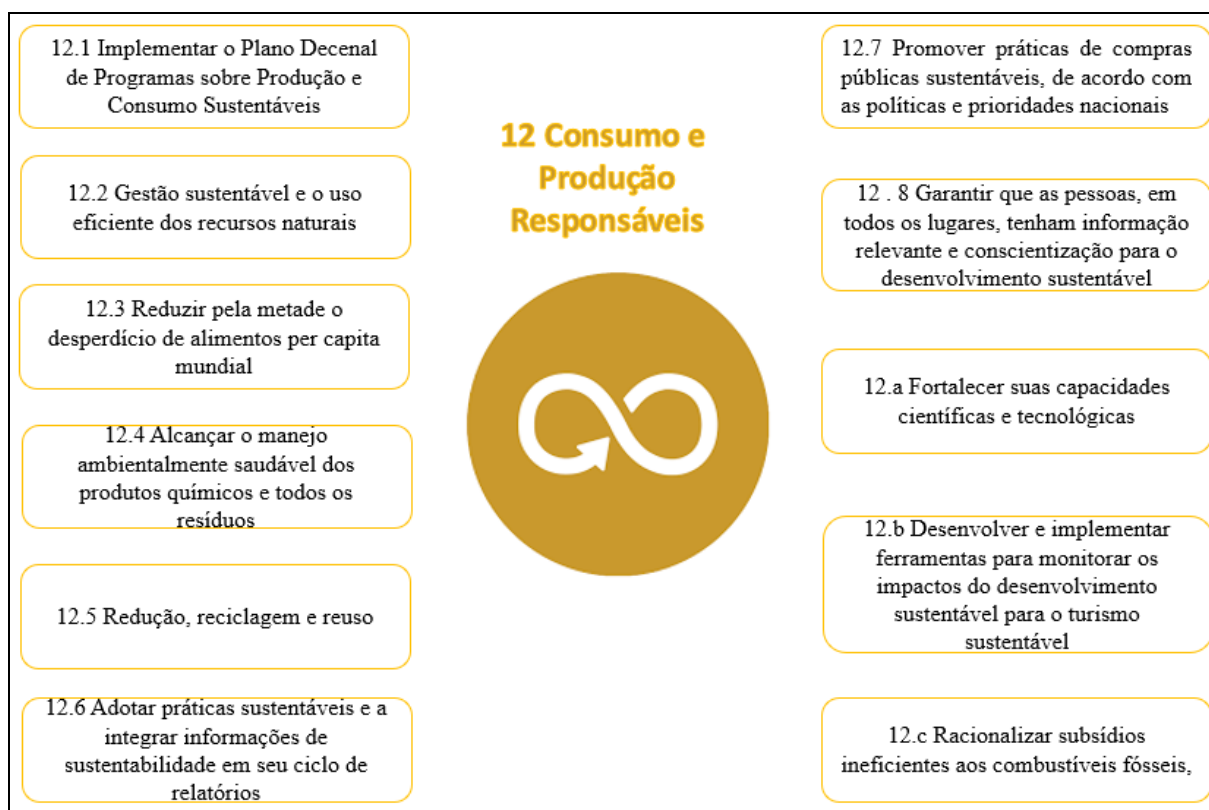
A partir desta situação-problema anuncia-se a problemática central desta pesquisa: Existe na literatura científica um conjunto de indicadores que contribuam para o alcance da sustentabilidade do sistema produtivo da bovinocultura de corte? Este artigo tem como objetivo geral, portanto, identificar um conjunto de indicadores que contribuam para o alcance da sustentabilidade no sistema produtivo da bovinocultura de corte.

2. Revisão da literatura

2.1 Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12: Consumo e produção responsáveis

Diante das discussões a respeito da necessidade de sistemas produtivos sustentáveis, entre os 17 ODS da Agenda 2030, aqui destaca-se a ODS 12 (Consumo e Produção responsáveis) (ONU, 2015). Ou seja, é imperativo buscar soluções para os desafios de se avançar para uma economia de baixo carbono que alavanque a produção e consumo que sigam as dimensões da sustentabilidade (Malafaia et al., 2021). Para que tal estratégia seja alcançada foram compostas as metas descritas na Figura 1.

Figura 1 – Metas do Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 12.



Fonte: ONU (2015).

As metas do ODS 12 estão diretamente associadas às pesquisas e ao desenvolvimento de modelos alternativos de sistemas de produção agroalimentares e às boas práticas de produção que possam ser diagnósticas e mensuradas como uma ferramenta de monitoramento e apoio ao processo decisório. Além disso, reforça-se a necessidade da conscientização dos consumidores, quanto à procedência dos produtos seguros e com capacidades nutricionais a serem consumidos (EMBRAPA, 2018).

Para que os ODS sejam alcançados, a Embrapa (2018) ressalta que a União e os Estados Federativos são forças (atores) fundamentais para garantir um ambiente institucional favorável à criação, execução e controle das políticas públicas que possibilitem o investimento de risco. As organizações públicas e privadas são agentes que podem buscar inovações revolucionárias, especialmente na área da Ciência e Tecnologia (C&T), para contribuir com a sociedade e com ações mais sustentáveis na promoção dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

2.2 Sistemas produtivos da bovinocultura de corte

A crescente demanda global por alimentos oportuniza a expansão do agronegócio e estimula a inserção de países com recursos naturais e com sistemas agroexportadores eficientes nas trocas internacionais (Malafaia et al., 2021). Para tanto, é preciso estar atento ao conjunto complexo de desafio de alimentar a população do planeta, sem comprometer os recursos naturais (ONU, 2015; Florindo et al., 2020).

Sob tais expectativas, o agronegócio brasileiro tem se destacado mundialmente devido à sua evolução do papel de importador para caracterizar-se como um *player*. Isso ocorreu ao se tornar o quarto maior exportador mundial de produtos agropecuários e ao movimentar cerca de U\$ 96,9 bilhões, atrás apenas da União Europeia, dos EUA e da China (CNA, 2020).

Nos últimos 40 anos, a produção agropecuária vem crescendo a ponto de ser reconhecida como o vetor crucial para o crescimento econômico brasileiro (Neves, 2021).

Os sistemas produtivos são compostos por entradas, processamento e saídas. Essa contingência quanto à caracterização dos sistemas produtivos ocorre devido às tecnologias e às práticas de manejo adotadas. Também devem ser considerados o objetivo e a vocação do produtor rural; a disponibilidades de capital; os ambientes mercadológicos; os recursos humanos; os sistemas de legislação; a logística regional e ainda as condições edafoclimáticas das localidades (Barcellos et al., 2004).

Na Figura 2 apresentam-se as características dos sistemas produtivos da bovinocultura de corte.

Figura 2 – Sistemas produtivos da bovinocultura de corte.

	Características	Tipo de produção	Fatores que influenciam	Desafios vista à Sustentabilidade
Sistema Extensivo	▪ Pastagem Nativa	▪ Predomina a cria; ▪ Recria e engorda em regiões subtropicais.	▪ Solo; manejo ▪ Clima; animal; ▪ Genótipo e Pastagens.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bem-estar animal. ▪ Mercado justo. ▪ Presença/Ausência de organismos geneticamente modificados (OGM). ▪ Direitos trabalhistas. ▪ Redução de Emissões de GEE ▪ Poupa-terra ▪ Adesão a tecnologias sustentáveis
	▪ Pastagem Cultivada	▪ Cria, recria e engorda; ▪ Integração lavoura/pecuária.	▪ Pastagens; ▪ Tecnologia.	
Sistema Semi-Intensivo	▪ Objetiva o menor ciclo; ▪ Uso de subprodutos da agroindústria.	▪ Cria, recria e engorda	▪ Tecnologia; ▪ Suplementos (Sal proteico e Concentrado)	
Sistema Intensivo	▪ Objetiva a redução dos custos com alimentação; ▪ Inclui o confinamento de machos.	▪ Cria, recria e engorda	▪ Tipo de confinador: animais próprios, animais de terceiros ou animais de diferentes proprietários.	

Fonte: Amaral et al. (2012) e Casagrande (2018).

No Brasil, o sistema predominante é o extensivo, porém qualquer que seja o sistema de produção adotado, a atividade é caracterizada pela predominância de uso de pastagens (Cezar et al., 2005). Em vista da otimização do uso de terra, a pecuária brasileira tem investido na sua intensificação (Silva et al., 2017). Entretanto, torna-se mais custoso devido aos investimentos em tecnologias apropriadas.

Sob esta condição, implica-se na averiguação de técnicas de manejo alternativos, voltadas a obtenção dos benefícios econômicos dos empresários em harmonia com o atendimento das demais dimensões da sustentabilidade (Cezar et al., 2005; Casagrande, 2018; EMBRAPA, 2020). Para aumentar a competitividade do setor, nas últimas décadas foram adotadas práticas de manejo mais sustentáveis, tais como a recuperação de pastagens degradadas, confinamento e semiconfinamento a pasto, adubação de pastagens, produção de novilho precoce, uso dos sistemas intensivos e sistemas de integração, entre outras (Telhado & Capdeville, 2021).

Malafaia et al., (2020) explica que os sistemas produtivos intensivos, com mais tecnologias, precisarão de menos área de pastagem para o mesmo volume de produção, liberando terra para produção agrícola ou em sistema integrado com a pecuária, sistemas estes que já se provaram rentáveis e lucrativos. Corroborando, Telhado e Capdeville (2021) destacam que o Brasil foi pioneiro na proposição do Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC) em 2010. A segunda fase do Plano ABC (2020 – 2030) tem estimulado o uso de tecnologias melhoradas pertinentes à pecuária de corte, tais como, a recuperação de pastagens e sistemas de integração.

Outras práticas foram desenvolvidas com o objetivo de atender às premissas do desenvolvimento sustentável, como os sistemas de integração. Destaca-se o Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), que de acordo com Telhado & Capdeville (2021), dada à sua reconhecida lucratividade e o atendimento às questões ambientais, a tendência é que a adoção deste modelo dobre até 2040. Entretanto, ainda existem barreiras para a aceitação dos pecuaristas dado o custo de aquisição, implantação e o uso de tecnologias poupa-terra (Telhado & Capdeville, 2021).

A bovinocultura de corte brasileira está diante de uma oportunidade de crescimento dado ao desafio de alimentar a população mundial, de forma segura e com proteína animal, com menores impactos nos recursos ambientais. Mas é preciso a elevar o nível de conscientização dos atores da cadeia, a fim de reconhecer os benefícios e avanços do setor (Malafaia et al., 2020).

2.3 Mensuração da sustentabilidade: indicadores para a bovinocultura de corte

O conjunto de indicadores apropriado contribui para avaliar um determinado fenômeno, pois subsidia o processo de tomada de decisões e em possíveis conflitos de interesses, além de fornecer dados que podem ser mensuradas a respeito de aspectos relacionados às diferentes dimensões da sustentabilidade (Gaugencio et al., 2021). Neste sentido, para atender as tendências ou mesmo as pressões internacionais e as demandas institucionais no Brasil e no mundo, os sistemas de produção de carne bovina estão adotando cada vez mais práticas sustentáveis (Palhares et al., 2021; Godde et al., 2021).

A fim de alcançar as 169 metas propostas pelos ODS e equilibrar as demandas dos sistemas agroalimentares, é necessário avaliar os impactos promovidos pela sociedade. Para tanto, faz-se necessário examinar os indicadores que contribuam para a análise da sustentabilidade. Além disso, é importante entender como esses indicadores podem ser usados na prática para atingir as metas estabelecidas (Barry & Hoyne, 2021).

Os desafios complexos impostos pela globalização advindos dos impactos negativos promovidos pela ação do homem, passou a exigir novas estratégias para atender as demandas por alimentos (Telhado & Capdeville, 2021). Neste contexto, ao mensurar as dimensões da sustentabilidade que integram de forma complexa os sistemas de produção, tais como os sistemas abertos ou mesmo os subsistemas abertos que integram toda cadeia de carne bovina, o uso de indicadores se torna uma ferramenta estratégica imprescindível para a potencialização da competitividade do setor (Maynard et al., 2021).

Para atender as exigências de qualidade e segurança do produto aos consumidores, o mercado internacional e os importadores da carne bovina brasileira, é preciso avaliar os impactos negativos e positivos da cadeia. Deve-se buscar a mensuração com precisão, por meio de ferramentas de monitoramento e de indicadores de sustentabilidade (Assis et al., 2021; Florindo et al., 2020).

Entretanto, fazer com que os produtores se comprometam com as dimensões da sustentabilidade ainda é um grande desafio no setor produtivo de carne bovina (EMBRAPA, 2020). Para uma melhor aplicabilidade de práticas sustentáveis, os indicadores são indispensáveis, pois direcionam as práticas que precisam ser readequadas, valorizando economicamente o produto (Barry & Hoyne, 2021).

3. Metodologia

Este é um estudo predominantemente do tipo qualitativo com objetivos descritivos e exploratórios (Gil, 2017; Jesus-Lopes et al., 2021). A pesquisa propicia entendimento e reflexão relacionados aos elementos e fenômenos do sistema produtivo da bovinocultura de corte (Vieira & Zouain, 2005). A abordagem da epistemologia multidisciplinar é coerente para este tipo de investigação, pois o objeto de estudo insere-se num contexto complexo (Japiassú, 1976). Os processos decisórios advêm de diversos atores e partes interessadas, que opinam em consenso ou não.

Para o atendimento do propósito desta pesquisa, optou-se pela realização de uma revisão integrativa para o levantamento dos estudos que apresentam discussões sobre indicadores que possam contribuir para o alcance da sustentabilidade na bovinocultura de corte (Botelho et al., 2011). A estratégia de busca ocorreu nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science* (WoS) das publicações de 2011 até 2021.

Para a busca utilizou-se os descritores “*livestock*”, “*beef cattle*” e “*indicators*” com o operador booleano “AND”. Inicialmente foram encontrados 60 artigos, 30 em cada base. Em seguida os artigos foram extraídos para o software State of the Art through Systematic Review (START). Foi elaborado um protocolo direcionador para a realização de análise dos artigos coletados, seguindo os critérios (Donato & Donato, 2019; Souza et al., 2010):

1. Identificação: identificar e eliminar os artigos duplicados;
2. Triagem: eliminar artigos irrelevantes com base na leitura prévia dos títulos, resumos e palavras-chave;
3. Elegibilidade: verificar e responder à questão central da revisão sistemática integrativa, por meio da leitura na íntegra do artigo;
4. Inclusão: selecionar artigos que atendam ao propósito da investigação; e
5. Discussão: analisar e discutir os resultados.

Os critérios de inclusão adotados foram: i) apresenta indicadores relacionados à bovinocultura de corte; ii) disponível na íntegra e; iii) publicados na língua inglesa. Com base nesses critérios, e após a realização de todas as etapas de exclusão, resultou-se em 9 artigos alinhados com os propósitos da varredura. Posteriormente, realizou-se a análise dos resultados com a leitura em profundidade dos trabalhos encontrados.

4. Resultados e Discussão

A seleção dos artigos foi realizada por meio de critérios de inclusão e exclusão. Esses critérios também foram aplicados, com base em uma leitura prévia dos resumos e dos resultados apresentados. Os artigos selecionados após a revisão integrativa estão listados no Quadro 1.

Quadro 1 – Artigos selecionados para a revisão integrativa.

Ordem	Ano	Título	Autores
1	2017	Animal Board Invited Review: Comparing conventional and organic livestock production systems on different aspects of sustainability	Van Wagenberg et al. (2017)
2	2018	Farm water productivity in conventional and organic farming: Case studies of cow-calf farming systems in North Germany	Vellenga et al. (2018)
3	2019	Economic feasibility indicators of irrigated production of forage sorghum	Kirchner et al. (2019)
4	2020	Beef cattle welfare assessment: use of resource and animal-based indicators, blood parameters and hair 20 ¹² -dihydrocortisol	Tarantola et al. (2020)
5	2020	Productivity of steers of different genotypes: forecast based on interior indicators	Slozhenkina et al. (2020)
6	2020	Welfare of beef cattle in Australian feedlots: A review of the risks and measures	Salvin et al. (2020)
7	2021	Ecological network analysis to link interactions between system components and performances in multispecies livestock farms	Steinmetz et al. (2021)
8	2021	Heat stress and goat welfare: Adaptation and production considerations	Sejian et al. (2021)
9	2021	Benefits of Silvopastoral Systems for Keeping Beef Cattle	Huertas et al. (2021)

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Dentre os resultados, foram encontradas diferenças entre os sistemas convencionais e orgânicos de produção de gado, em uma ampla gama de aspectos de sustentabilidade e espécies de animais, disponíveis na literatura (Van Wagenberg et al., 2017). Os autores destacaram que não foi encontrado nenhum estudo que analisasse, simultaneamente, os aspectos de sustentabilidade para economia, produtividade, impacto ambiental, bem-estar animal e saúde pública (Van Wagenberg et al., 2017).

Os resultados mostraram que, mesmo com um exame preciso da produtividade da água da fazenda, uma grande largura de banda de valores temporais e locais são revelados em diferentes fazendas: FWP genéricos para plantações de alimentos e gado não estão ao alcance (Vellenga et al., 2018). Estes indicadores podem ser utilizados para o entendimento em profundidade da produção.

Foram feitos estudos também com o uso de indicadores financeiros ((Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e relação Benefício/Custo (B/C)) para a bovinocultura de corte. Estes indicadores se mostraram eficientes na determinação da viabilidade econômica da irrigação da pastagem, e se mostraram de grande importância na tomada de decisão do investimento, na agropecuária de corte irrigada (Kirchner et al., 2019). Nesta análise, é possível identificar o posicionamento financeiro da produção e determinar estratégias para o futuro.

Foi encontrada uma vertente que buscou avaliar o bem-estar de bovinos, tratando de uma análise de forma integrada e a medida que as condições de alojamento dos animais e as práticas de manejo mudam (Tarantola et al., 2020). Além disso, é possível analisar a relação entre os parâmetros adotados e as suas aplicabilidades. A sugestão dos autores pelo uso paralelo de medidas baseadas em animais - integrado com as análises de sangue - e baseadas em recursos parece ser preferível para avaliação do bem-estar de bovinos de corte (Tarantola et al., 2020).

Foi possível identificar uma busca teórica pela correlação entre os indicadores internos aos animais, ou seja, biológicos e de engorda de três grupos experimentais de novilhos (Tarantola et al., 2020). Os resultados deste estudo mostraram que a correlação obtida, entre algumas características de interior e indicadores de engorda permitem utilizar a estreita correlação identificada como marcadores na seleção de bovinos, para aumentar o nível de sua produtividade de carne (Tarantola et al., 2020).

Os autores Salvin et al., (2020) identificaram que melhorias contínuas exigirão precisão, medidas confiáveis e repetíveis de fatores de bem-estar para permitir a quantificação do estado de bem-estar de um atual e dos próximos lotes de bovinos. Em outra vertente, interações dentro do sistema e as interações entre o sistema e o ambiente podem ser uma *proxy* das operações da fazenda, bem como vinculadas às operações da fazenda e ao desempenho dos fazendeiros. Outro estudo demonstrou que, na literatura científica, sistemas de pecuária diversificados podem ser opções promissoras em termos de atendimento às demandas ambientais e sociais, mas a questão não é definitiva e necessita de mais estudos (Steinmetz et al., 2021).

Os achados da pesquisa de Sejian et al., (2021) apontaram que o bem-estar animal pode ser avaliado com base em vários indicadores, a partir da análise de atributos comportamentais, físicos, fisiológicos e produtivos. E por fim, foi encontrada pesquisa que objetivou comparar o bem-estar e o desempenho produtivo de bovinos (Huertas et al., 2021). Os resultados indicaram que os sistemas silvipastoris oferecem aos animais um ambiente sustentável e mais rico, o que melhora o seu bem-estar (Huertas et al., 2021).

O Quadro 2 apresenta os indicadores propostos pelos autores e suas conclusões para a mensuração de variáveis que possam contribuir para o alcance da sustentabilidade na bovinocultura de corte. Os resultados encontrados nos artigos foram relacionados com as metas do ODS 12 – Consumo e Produção Sustentáveis da ONU (2015).

Quadro 2 – Indicadores para mensuração da sustentabilidade na bovinocultura de corte e as metas do ODS 12.

Autores	Indicadores	Metas do ODS 12
Van Wagenberg et al. (2017)	<p><u>Indicador econômico:</u> Custos variáveis; Custos fixos; Custos totais; Preço premium; Margem bruta; Renda agrícola.</p> <p><u>Indicador de desempenho:</u> Ganho Body Weight (BW), em português Peso Corporal (PC).</p> <p><u>Indicador de bem-estar:</u> Distúrbios reprodutivos (prevalência%).</p>	<p>12.2 Gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais</p> <p>12.4 Alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos</p> <p>12.6 Adotar práticas sustentáveis e integrar informações de sustentabilidade em seu ciclo de relatórios.</p>
Vellenga et al. (2018)	<p><u>Indicadores da água:</u> Produtividade da água da fazenda (FWP); Grau de utilização de água (DWU); Fluxo de água técnico específico (STW).</p>	<p>12.4 Alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos</p> <p>12.6 Adotar práticas sustentáveis e integrar informações de sustentabilidade em seu ciclo de relatórios.</p>
Kirchner et al. (2019)	<p><u>Indicadores financeiros:</u> Relação benefício/custo (B/C); Valor Presente Líquido (VPL); Taxa Interna de Retorno (TIR).</p>	<p>12.2 Gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais</p> <p>12.6 Adotar práticas sustentáveis e integrar informações de sustentabilidade em seu ciclo de relatórios.</p>
Tarantola et al. (2020)	<p><u>Indicadores hematológicos:</u> Estresse, parâmetros hematológicos / séricos específicos, como razão as / neutrófilos / linfócitos, leucócitos, marcadores de estresse oxidativo (d-ROMs) e cortisol e metabólitos capilares.</p> <p><u>Indicadores de recursos:</u> As dimensões da fazenda, raças criadas, densidade, acesso a</p>	<p>12.2 Gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais</p> <p>12.4 Alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos</p>

	<p>pasto, características dos currais, sistemas de manejo / habitação (iluminação, ventilação, poeira, frequência de verificação dos animais, número de fazendeiros, fazendeiros e níveis de educação). As medidas baseadas em animais levam em consideração a taxa de mortalidade, BCS, alterações do tegumento, claudicação, secreção ocular / nasal, diarreia, tosse, rúmen inchado, descorna, temperamento e relação humano-animal (teste de evitação).</p> <p><u>Indicadores de estresse bovino:</u> Perfil hematológico, cortisol salivar, proteínas de fase aguda.</p>	
Slozhenkina et al. (2020)	<p><u>Indicadores hematológicos:</u> Eritrócitos; Leucócitos; Hemoglobina.</p>	12.4 Alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos
Salvin et al. (2020)	<p><u>Indicadores Bem-estar animal:</u> Produção; Enriquecimento ambiental; Limpeza da pelagem; Interações sociais positivas; Comportamentos anormais.</p>	12.4 Alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos
Steinmetz et al. (2021)	<p><u>Indicadores de operação:</u> Número de componentes; Atividade de interação a (TT); Atividade do sistema a (TST); Organização do fluxo interno; Densidade de fluxo interno (LD).</p> <p><u>Indicadores estruturais:</u> Área agrícola utilizável (ha); Prados permanentes (% UAA); Culturas (% UAA); Pecuária (LU); Bovinos de corte (% LU); Total de trabalhadores (FTE); Taxa de lotação de forragem.</p>	<p>12.2 Gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais</p> <p>12.4 Alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos</p> <p>12.6 Adotar práticas sustentáveis e integrar informações de sustentabilidade em seu ciclo de relatórios.</p>
Sejian et al. (2021)	<p><u>Indicadores comportamentais:</u> Redução do consumo de ração, aumento do consumo de água e frequência de bebida, mudanças na frequência de urinar, defecação, tempo de espera, deitar e buscar comportamento à sombra.</p> <p><u>Indicadores físicos:</u> Avaliar o estresse calórico nos animais, como temperatura da pele, BCS e condições da pelagem.</p> <p><u>Indicadores fisiológicos:</u> Aumento da temperatura retal, frequência respiratória, frequência cardíaca e suor para facilitar a ativação dos mecanismos de dissipação de calor.</p> <p><u>Indicadores produtivos:</u> Estresse por calor, crescimento do animal.</p>	12.4 Alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos
Huertas et al. (2021)	<p><u>Indicadores de bem-estar animal:</u> Boa alimentação; Boa Saúde; Comportamento apropriado.</p>	12.4 Alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Após análise, das 11 metas dentro deste objetivo foram encontradas na literatura evidências que corroboram com 3 destas. Os resultados se mostraram voltados para a meta 12.2 - Gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais, meta 12.4 - Alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos e meta 12.6 Adotar práticas sustentáveis e integrar informações de sustentabilidade em seu ciclo de relatórios.

Esta pesquisa permitiu considerar que quando um sistema de produção tem seus parâmetros avaliados, adquire-se informações estratégicas para adoção de planos e ferramentas mais eficientes para o atendimento das pressões quanto ao atendimento das dimensões sustentabilidade, enquanto princípios dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Os resultados desta pesquisa permitem também considerar que apesar da existência oferta de conjuntos de mecanismos de avaliação, existe ainda uma lacuna de elaboração de um conjunto de indicadores de avaliação da sustentabilidade específicos para um sistema produtivo da bovinocultura de corte.

5. Considerações Finais

O objetivo desta pesquisa foi identificar na literatura a existência de um conjunto de indicadores de sustentabilidade que podem ser utilizados na bovinocultura de corte. Há de se considerar que os sistemas globais de produção estão em um ambiente de mudanças e oportunidades em função do aumento da população mundial, que consequentemente demanda alimentos seguros e nutritivos.

Contudo, os mercados domésticos e externos continuam a pressionar por práticas mais sustentáveis; ou seja, práticas de produção de produtos cárneos, que não agridam ao meio ambiente, que prezem pelos ganhos econômicos, bem como à promoção do bem-estar animal e a redução dos impactos sociais. Para tanto, é preciso investir em ferramentais e mecanismos que subsidiem os tomadores de decisão a adotarem práticas de manejo mais sustentáveis, para tornar o setor produtivo de carne bovina cada vez mais competitivo nos mercados doméstico e internacional. De modo que, reconhece-se, pelos meios técnico-científicos e produtivos, a importância de avaliar, de forma contínua, os sistemas produtivos da pecuária de corte bovina.

Os indicadores levantados estão ainda focados na questão econômica, reforçando a identificação de resistência dos pecuaristas ao reconhecimento de necessidade de investimento em práticas alternativas, inicialmente mais custosas. Deste modo, acredita-se que os resultados possam contribuir com o reconhecimento de uma lacuna metodológica, a qual poderá propor um conjunto de medições, por conta de um conjunto de indicadores pertinente para enfrentar os complexos desafios diagnosticados nos sistemas produtivos globais, em destaque bovinocultura de corte.

As informações a serem obtidas pelas medições desse conjunto de indicadores de sustentabilidade fornecerão dados e informações estratégicas que auxiliarão no progresso de avaliações e análises pertinentes, visando arear questões envoltas no desenvolvimento de práticas cotidianas mais sustentáveis e de políticas públicas mais eficazes.

Sugere-se um averiguar a existência de um conjunto de indicadores de sustentabilidade para outros sistemas de produção de alimentos. Assim será possível ter um panorama de indicadores que atendam as pressões quanto ao atendimento das dimensões sustentabilidade, enquanto princípios dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

Agradecimentos

Aqui os autores agradecem aos suportes financeiros recebidos da Coordenação de Aperfeiçoamento de P I de Nível Superior (CAPES), bem como pelos apoios estrutural e científico da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), além do incentivo do Centro de Inteligência da Carne Bovina (CiCarne/EMBRAPA-MS).

Referências

- Amaral, G., Carvalho, F., Capanema, L., & Carvalho, C. (2012). Panorama da pecuária sustentável. <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1491>
- Assis, D. C. S., da Silva, T. M. L., Brito, R. F., da Silva, L. C. G., Lima, W. G., & Brito, J. C. M. (2021). Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) in bovine meat and meat products over the last 15 years in Brazil: A systematic review and meta-analysis. *Meat Science*, 173, 108394. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108394>

- Banco Mundial. (1998). Enhancing Factor Productivity Growth. Country Economic Memorandum - Mexico. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/480751468774623041/mexico-enhancing-factor-productivity-growth-country-economic-memorandum>.
- Barcellos, J. O. J.; et al. (2004). A bovinocultura de corte frente a agriculturização no sul do Brasil. *Ciclo de Atualização em Medicina Veterinária - CAMEV*, 11, 13-30.
- Barry, D., & Hoyne, S. (2021). Sustainable measurement indicators to assess impacts of climate change: Implications for the New Green Deal Era. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 22, 100259. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2021.100259>
- Botelho, L. L. R., Cunha, C. C. de A., & Macedo, M. (2011). O Método Da Revisão Integrativa Nos Estudos Organizacionais. *Gestão e Sociedade*, 5(11), 121. <https://doi.org/10.21171/ges.v5i11.1220>
- Casagranda, Y. G. Framework da composição do valor econômico ambiental: aplicação metodológica na bovinocultura de corte em Campo Grande. (2018). Tese (Doutorado em Administração). Escola de Administração e Negócios, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- Ceballos, M. C., Sant'Anna, A. C., Boivin, X., Costa, F. de O., Carvalho, M. V. d. L., & Costa, M. J. R. (2018). Impact of good practices of handling training on beef cattle welfare and stockpeople attitudes and behaviors. *Livestock Science*, 216, 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.06.019>
- Cezar, I., Queiroz, H., Thiago, L., Cassales, F., & Costa, F. (2005). Sistemas de produção de gado de corte no Brasil: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate. Campo Grande (MS): Embrapa Gado de Corte.
- Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. (2020). CNA apresenta balanço de 2020 e as perspectivas para 2021. <https://www.cnabrasil.org.br/noticias/cna-apresenta-balanco-de-2020-e-as-perspectivas-para-2021>
- Silva, R., Barioni, L. G., Hall, J. A. J., Moretti, A. C., Fonseca Veloso, R., Alexander, P., Crespolini, M., & Moran, D. (2017). Sustainable intensification of Brazilian livestock production through optimized pasture restoration. *Agricultural Systems*, 153, 201–211. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.02.001>
- Donato, H., & Donato, M. (2019). Etapas na Condução de uma Revisão Sistemática. *Acta Médica Portuguesa*, 32(3), 227. <https://doi.org/10.20344/amp.11923>
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2018). Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira. Brasília: Embrapa.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2020). O futuro da cadeia produtiva da carne bovina brasileira: uma visão para 2040. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1125194/o-futuro-da-cadeia-produtiva-da-carne-bovina-brasileira-uma-visao-para-2040>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2017). The future of food and agriculture—Trends and challenges. *Annual Report*.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics. (2020). Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Cotas de emissão.
- Florindo, T. J., Bom de Medeiros Florindo, G. I., Ruviano, C. F., & Pinto, A. T. (2020). Multicriteria decision-making and probabilistic weighing applied to sustainable assessment of beef life cycle. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118362. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118362>
- Gaudencio, L. M. AL; Oliveira, R.; & Curi, W. F. (2021). Sustainability indicators system based on multicriteria analysis: a tool for the management of the sustainability of offshore oil and gas production units. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 17 (3), 614–625. <https://doi.org/10.1002/ieam.4359>
- Gil, A. C. (2017). Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas.
- Godde, C. M., Mason-D'Croz, D., Mayberry, D. E., Thornton, P. K., & Herrero, M. (2021). Impacts of climate change on the livestock food supply chain; a review of the evidence. *Global Food Security*, 28, 100488. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100488>
- Global Roundtable for Sustainable Beef. (2021). Annual Report 2020. *Global Roundtable for Sustainable Beef*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.3934/allergy.2021003>
- Han, M., Zhang, B., Zhang, Y., & Guan, C. (2019). Agricultural CH₄ and N₂O emissions of major economies: consumption-vs. production-based perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 210, 276-286. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.018>
- Herrero, M., Thornton, P. K., Mason-D'Croz, D., Palmer, J., Bodirsky, B. L., Pradhan, P., Barrett, C. B., Benton, T. G., Hall, A., Pikaar, I., Bogard, J. R., Bonnett, G. D., Bryan, B. A., Campbell, B. M., Christensen, S., Clark, M., Fanzo, J., Godde, C. M., Jarvis, A., & Rockström, J. (2021). Articulating the effect of food systems innovation on the Sustainable Development Goals. *The Lancet Planetary Health*, 5(1), e50–e62. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30277-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30277-1)
- Huertas, S. M., Bobadilla, P. E., Alcántara, I., Akkermans, E., & Van Eerdenburg, F. J. C. M. (2021). Benefits of Silvopastoral Systems for Keeping Beef Cattle. *Animals*, 11(4), 992. <https://doi.org/10.3390/ani11040992>
- Kirchner, J. H., Robaina, A. D., Peiter, M. X., Torres, R. R., Mezzomo, W., & Ben, L. H. B. (2019). Indicadores e viabilidade econômica de produção irrigada de sorgo forrageiro para bovinocultura de corte. *Irriga*, 24 (4), 843–860. <https://doi.org/10.15809/irriga.2019v24n4p843-860>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2012). Climate Change 2014-Impacts, Adaptation, and Vulnerability: Summary for Policymakers. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Japiassú, H. (1976). Interdisciplinaridade e patologia do saber. Rio de Janeiro: Imago.
- Jesus-Lopes, J. C., Maciel, W. R. E., & Casagranda, Y. G. (2022). Check-List dos elementos constituintes dos delineamentos das pesquisas científicas. *Revista Desafio On Line*, 10 (1). <https://doi.org/10.55028/don.v10i1.14846>

- Malafaia, G., Biscola, P., & Dias, F. (2020). Neutralização de carbono na produção de carne bovina no Brasil e no mundo. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1125602/neutralizacao-de-carbono-na-producao-de-carne-bovina-no-brasil-e-no-mundo>
- Malafaia, G., Mores, G., Casagrande, Y., Barcellos, J., & Costa, F. (2021). The Brazilian beef cattle supply chain in the next decades. *Livestock Science*, v. 253, p. 104704. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104704>
- Mandarino, R. A., Barbosa, F. A., Lopes, L. B., Telles, V., Florence, E. de A. S., & Bicalho, F. L. (2019). Evaluation of good agricultural practices and sustainability indicators in livestock systems under tropical conditions. *Agricultural Systems*, 174, 32–38. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.04.006>
- Martinelli, G., Vogel, E., Decian, M., Farinha, M., Bernardo, L., Borges, J., Gimenes, R., Garcia, R., & Ruviano, C. (2020). Assessing the eco-efficiency of different poultry production systems: an approach using life cycle assessment and economic value added. *Sustainable Production and Consumption*, v. 24, 181–193. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.07.007>
- Maynard, D., Vidigal, M., Farage, P., Zandonadi, R., Nakano, E., & Botelho, R. (2020). Environmental, social and economic sustainability indicators applied to food services: a systematic review. *Sustainability*, 12 (5), 1804. <https://doi.org/10.3390/su12051804>
- Nadaraja, D., Lu, C., & Islam, M. (2021). The Sustainability Assessment of Plantation Agriculture - A Systematic Review of Sustainability Indicators. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 892–910. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.12.042>
- Neves, M. F. (2021). Ferramentas para o futuro do agro: estratégias para posicionar o Brasil como fornecedor mundial sustentável de alimentos, bioenergia e outros agroprodutos. São Paulo: Gente.
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. (2010). Agricultural outlook 2010-2019. https://www.meatprojects.com/docs/Europe/OECD-FAO_Agricultural_Outlook_2011-2020.pdf.
- Organização das Nações Unidas. (2015). Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Conferências das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro (RJ).
- Palhares, J. C. P., Morelli, M., & Novelli, T. I. Water footprint of a tropical beef cattle production system: the impact of individual-animal and feed management. *Advances in Water Resources*, 149, 103853. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2021.103853>
- Salvin, H. E., Lees, A. M., Café, L. M., Colditz, I. G., & Lee, C. (2020). Welfare of beef cattle in Australian feedlots: a review of the risks and measures. *Animal Production Science*, 60(13), 1569. <https://doi.org/10.1071/AN19621>
- Sejian, V., Silpa, M. V., Reshma Nair, M. R., Devaraj, C., Krishnan, G., Bagath, M., Chauhan, S. S., Suganthi, R. U., Fonseca, V. F. C., König, S., Gaughan, J. B., Dunshea, F. R., & Bhatta, R. (2021). Heat Stress and Goat Welfare: Adaptation and Production Considerations. *Animals*, 11(4), 1021. <https://doi.org/10.3390/ani11041021>
- Souza, M. T., Silva, M. D., & Carvalho, R. (2010). Integrative review: what is it? How to do it? *Einstein (São Paulo)*, 8(1), 102–106. <https://doi.org/10.1590/s1679-45082010rw1134>
- Slozhenkina, M. I., Gorlov, I. F., Shakhbazova, O. P., Radjabov, R. G., Ivanova, N. V., Mosolova, D. A., Knyazhechenko, O. A., Poorghasemi, M. R., & Seidavi, A. R. (2020). Productivity of steers of different genotypes: forecast based on interior indicators. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 72 (6), 2279–2287. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12108>
- Steinmetz, L., Veysset, P., Benoit, M., & Dumont, B. (2021). Ecological network analysis to link interactions between system components and performances in multispecies livestock farms. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(3), 42. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00696-x>
- Tarantola, M., Biasato, I., Biasibetti, E., Biagini, D., Capra, P., Guarda, F., Leporati, M., Malfatto, V., Cavallarin, L., Miniscalco, B., Mioletti, S., Vincenti, M., Gastaldo, A., & Capucchio, M. T. (2020). Beef cattle welfare assessment: use of resource and animal-based indicators, blood parameters and hair 20β-dihydrocortisol. *Italian Journal of Animal Science*, 19(1), 341–350. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1743783>
- Telhado, S., & Capdeville, G. (2021). Tecnologias poupa-terra. Brasília: Embrapa. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1131517>
- Van Wagenberg, C. P. A., Haas, Y., Hogeveen, H., Van Krimpen, M. M., Meuwissen, M. P. M., Van Middelaar, C. E., & Rodenburg, T. B. (2017). Animal Board Invited Review: Comparing conventional and organic livestock production systems on different aspects of sustainability. *Animal*, 11(10), 1839–1851. <https://doi.org/10.1017/S175173111700115X>
- Vellenga, L., Qualitz, G., & Drastig, K. (2018). Farm Water Productivity in Conventional and Organic Farming: Case Studies of Cow-Calf Farming Systems in North Germany. *Water*, 10(10), 1294. <https://doi.org/10.3390/w10101294>
- Vieira, M. M. F.; Zouain, D. M. (2005). Pesquisa qualitativa em administração: teoria e prática. Rio de Janeiro: Editora FGV.