



Graduação Pós-Graduação
 Artigo completo Relato de prática Resumo expandido

ADOÇÃO DE TECNOLOGIA NA PECUÁRIA DE GADO DE CORTE: uma análise metodológica

Ana Paula de Jesus Godoy
Universidade Federal da Grande Dourados
anapaulagodoyzootecnia2015@yahoo.com.br

João Augusto Rossi Borges
Universidade Federal da Grande Dourados
joaoborges@ufgd.edu.br

Mauricio Hiroyuki Kubo
Universidade Federal da Grande Dourados
kubo.m.hiroyuki@gmail.com

RESUMO

A pecuária de gado de corte enfrenta grandes desafios de sustentabilidade e eficiência produtiva, sendo uma fonte significativa de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE). Diante disso, o problema em estudo consiste em identificar e analisar os métodos empregados nas pesquisas sobre a adoção de tecnologias nesse setor. Como método, utilizou-se uma revisão sistemática da literatura nas bases de dados Scopus e Web of Science, conduzida sob o protocolo PRISMA, o que resultou na seleção de 18 artigos. Os resultados indicam que as tecnologias abordadas variam entre inovações ambientais, de precisão, de digitalização e de práticas de gestão. Os métodos de avaliação se dividem em quantitativos (como modelos estatísticos e econômicos) e qualitativos (como estudos de caso). Constatou-se, ainda, uma baixa adoção de tecnologias mitigadoras de GEE devido a barreiras como acesso limitado a crédito e informação. Conclui-se que a adoção de tecnologias sustentáveis é crucial para atingir os objetivos ambientais e econômicos globais, sendo necessárias pesquisas futuras com métodos padronizados para avaliar os impactos da saúde do gado na redução de GEE.

Palavras-chave: Produção sustentável; Redução de GEE; Inovação tecnológica; Boas práticas.



1 INTRODUÇÃO

A pecuária de gado de corte é um setor vital para a economia e para a segurança alimentar em muitas partes do mundo, incluindo o Brasil, um dos maiores produtores globais de carne bovina. Contudo, esta atividade enfrenta desafios significativos, especialmente no que diz respeito à sustentabilidade ambiental e à eficiência produtiva. Desafios como mudanças climáticas, impacto ambiental, pegada hídrica, bem-estar animal, custos de insumos e eficiência produtiva são particularmente relevantes (Meissner; Scholtz; Engelbrecht, 2014; Gerber et al., 2015).

A adoção de tecnologias inovadoras surge como uma resposta potencial a esses desafios, oferecendo meios para melhorar a produtividade, ao mesmo tempo em que reduz o impacto ambiental da produção. Estratégias e objetivos revisados são necessários para enfrentar desafios como aumentar a eficiência produtiva, reduzir emissões nocivas e melhorar o bem-estar animal (Hocquette; Chatellier, 2011; Greenwood, 2021). Diante desse contexto, emerge o seguinte problema de pesquisa: Quais são os métodos ou metodologias mais utilizadas pelos pesquisadores para avaliar a adoção de tecnologias na pecuária de gado de corte? Com isso, o objetivo geral deste estudo é identificar e analisar os métodos ou metodologias empregadas nas pesquisas sobre a adoção de tecnologias na pecuária de gado de corte.

Portanto, com esta revisão, busca-se compreender melhor quais métodos ou metodologias que os estudos vêm utilizando para avaliar a adoção dessas tecnologias na pecuária de gado de corte. Este estudo contribuirá para a literatura existente, oferecendo insights valiosos para pesquisadores, formuladores de políticas e profissionais do setor, visando a sustentabilidade e a eficiência na produção de carne bovina.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A relevância do estudo de tecnologias mitigadoras na agropecuária é amplificada pela urgência global de reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), um desafio destacado na 26ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP 26) (UNFCCC, 2021). A pecuária, sendo uma significativa fonte de GEE, necessita de inovações tecnológicas que permitam manter a produtividade enquanto reduzem as emissões. Exemplos incluem sistemas circulares de gestão de resíduos e a adoção de raças de gado de alto rendimento, que demonstraram eficácia na redução das emissões de GEE (Gómez-Sanabria et al., 2022; Hawkins et al., 2022). Estudos como os de Azevedo et al. (2018) e Xu et al. (2021) ressaltam a



importância de tais inovações, considerando que a agricultura e o uso da terra são as maiores fontes de emissão de GEE na produção de alimentos.

O Brasil, em sua posição de proeminente produtor de alimentos, tem a responsabilidade de adotar práticas que contribuam para o cumprimento dos objetivos da Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável (FAO, 2022; ONU, 2015). Nesse sentido, a adoção de tecnologias na pecuária de gado de corte que visem a redução das emissões de GEE é não apenas uma necessidade ambiental, mas também uma oportunidade econômica (Teklu; Simane; Bezabih, 2023). Especificamente no Mato Grosso do Sul, um dos maiores produtores de carne bovina do Brasil, a adoção de tecnologias na pecuária enfrenta desafios como a redução do impacto ambiental e o aumento da produtividade em um mercado competitivo (Barcellos; Vilela; Lupinacci, 2001; Dias-Filho, 2011; IBGE, 2021; Pereira et al., 2018).

Além disso, a Embrapa desempenha um papel crucial no desenvolvimento de protocolos de sustentabilidade para a cadeia produtiva, incluindo a Carne Carbono Neutro (CCN) e a Carne Baixo Carbono (CBC) (Almeida; Alves, 2020; Alves; Almeida; Laura, 2015). A CBC, em particular, oferece um modelo adaptável para a pecuária tropical baseada em pasto, com potencial para reduzir significativamente a pegada de carbono da produção de carne (De Mello Brandão Vinholis et al., 2021; Dill et al., 2015). A compreensão de como os pecuaristas tomam decisões sobre a adoção dessas tecnologias é crucial para fomentar um ambiente propício ao avanço da sustentabilidade na pecuária de gado de corte. No entanto, muitas tecnologias mitigadoras de GEE ainda têm baixa adoção devido a barreiras como acesso limitado a crédito, recursos e informação.

2.1 PECUÁRIA DE PRECISÃO E DIGITALIZAÇÃO

O processo de mitigação de desafios na produção engloba a pecuária de precisão. Trata-se do uso integrado de internet, dispositivos móveis, softwares para gestão, sensores em animais, drones e equipamentos robóticos (Drewry et al., 2019). Estudos como os de Dill et al. (2015), Groher, Heitkämper e Umstätter (2020) e Hay e Pearce (2014) abordam como essa adoção digital otimiza o uso de recursos, gerando eficiência produtiva e contribuindo diretamente para a redução das emissões de GEE.

2.2 SUSTENTABILIDADE E SAÚDE ANIMAL

Outra teoria que embasa as inovações tecnológicas na pecuária é a relação da saúde

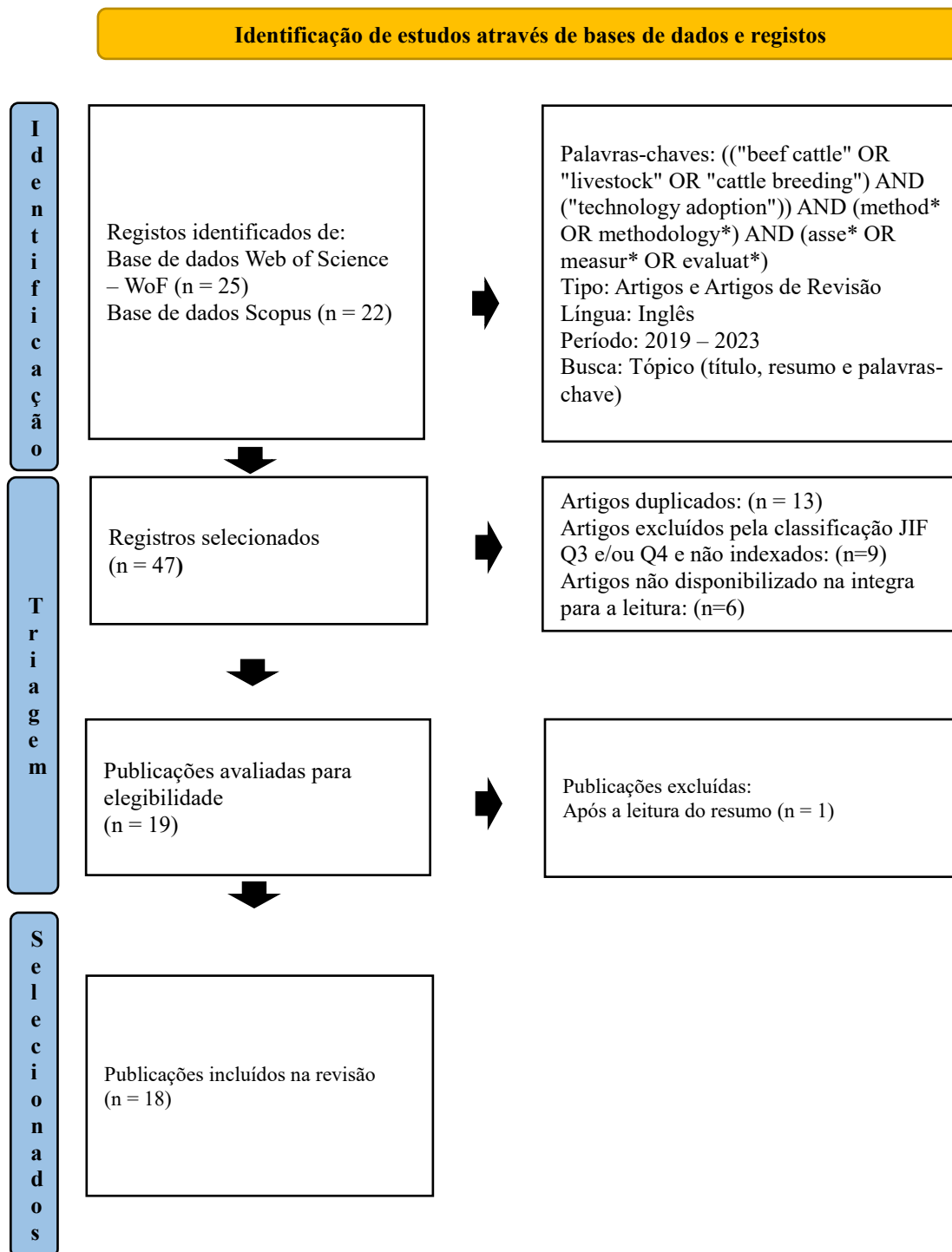
animal com a sustentabilidade econômica e ambiental. Segundo Capper e Williams (2023), a melhoria da saúde do rebanho reflete na rentabilidade e sustentabilidade, influenciando diretamente a eficiência produtiva e o impacto dos GEE. Todavia, há ainda desafios significativos em quantificar rigorosamente os benefícios para os produtores devido à variação das consequências econômicas e metodologias não padronizadas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As pesquisas foram realizadas nas bases de dados Scopus e Web of Science (WoS) em novembro de 2023. O critério de busca utilizado para as palavras-chave foram (("beef cattle" OR "livestock" OR "cattle breeding") AND ("technology adoption")) AND (method* OR methodology*) AND (asse* OR measur* OR evaluat*). Para o desenvolvimento e estruturação da pesquisa, foi utilizado o protocolo PRISMA (Page et al., 2021). Foram utilizados filtros para a triagem e seleção dos artigos: o período de 2019 a 2023; somente artigos científicos e artigos de revisão no idioma inglês, resultando em uma lista de 47 artigos, sendo 25 da WoS e 22 da Scopus.

Os dados dos artigos foram exportados e em seguida organizados e tabulados pelo software R Studio utilizando o package Bibliometrix e o Microsoft Excel 365. Na primeira análise, foram excluídos os artigos duplicados, que corresponderam a n=13 artigos; na segunda análise, foram excluídos n=9 artigos que possuíam quartil igual ou inferior a Q3, conforme o índice do Journal Impact Factor (JIF); na terceira análise foram excluídos n=6 artigos pela indisponibilidade de obter o artigo na íntegra para a leitura. Por fim, n=1 artigo foi excluído após a leitura do resumo, pois não estava alinhado com o escopo da pesquisa. Dessa forma, 18 artigos foram selecionados e incluídos na realização desta revisão sistemática. A figura 1 apresenta a maneira de como foram selecionados os artigos utilizando o protocolo PRISMA.

Figura 1 – Protocolo PRISMA na seleção dos artigos



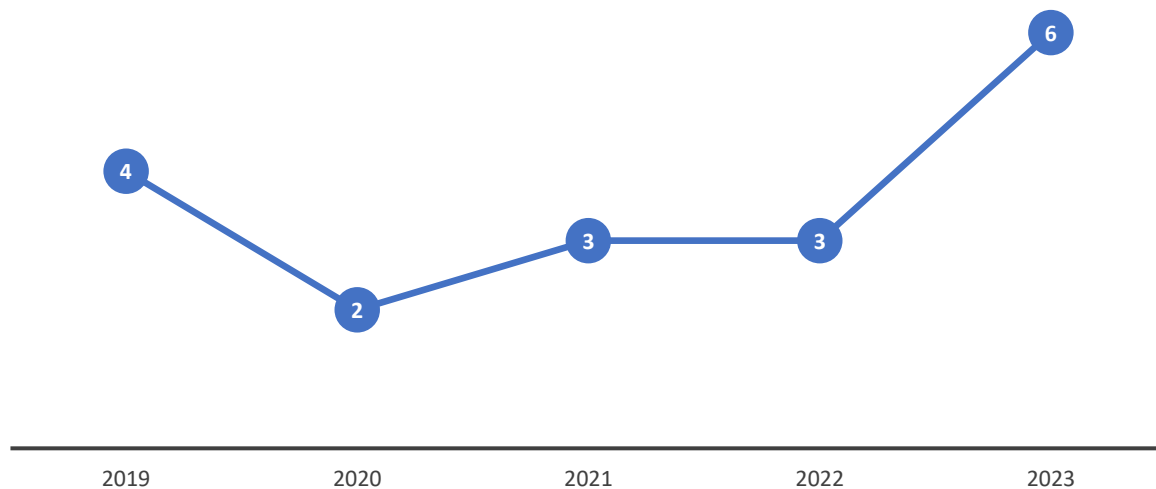
Fonte: Adaptado, Page et al., (2021)

Os 18 artigos selecionados foram lidos integralmente, vale destacar que dentre os 18 artigos, dois eram artigos de revisão sistemática e um de revisão narrativa, posteriormente todos os artigos foram analisados. Os resultados das análises, das figuras e das tabelas foram geradas pelo software R Studio com o package Bibliometrix usando o Biblioshiny e o Microsoft Excel 365.

4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Após realizado as análises, foi verificado a quantidade de artigos publicados ao longo do período de 2019 a 2023. O Gráfico 1 apresenta a quantidade de artigos publicados entre o período de 2019 a 2023.

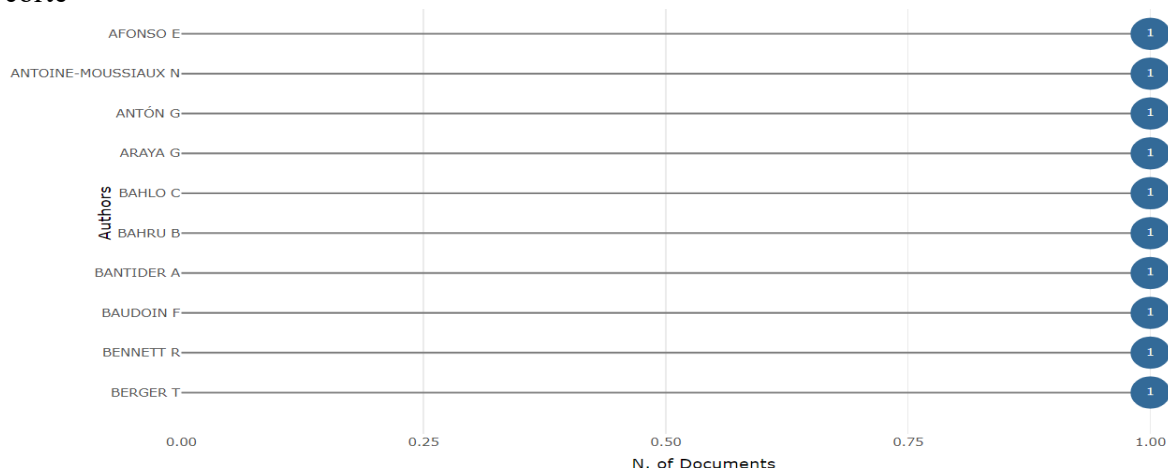
Gráfico 1: Produção científica anual entre os anos de 2019 e 2023



Fonte: Dados da pesquisa.

Pode ser observado no Gráfico 1 que as publicações dos artigos oscilaram durante esse período, observa-se que no período de 2019, início da busca foram publicados quatro artigos. No ano de 2020, ocorreu uma redução de artigos publicados ($n=2$), e a partir do ano de 2021 ($n=3$) até o ano de 2023 ($n=6$), houve um aumento de artigos publicados, isso pode indicar a necessidade de adoção de tecnologias para a produção mais sustentável na pecuária de gado de corte. Além disso, existe uma diversidade de autores desenvolvendo estudos sobre o tema, indicando a necessidade de adoção de tecnologias para uma produção de gado de corte mais sustentável. O Gráfico 2 apresenta um recorte dos autores e suas publicações, conforme pode ser observado, todos os autores possuem apenas uma publicação sobre a adoção de tecnologias na pecuária de gado de corte.

Gráfico 2: Principais autores relacionados a adoção de tecnologia na pecuária de gado de corte



Fonte: Dados da pesquisa

Da mesma maneira, que existem vários autores pesquisando sobre a adoção de tecnologias na pecuária de gado de corte, diverso são os países em que estes estudos foram realizados. A Tabela 1, demonstra quais foram os países em que desenvolveram o estudo e a quantidade de artigos publicados. Além disso, para uma visão mais geral, a Tabela 1 apresenta o continente dos países.

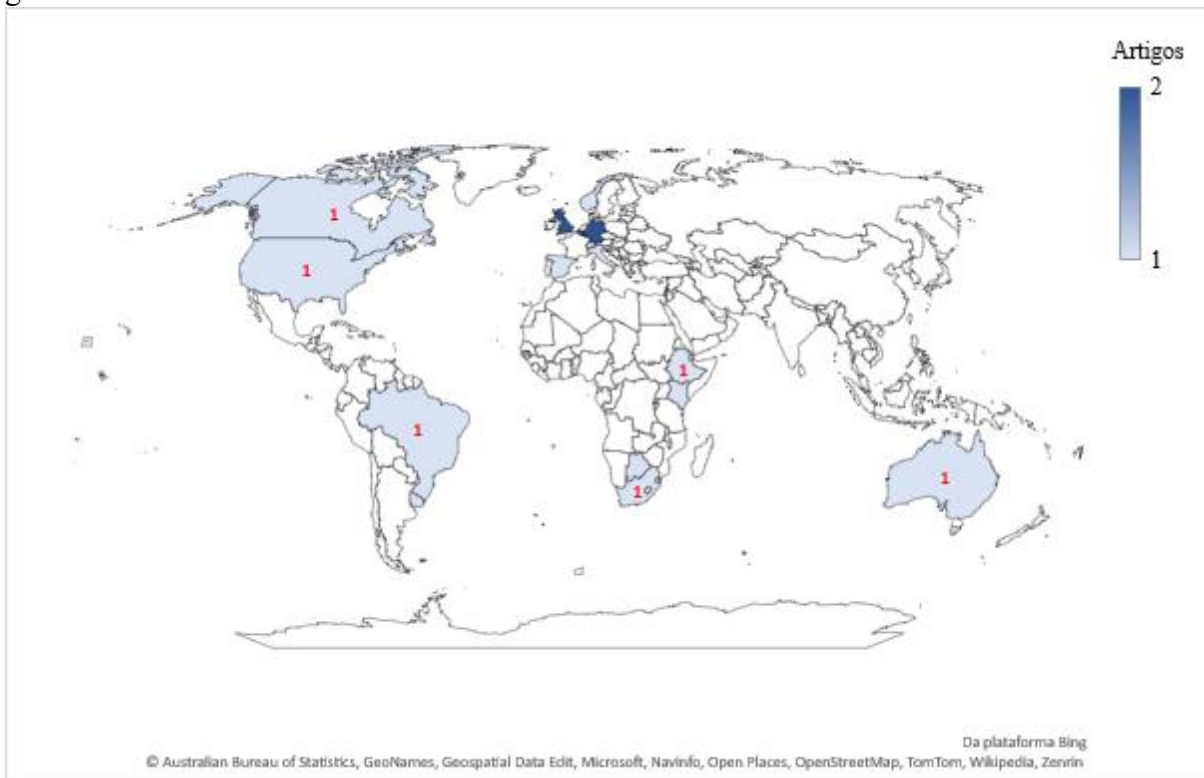
Tabela 1: Países que realizaram a pesquisa de adoção de tecnologias na pecuária de gado de corte

Países	Artigos	Continentes
Alemanha	2	Europa
Bélgica	2	
Espanha	1	
Itália	1	
Noruega	1	
Reino unido	2	
Total = 9		
África do Sul	1	África
Botsuana	1	
Etiópia	1	
Quênia	1	
Total = 4		
Brasil	1	América
Canadá	1	
Estados Unidos da América	1	
Uruguai	1	
Total = 4		
Austrália	1	Oceania
Total = 1		

Fonte: Dados da pesquisa.

No mesmo sentido, mas de uma forma mais visual, a Figura 2 apresenta o mapa com os países que publicaram artigos sobre a adoção de tecnologias na pecuária de gado de corte. O país com a cor azul na tonalidade mais escura evidencia o país com o maior número de publicações sobre o tema e as cores azuis com a tonalidade mais claras, os países com menos publicações em relação ao tema.

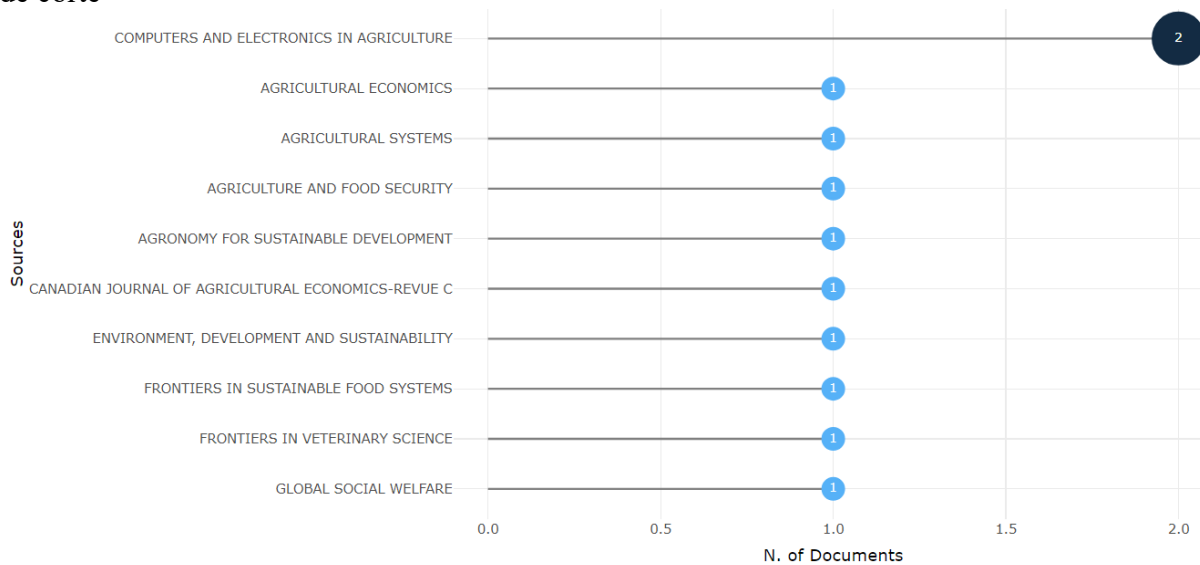
Figura 2: Mapa dos países que realizaram a pesquisa de adoção de tecnologias na pecuária de gado de corte



Fonte: Dados da pesquisa

Os artigos foram publicados em diferentes revistas, no entanto, vale destacar a revista a *Computers and Electronics in Agriculture* com duas publicações, as demais revistas obtiveram apenas uma publicação cada. O Gráfico 3 demonstra um recorte das revistas mais relevantes com publicações sobre a adoção de tecnologia na pecuária de gado de corte.

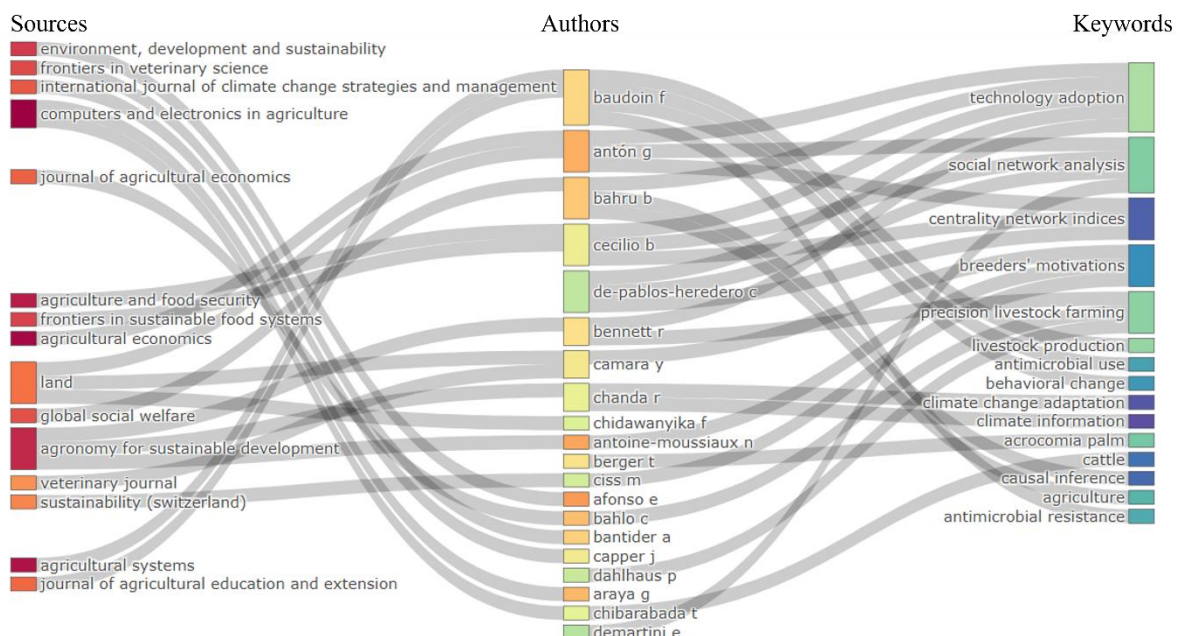
Gráfico 3: Revistas mais relevantes com publicações sobre adoção de tecnologia na pecuária de corte



Fonte: Dados da pesquisa

O Gráfico 4, permite visualizar os fluxos e quantificar as conexões entre as revistas, os autores e as palavras-chave. Vale destacar a que o Gráfico 4, contribui para facilitar a identificação de colaborações, domínios de pesquisa; tendência de tópicos; e a interdisciplinaridade dos estudos.

Gráfico 4: Conexão das principais revistas, com os autores e as palavras-chaves

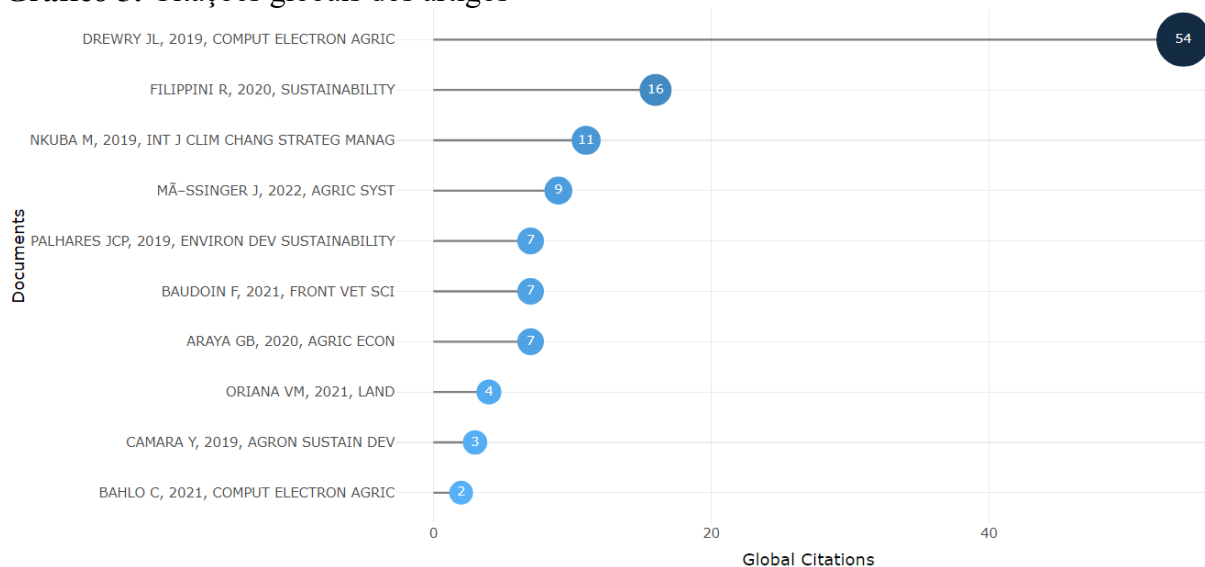


Fonte: Dados da pesquisa.

De fato, é importante identificar e conhecer os melhores artigos, seus autores, as revistas onde eles foram publicados. Além disso, uma das maneiras de identificar bons artigos e por meio do número de citações. O Gráfico 5, demonstra o número de citações globais dos artigos

desta revisão, ou seja, qual artigo foi mais citado. Neste sentido, vale destacar o estudo de Drewry et al. (2019) com 54 citações, seguido por Filippini et al. (2020), com 13 citações e Nkuba et al. (2019) com 11 citações.

Gráfico 5: Citações globais dos artigos



Fonte: Dados da pesquisa.

Com os avanços da ciência, novas tecnologias, ou formas de processo estão sendo desenvolvidos e adotados na pecuária de gado de corte. Portanto, é importante conhecer os métodos e as metodologias que os estudos estão utilizando para avaliar a adoção de novas tecnologias na pecuária de gado de corte. Ressalva-se que este estudo abrangeu artigos científicos e artigos de revisão, abaixo é apresentado o Quadro 1 com os artigos científicos e é posteriormente apresentado o Quadro 2 com os artigos de revisão. O Quadro 1, apresenta os autores, as tecnologias, e os métodos ou metodologia utilizadas.

Quadro 1: Tecnologias utilizadas na pecuária de gado de corte, e método ou metodologia

Autores	Adoção de Tecnologias	Métodos/Metodologia
ARAYA, 2020	Utilização e a quantidade de estreme que usam na produção rural	Modelo de obstáculo duplo; modelo Tobit
BAHRU e ZELLER, 2022	Melhoramento alimentar do gado	Targeted Maximum Likelihood Estimation (TMLE) Método de estimativa de máxima verossimilhança direcionada
BAUDOIN; HOGEVEEN; WAUTERS, 2021	Redução a resistência antimicrobiana	Abordagem multidimensional e sistêmica, e Taxonomia
CAMARA et al., 2019	Programa de criação de gado para aumentar a produtividade de raças de gado indígena	Análises qualitativas (teoria fundamentada) e quantitativas (correlação de Spearman; teste exato de Fisher; e regressão logística)
DREWRY et al., 2019	Pecuária de precisão: uso de internet e dispositivos móveis;	Análise de frequência; e modelos de regressão logística; e estudo de



	softwares para gestão financeira; aplicativos de smartphone; equipamentos de colheita de precisão; equipamentos de plantio de precisão; direção assistida em equipamentos agrícolas; sensores no gado, drones; sensores em edifícios ou unidades de armazenamento; sensores de solo; e máquinas de ordenha robóticas.	caso
FILIPPINI et al., 2020	Smartphones para os pecuaristas se conectar as: redes de produção, redes de mercado e redes de troca de informações	Análise de Rede Social (Social Network Analysis - SNA); Modelagem de Regressão Linear Múltipla
MOESSINGER; TROOST; BERGER, 2022	Pecuária e agricultura de precisão: Aplicativo: modelagem interativa, implementada usando o pacote Shiny do software estatístico R, para otimização de recursos e integração lavoura-pecuária.	Desenvolvimento da Interface R-Shiny; Modelagem Interativa no Campo; Análise de Feedback e Avaliação da Ferramenta; e estudo de Caso
NKUBA et al., 2019)	Previsão científicas de clima	Modelo probit multivariado
ORIANA et al., 2021	Pecuária de precisão: Avaliação da aptidão reprodutiva em touros; Avaliação da fertilidade do sêmen; Avaliação da condição corporal das fêmeas; Detecção de estro (ciclo estral); diagnóstico de gravidez; Acasalamento sazonal ou contínuo; política de reprodução.	Análise de Rede Social (Social Network Analysis - SNA) para Validação e Transferência Tecnológica (GGAVATT) e sua posição na rede; Estudo de Caso
PALHARES; AFONSO; GAMEIRO, 2019	Gestão nutricional e de resíduos para reduzir o custo total da água	Análise de Dados Experimentais; Avaliação do Custo da Água; Impacto no Custo da Água e Sustentabilidade
ROSAS; SANS, 2023	Integração lavoura-pecuária; Irrigação Suplementar em Culturas de Verão; Gestão de Gado com Maior Aporte de Forragem	Modelagem Econômica com Teoria da Utilidade Esperada
SCHILLINGS; BENNETT; ROSE, 2023	Pecuária de precisão: Sistema Digital Baseado em Visão para Monitoramento de Condição Corporal e Mobilidade do Gado, Aplicativo para Smartphone para Avaliação da Expressividade Emocional e Bem-Estar de Animais de Fazenda	Estudo de caso com entrevistas semiestruturada. Análise Temática com métodos de Braun e Clarke (2006) e Ritchie (2014).
TILAHUN; BANTIDER; YAYEH, 2023	Agricultura inteligente para o clima – Climate-smart agriculture (CSA): Manejo Sustentável do Gado, Aproveitamento de Energias Renováveis, Monitoramento e Previsão do Clima, Práticas de Conservação do Solo	Modelo de Regressão de Mudança Endógena (Endogenous Switching Regression - ESR)
WORDEN et al., 2022	Pecuária de precisão: inseminação artificial, Seleção Genômica ou Testes de Genotipagem	Valoração Contingente e Modelo de Escolha Dicotômica Duplamente Limitada

Fonte: Dados da pesquisa.



Conforme apresentado no Quadro 1, as tecnologias adotadas podem ser agrupadas em três: 1) Adoção de Tecnologias Ambientais e de Eficiência: estudos, como os de Araya (2020) e Baudoin, Hogeveen, Wauters (2021), focam em tecnologias que visam a sustentabilidade e eficiência, como a utilização de esturme na produção rural e a redução da resistência antimicrobiana. 2) Tecnologias de Precisão e Digitalização: Há uma ênfase clara na adoção de tecnologias digitais e de precisão, conforme evidenciado pelos estudos de Drewry et al. (2019), Filippini et al. (2020) e Schillings, Bennett, Rose (2023). Estes estudos abordam desde o uso de internet, dispositivos móveis e software de gestão financeira, até sistemas digitais para monitoramento de condição corporal e mobilidade do gado. 3) Inovações em Práticas de Gestão: alguns estudos, como o de Palhares, Afonso, Gameiro (2019) e Rosas e Sans (2023), focam em inovações nas práticas de gestão da lavoura e pecuária, incluindo gestão nutricional, de resíduos e de forragem.

Com relação aos métodos e metodologia, duas abordagens merecem ser destacadas, métodos quantitativos utilizando modelos estatísticos e econômicos, como o modelo de obstáculo duplo e Tobit (ARAYA, 2020), modelo probit multivariado (NKUBA et al., 2019) e modelagem econômica com teoria da utilidade esperada (ROSAS; SANS, 2023). Isso indica uma tendência de aplicação de métodos quantitativos rigorosos para analisar a adoção de tecnologias. Métodos qualitativos e Mistos (qualitativos-quantitativos): como o estudo de Camara et al. (2019) e Schillings; Bennett; Rose (2023), adotam abordagens qualitativas ou mistas, como análises qualitativas e quantitativas combinadas e estudos de caso com entrevistas semiestruturadas. Isso reflete a importância de entender as experiências e percepções dos produtores rurais.

Dos dezoito artigos encontrados, dois deles são artigos de revisão sistemática e um artigo de revisão narrativa. O Quadro 2, apresenta uma síntese desses artigos.

Quadro 2 – Síntese dos artigos de revisão narrativa e sistemática

Autores	Objetivo	Resultados	Insights	Limitações
CAPPER; ¹ WILLIAMS, 2023	Avaliar os impactos da sustentabilidade econômica e ambiental relacionados à saúde do gado e identificar lacunas de conhecimento e oportunidades para melhorar a sustentabilidade por meio da saúde do gado	Identificou a necessidade de padronizar metodologias para quantificar os impactos das doenças e a falta de dados consistentes sobre os impactos econômicos e ambientais da saúde do gado	Destacou a importância da melhoria da saúde do gado para rentabilidade e sustentabilidade, mas observou desafios em quantificar esses benefícios para os produtores devido à variabilidade nas consequências econômicas e impactos de GEE	Observou a falta de dados substanciais e metodologias consistentes para entender o verdadeiro impacto da saúde animal sobre GEE e sustentabilidade
BAHLO; DAHLHAUS, 2021	Determinar a disponibilidade e qualidade de conjuntos de dados públicos no domínio da pecuária extensiva na Austrália, e apresentar uma metodologia para avaliar conjuntos de dados	Identificou a falta de metodologias para seleção e avaliação da qualidade de conjuntos de dados na pecuária	Apresentou o potencial de conjuntos de dados públicos existentes para informar ferramentas de decisão de agricultura de precisão, destacando a adoção lenta dos princípios FAIR na agricultura em comparação com outras disciplinas	Encontrar conjuntos de dados relevantes devido à distribuição em vários catálogos com diferentes características de dados e metadados
MABHAUDHI; CHIBARABADA; SIKKA, 2023	Realizar uma revisão sistemática de escopo para identificar o status da pesquisa integrada de cultivo-pecuária nos sistemas de agricultura mista (MFS) do Sul Global	O foco dos estudos foram a África Subsaariana e Ásia, focando na produção agrícola, alimentos e rações por pequenos agricultores e produtividade do solo, com milho, ovelhas e gado	A pesquisa integrada de cultivo-pecuária abordou desafios como escassez de alimentos e rações, degradação da terra e mudanças climáticas, propondo várias estratégias para a melhoria dos MFS	A revisão foi limitada pelos termos de pesquisa pré-definidos e seleção de base de dados, potencialmente excluindo literaturas, especialmente trabalhos não publicados ou literatura cinzenta. A Ásia pode ter sido sub-representada.

Fonte: Dados da pesquisa.

¹ Revisão narrativa

Como pode ser observado no Quadro 2, percebe-se uma interconexão entre os temas de sustentabilidade, uso de dados e práticas agrícolas integradas. O estudo de Capper e Williams (2023) ressalta a importância de melhorar a saúde do gado para alcançar a sustentabilidade econômica e ambiental. Este aspecto é crucial, pois a saúde animal influencia diretamente a eficiência produtiva e o impacto ambiental, especialmente em termos de emissões de GEE. Contudo, a falta de metodologias padronizadas e dados consistentes é um obstáculo significativo. Esse desafio destaca a necessidade de uma abordagem mais sistemática e quantitativa para avaliar o impacto da saúde do gado, o que é vital para formular estratégias efetivas que equilibrem a rentabilidade e a sustentabilidade.

Por outro lado, Bahlo e Dahlhaus (2021) abordam a disponibilidade e qualidade de dados no setor de pecuária extensiva, um componente crítico para a implementação de práticas agrícolas precisas e informadas. A falta de metodologias para avaliar a qualidade dos dados e a lenta adoção dos princípios FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) na agricultura refletem uma área subdesenvolvida, mas de grande potencial. A integração eficiente de dados confiáveis e acessíveis pode impulsionar a tomada de decisões mais informada, aumentando a eficiência e a sustentabilidade na pecuária.

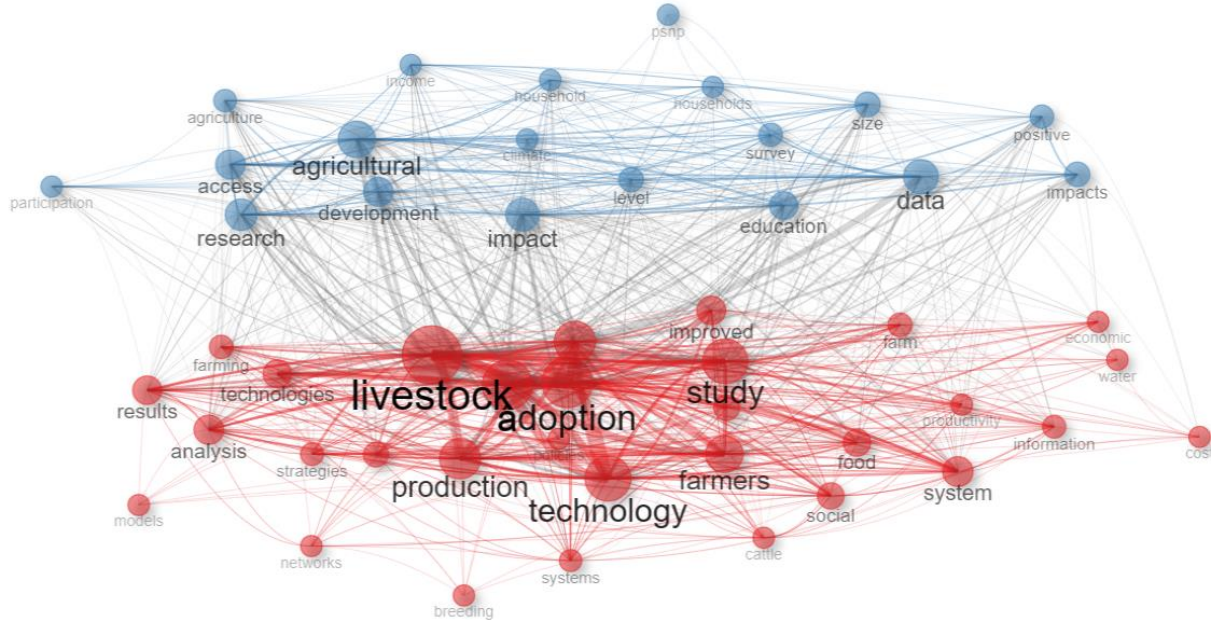
A integração pesquisada por Mabhaudhi, Chibarabada e Sikka (2023) focam na importância da pesquisa integrada em sistemas de agricultura mista, especialmente na África e Ásia. Eles identificam desafios como escassez de alimentos e degradação da terra, sugerindo que a integração de cultivo e pecuária pode ser uma estratégia chave para superar esses obstáculos. No entanto, a limitação em termos de escopo geográfico e a falta de inclusão de literatura cinzenta podem ter restringido a amplitude dos resultados. A necessidade de mais pesquisas que integrem cultivo e pecuária com a gestão de recursos naturais ressalta a importância de abordagens holísticas e multidisciplinares na agricultura.

Por tanto, torna-se evidente que a sustentabilidade no setor agrícola depende fortemente da sinergia entre a saúde animal, a eficiência do uso de recursos e a implementação de práticas agrícolas informadas por dados precisos e confiáveis. A saúde do gado não é apenas uma questão de bem-estar animal, mas também um fator crítico que influencia as emissões de GEE e a eficiência produtiva. Neste contexto, a disponibilidade de dados de alta qualidade, conforme discutido por Bahlo e Dahlhaus (2021), é fundamental para otimizar as práticas agrícolas e tornar a produção mais sustentável

A Figura 4 apresenta as inter-relações das palavras-chave e das palavras do resumo, deixando em destaque as palavras “livestock”, “adoption”, “technology” e “study”,

“agricultural”, “impact”, “production”, “farmers”, “education” e “data” estão no centro das inter-relações de todas as palavras.

Figura 4: Inter-relações das palavras-chave e do resumo dos artigos.



Fonte: Dados da pesquisa.

Os nós, representados por círculos, agrupam em duas cores principais: azul e vermelho. Nos nós em vermelho, os termos "livestock", "adoption", "production", "technology", e "farmers" são bastante proeminentes, sugerindo que esses são os conceitos centrais discutidos no contexto da figura. Isso implica uma forte relação entre a adoção de tecnologias na produção pecuária e o impacto que isso tem sobre os agricultores. Nos nós em azul, palavras como "agricultural", "data", "impact", e "education" são visíveis, o que pode indicar que os dados agrícolas e o impacto da educação são também temas importantes dentro deste contexto. As linhas mais grossas e a proximidade dos nós podem sugerir que esses conceitos estão mais frequentemente associados ou são mais relevantes no conjunto de dados.

As conexões entre os nós vermelhos e azuis indicam interações ou correlações entre os conceitos de tecnologia e produção com dados e educação agrícola. Por exemplo, isso pode refletir a ideia de que a adoção de novas tecnologias na pecuária está ligada à disponibilidade e análise de dados, assim como à educação dos agricultores.

Figura 5: Nuvem de palavras formadas com base nas palavras-chaves dos autores



Fonte: Dados da pesquisa.

As palavras maiores no centro, como "technology", "adoption", e "precision livestock farming", são especialmente destacadas, sugerindo que elas são temas centrais dos estudos. Enquanto as palavras como "livestock production", "social network analysis", "climate information", e "dairy economics" aparecem em tamanho moderado, indicando que esses são também conceitos relevantes, mas talvez com uma frequência menor ou com menos ênfase do que os termos centrais.

Por fim, foram identificados alguns gaps para futuras pesquisas. Esses gaps são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3: Gaps identificados e sugestões para pesquisas futuras nos artigos para pesquisas futuras.

Autores	Gaps identificados	Sugestões para pesquisas futuras
Araya, 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Efeito variado do programa em diferentes grupos de agricultores - Falta de análise do impacto de longo prazo do programa - Não explora a interação do programa com outras iniciativas de desenvolvimento 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar a variação do impacto do programa entre diferentes grupos de agricultores - Realizar estudos longitudinais sobre o impacto a longo prazo do programa nas práticas agrícolas sustentáveis - Analisar a integração do programa com outras iniciativas de desenvolvimento agrícola e sustentabilidade
Bahlo e Dahlhaus 2021	<ul style="list-style-type: none"> - Adoção lenta dos princípios FAIR na agricultura, especialmente na pecuária extensiva. - Falta de metodologias para 	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver e adaptar metodologias de avaliação de qualidade de dados específicas para a pecuária extensiva. - Melhorar ferramentas de busca

	<p>seleção e avaliação de qualidade de conjuntos de dados na pecuária.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dificuldades na busca de conjuntos de dados devido a resultados falsos positivos e limitações das capacidades de busca das APIs - Problemas de especificidade nos termos de busca, que podem levar à perda de conjuntos de dados relevantes - Necessidade de uma abordagem padronizada para catálogos de dados públicos para melhorar a busca e recuperação automatizada. 	<p>de conjuntos de dados para reduzir falsos positivos e melhorar a precisão</p> <ul style="list-style-type: none"> - Criar padrões de dados mais consistentes entre diferentes catálogos para facilitar a busca e a interoperabilidade. - Desenvolver métricas de FAIR específicas para o domínio da pecuária extensiva e agricultura em geral. - Avançar nos scripts de consulta de catálogos e integrá-los a aplicativos de suporte à decisão para a pecuária extensiva.
Bahru, 2021	<ul style="list-style-type: none"> - Não foi encontrada evidência de que a participação no PSNP melhorou a adoção de tecnologia, o tempo gasto na agricultura, o acesso ao nível de agregado familiar a serviços agrícolas ou o controle das mulheres sobre ativos agrícolas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recomenda-se integrar intervenções ao nível de agregado familiar, como aumentar o tamanho da transferência e a provisão de ativos produtivos que elevem a renda do agregado familiar acima de um limiar de ativos que permita o uso produtivo de ativos comunitários - Pesquisas com dados suficientes sobre as vias causais entre redes de segurança e agricultura.
Baudoin; Hogeveen; Wauters, 2021	<ul style="list-style-type: none"> - Políticas e estratégias para AMR frequentemente não são investigadas de maneira holística e sistemática, mas sim em disciplinas distintas e separadas - A adoção de novas tecnologias por agricultores pode ser influenciada por inúmeros fatores, e os processos de tomada de decisão são complexos e dependentes de contexto. - Existem desafios na identificação de bases adequadas para políticas e estratégias e na medição de impactos no contexto do AMR 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de mais pesquisas interdisciplinares que abordem o caráter comportamental do AMU e AMR, considerando a complexidade do sistema e os diversos atores envolvidos - Pesquisa sistemática interdisciplinar para avaliar o aspecto comportamental de decisões antimicrobianas em sistemas de produção pecuária, desenvolvendo soluções ou intervenções que abrangem várias disciplinas para aumentar a viabilidade geral. - Utilização de abordagens de design participativo (ou co-criação) para desenvolver soluções adaptadas ao contexto dos tomadores de decisão
Camara et al., 2019	<ul style="list-style-type: none"> - Análise complementar entre abordagens estatísticas e narrativas para desvendar determinantes complexos de conflitos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisa mais aprofundada para identificar fatores cruciais na participação, utilizando uma abordagem que combine métodos estatísticos e narrativos, focando em componentes distintos do comportamento humano sob análise
Capper; Williams, 2023	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de quantificação precisa dos impactos - Variação significativa nos impactos das doenças bovinas - Variação significativa nos 	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver metodologias para quantificar impactos econômicos, ambientais e sociais - Realizar estudos comparativos em diferentes sistemas e condições

	<p>impactos das doenças bovinas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Importância da comunicação eficaz e compreensão das percepções dos produtores 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar estratégias de comunicação e explorar percepções dos produtores
Drewry et al., 2019	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de compreensão e oportunidades de treinamento - Desafios na compatibilidade entre diferentes tecnologias - Infraestrutura local inadequada e acesso limitado à internet 	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver programas de educação e treinamento para agricultores - Investigar soluções para melhorar a interoperabilidade na agricultura - Explorar soluções para melhorar o acesso à internet em áreas rurais
Filippini et al., 2020	<ul style="list-style-type: none"> - Menor influência de fatores socioeconômicos na adoção de tecnologia - Menor influência dessas redes na adoção de smartphones - Foco limitado a uma área específica 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar mais profundamente o impacto das características socioeconômicas na adoção de tecnologia - Explorar como otimizar redes de mercado e troca de informações para apoiar a inovação tecnológica - Ampliar a análise para diferentes áreas geográficas e contextos agrícolas
Mabhaudhi; Chibarabada; Sikka, 2023	<ul style="list-style-type: none"> - Pouca literatura sobre a integração de sistemas de cultivo e pecuária. - Falta de pesquisa sobre inovações em gestão de recursos naturais. - Potencial não explorado dos Serviços e Sistemas de Uso Múltiplo de Água (MUS) 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisar integrações escaláveis em diferentes agroecologias - Explorar inovações que podem ser aplicadas em MFS - Investigar como as estratégias de MFS respondem a diferentes estratégias de gestão de água - Avaliar como MUS pode aumentar a produtividade em MFS
Moessinger; Troost; Berger, 2022	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade de quantificar rigorosamente os benefícios da modelagem interativa MP - Desafios na implementação de interfaces acessíveis para modelagem interativa - Necessidade de pesquisa sobre a integração de modelos de otimização em FMIS e aplicativos 	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar estudos experimentais de campo - Desenvolver interfaces de usuário-modelo mais acessíveis e de baixo custo - Investigar a incorporação de modelos em FMIS e aplicativos de planejamento inteligente
Nkuba et al., 2019	<ul style="list-style-type: none"> - Influência diferenciada de IFs e SFs na criação sedentária e móvel - Efeito negativo de previsões de curto alcance em IFs na migração de gado - Necessidade de entender como as previsões climáticas são integradas a outras estratégias de adaptação 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar o impacto específico de IFs e SFs em diferentes formas de criação - Explorar as causas e implicações do efeito negativo de previsões de curto alcance - Analisar a integração de previsões climáticas com diversas estratégias de adaptação
Oriana et al., 2021	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa adoção de tecnologias reprodutivas entre pequenos produtores - Homogeneidade comportamental e falta de novas informações - Alta variação na influência e controle da informação entre os agricultores 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta variação na influência e controle da informação entre os agricultores - Explorar a dinâmica de comunicação na rede para promover a disseminação de tecnologias - Analisar as estruturas de rede e o impacto das posições na adoção de tecnologias
Ouya et al., 2023	<ul style="list-style-type: none"> - Maior proporção de mulheres 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar barreiras enfrentadas

	<ul style="list-style-type: none"> entre os não adotantes - Correlação entre educação mais alta e adoção de tecnologia - Maior participação de adotantes em grupos de agricultura 	<ul style="list-style-type: none"> por mulheres na adoção de tecnologias - Explorar o impacto da educação na adoção de tecnologias agrícolas - Examinar o papel dos grupos de agricultura na adoção de tecnologias
Palhares; Afonso; Gameiro, 2019	<ul style="list-style-type: none"> - Implementação prática de ferramentas de cobrança de água na pecuária - Análise detalhada dos impactos ambientais e sociais das melhores práticas - Generalização dos resultados para diversos sistemas de produção de gado 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar estratégias para aplicar ferramentas de cobrança de água - Estudar os impactos ambientais e sociais da adoção de melhores práticas - Explorar a adaptação de práticas em diferentes sistemas de produção de gado
Rosas; Sans, 2023	<ul style="list-style-type: none"> - Foco limitado na irrigação suplementar - Falta de quantificação da redução da volatilidade dos lucros nos processos de decisão - Análise limitada das preferências de risco dos agricultores 	<ul style="list-style-type: none"> - Explorar impacto de diferentes tecnologias de redução de risco em diversos sistemas agrícolas - Investigar impacto da quantificação da volatilidade nos processos de decisão de investimento - Estudar preferências de risco entre diferentes grupos de agricultores
Schillings; Bennett; Rose, 2023	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de estratégias eficazes para gerenciar expectativas e relacionamentos - Importância do suporte e treinamento adequados, mas falta de detalhes sobre estruturação - Reconhecimento da importância da participação, mas falta de análise profunda do seu impacto 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar estratégias para gerenciar expectativas e relacionamentos no desenvolvimento de DLTs - Desenvolver programas de treinamento e suporte específicos para usuários de DLTs - Realizar estudos longitudinais sobre o impacto da participação na adoção de DLTs
Tilahun; Bantider; Yayeh, 2023	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de detalhamento sobre o impacto de tecnologias específicas de CSA - Influência não explorada de variáveis socioeconômicas e demográficas na adoção de CSA - Falta de comparação entre CSA e práticas agrícolas tradicionais 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar o impacto de tecnologias de CSA específicas no bem-estar das famílias - Analisar como variáveis socioeconômicas e demográficas afetam a adoção de CSA - Comparar a adoção de CSA com práticas agrícolas tradicionais em sistemas de subsistência
Worden et al., 2022	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de detalhamento na valoração de benefícios ambientais e privados de forma individualizada - Papel da comunicação e do marketing na adoção de práticas sustentáveis não explorados em profundidade - Foco limitado na pecuária sem explorar outras áreas da agricultura 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudar a disposição de pagar por benefícios ambientais e privados separadamente - Investigar estratégias de comunicação e marketing para promover a adoção de práticas sustentáveis - Explorar a aplicação de achados em outras áreas da agricultura

Fonte: Dados da pesquisa.

5 CONCLUSÕES

Este estudo representa um passo significativo no entendimento das práticas e metodologias empregadas em pesquisas sobre a adoção de tecnologias na pecuária de gado de corte, um setor crucial para a economia e segurança alimentar, especialmente em países como o Brasil. A pecuária é uma fonte importante de GEE, e inovações tecnológicas como sistemas de gestão de resíduos circulares e raças de gado de alto rendimento mostraram-se promissoras na redução dessas emissões. A adoção dessas tecnologias não é apenas uma questão ambiental, mas também representa uma oportunidade econômica, principalmente para um grande produtor de alimentos como o Brasil.

A revisão sistemática realizada neste estudo, baseada nas bases de dados Scopus e Web of Science utilizando o protocolo PRISMA, revelou uma variedade de métodos e tecnologias adotados globalmente. Ficou evidente a importância da pecuária de precisão e de inovações em práticas de gestão, assim como a necessidade de métodos quantitativos e qualitativos para compreender as experiências e percepções dos produtores rurais. Um aspecto crítico destacado é a baixa adoção de algumas tecnologias mitigadoras de GEE, devido a barreiras como acesso limitado a crédito, recursos e informação. Essa constatação enfatiza a importância de compreender as decisões dos pecuaristas sobre a adoção de tecnologias, para fomentar um ambiente propício ao avanço da sustentabilidade na pecuária de gado de corte.

Em termos de pesquisa futura, identificaram-se lacunas significativas que precisam ser abordadas. Estas incluem a necessidade de metodologias padronizadas e dados consistentes para avaliar o impacto da saúde do gado nas emissões de GEE e eficiência produtiva, a integração eficiente de dados confiáveis e acessíveis para otimizar as práticas agrícolas e tornar a produção mais sustentável, e a importância da pesquisa integrada em sistemas de agricultura mista para superar desafios como escassez de alimentos e degradação da terra.

Em conclusão, este estudo oferece insights valiosos e direciona o foco para áreas críticas que necessitam de mais atenção na pesquisa. A promoção de tecnologias sustentáveis na pecuária de gado de corte é fundamental para atingir objetivos ambientais e econômicos, especialmente em um contexto global que busca equilibrar a produção de alimentos com a sustentabilidade ambiental.

Com os resultados encontrados neste estudo, apresenta-se algumas sugestões para futuras pesquisas. Como a realização de pesquisas voltada a adoção da pecuária de precisão e

a novos produtos para a nutrição dos gados. Destaca-se também as limitações de pesquisa, dado que este estudo teve um escopo limitado, abrangendo apenas as tecnologias adotadas na pecuária de gado de corte.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. G.; ALVES, F. V. Diretrizes Técnicas para Produção de Carne com Baixa Emissão de Carbono Certificada em pastagens Tropicais: Carne Baixo Carbono (CBC). **Embrapa Gado de Corte**, n. 1, p. 40, 2020.

ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A. Carne carbono neutro: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos. **Embrapa Gado de Corte**, n. 1, p. 32, 2015.

ARAYA, G. B. **Impact of Ethiopia's productive safety net program on manure use by rural households: Evidence from Tigray, Northern Ethiopia**. **AGRICULTURAL ECONOMICS** 111 RIVER ST, HOBOKEN 07030-5774, NJ USA WILEY, , set. 2020.

BAHLO, C.; DAHLHAUS, P. **Livestock data – Is it there and is it FAIR? A systematic review of livestock farming datasets in Australia**. **Computers and Electronics in Agriculture** Elsevier B.V., , 2021. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85111927884&doi=10.1016%2fj.compag.2021.106365&partnerID=40&md5=d0391380c45173c1a271c83587ba1e3d>>

BAHRU, B. A.; ZELLER, M. **Gauging the impact of Ethiopia's productive safety net programme on agriculture: Application of targeted maximum likelihood estimation approach**. **JOURNAL OF AGRICULTURAL ECONOMICS** 111 RIVER ST, HOBOKEN 07030-5774, NJ USA WILEY, , fev. 2022.

BARCELLOS, A. O.; VILELA, L.; LUPINACCI, A. V. Desafios da Pecuária de Corte a Pasto na Região do Cerrado. **Embrapa Cerrados**, n. 1, p. 40, 2001.

BAUDOIN, F.; HOGEVEEN, H.; WAUTERS, E. **Reducing Antimicrobial Use and Dependence in Livestock Production Systems: A Social and Economic Sciences Perspective on an Interdisciplinary Approach**. **FRONTIERS IN VETERINARY SCIENCE** AVENUE DU TRIBUNAL FEDERAL 34, LAUSANNE, CH-1015, SWITZERLAND FRONTIERS MEDIA SA, , 18 mar. 2021.

CAMARA, Y. et al. **Determinants of breeders' participation to an indigenous cattle breeding program**. **AGRONOMY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT** 22 RUE DE PALESTRO, PARIS, 75002, FRANCE SPRINGER FRANCE, , out. 2019.

CAMPBELL, A.; KING, A. Choosing Sustainability: Decision Making and Sustainable Practice Adoption with Examples from US Great Plains Cattle Grazing Systems. **ANIMALS**, v. 12, n. 3, fev. 2022.

CAPPER, J. L.; WILLIAMS, P. **Investing in health to improve the sustainability of cattle production in the United Kingdom: A narrative review**. **VETERINARY JOURNAL** THE BOULEVARD, LANGFORD LANE, KIDLINGTON, OXFORD OX5 1GB, OXON,

ENGLANDELSEVIER SCI LTD, , jul. 2023.

CARRER, M. et al. Assessing the effectiveness of rural credit policy on the adoption of integrated crop-livestock systems in Brazil. **LAND USE POLICY**, v. 92, mar. 2020.

DE AZEVEDO, T. R. et al. SEEG initiative estimates of Brazilian greenhouse gas emissions from 1970 to 2015. **Scientific Data**, v. 5, n. 1, p. 180045, 29 maio 2018.

DE MELLO BRANDÃO VINHOLIS, M. et al. The effect of meso-institutions on adoption of sustainable agricultural technology: A case study of the Brazilian Low Carbon Agriculture Plan. **Journal of Cleaner Production**, v. 280, p. 124334, jan. 2021.

DIAS-FILHO, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 243–252, 2011.

DILL, M. D. et al. Technologies that affect the weaning rate in beef cattle production systems. **Tropical Animal Health and Production**, v. 47, n. 7, p. 1255–1260, out. 2015.

DREWRY, J. L. et al. **Assessment of digital technology adoption and access barriers among crop, dairy and livestock producers in Wisconsin. Computers and Electronics in Agriculture** Elsevier B.V., , 2019. Disponível em:
 <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85070798053&doi=10.1016%2fj.compag.2019.104960&partnerID=40&md5=41d6c30400e3168137b7e3e73bffca9>>

FAO. Agricultural production statistics 2000–2020. **Agricultural production statistics 2000–2020**, FAOSTAT ANALYTICAL BRIEF 41. p. 17, 2022.

FILIPPINI, R. et al. **Social Networks as Drivers for Technology Adoption: A Study from a Rural Mountain Area in Italy. SUSTAINABILITY** ST ALBAN-ANLAGE 66, CH-4052 BASEL, SWITZERLAND MDPI, , nov. 2020.

GERBER, P.; MOTTET, A.; OPIO, C.; FALCUCCI, A.; TEILLARD, F. **Environmental impacts of beef production: Review of challenges and perspectives for durability.** *Meat Science*, v. 109, p. 2-12, 2015.

GÓMEZ-SANABRIA, A. et al. Potential for future reductions of global GHG and air pollutants from circular waste management systems. **Nature Communications**, v. 13, n. 1, p. 106, 10 jan. 2022.

GREENWOOD, P. Review: An overview of beef production from pasture and feedlot globally, as demand for beef and the need for sustainable practices increase. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 2021.

GROHER, T.; HEITKÄMPER, K.; UMSTÄTTER, C. Digital technology adoption in livestock production with a special focus on ruminant farming. **Animal**, v. 14, n. 11, p. 2404–2413, 2020.

HAWKINS, J. W. et al. High-yield dairy cattle breeds improve farmer incomes, curtail greenhouse gas emissions and reduce dairy import dependency in Tanzania. **Nature Food**, v. 3, n. 11, p. 957–967, nov. 2022.

HAY, R.; PEARCE, P. Technology adoption by rural women in Queensland, Australia: Women driving technology from the homestead for the paddock. **Journal of Rural Studies**, v. 36, p. 318–327, out. 2014.

HOCQUETTE, J.; CHATELLIER, V. Prospects for the European beef sector over the next 30 years. **Animal Frontiers**, v. 1, p. 20-28, 2011.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 20 ago. 2023.

MABHAUDHI, T.; CHIBARABADA, T. P.; SIKKA, A. **Status of integrated crop-livestock research in the mixed farming systems of the Global South: a scoping study**. **FRONTIERS IN SUSTAINABLE FOOD SYSTEMS** AVENUE DU TRIBUNAL FEDERAL 34, LAUSANNE, CH-1015, SWITZERLAND FRONTIERS MEDIA SA, , 27 set. 2023.

MEISSNER, H.; SCHOLTZ, M.; ENGELBRECHT, F. **Sustainability of the South African Livestock Sector towards 2050**. Part 2: Challenges, changes and required implementations. *South African Journal of Animal Science*, v. 43, p. 298-319, 2014.

MOESSINGER, J.; TROOST, C.; BERGER, T. **Bridging the gap between models and users: A lightweight mobile interface for optimized farming decisions in interactive modeling sessions**. **AGRICULTURAL SYSTEMS** THE BOULEVARD, LANGFORD LANE, KIDLINGTON, OXFORD OX5 1GB, OXON, ENGLAND ELSEVIER SCI LTD, , jan. 2022.

NKUBA, M. et al. **The effect of climate information in pastoralists' adaptation to climate change A case study of Rwenzori region, Western Uganda**. **INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATE CHANGE STRATEGIES AND MANAGEMENT** HOWARD HOUSE, WAGON LANE, BINGLEY BD16 1WA, W YORKSHIRE, ENGLAND EMERALD GROUP PUBLISHING LTD, , 2019.

ONU. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>>, <<https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em: 21 ago. 2023.

ORIANA, V.-M. et al. **The Importance of Network Position in the Diffusion of Agricultural Innovations in Smallholders of Dual-Purpose Cattle in Mexico**. **LANDST ALBAN-ANLAGE 66, CH-4052 BASEL, SWITZERLAND** MDPI, , abr. 2021.

OUYA, F. O. et al. **Impacts of climate-resilient push–pull technology on farmers' income in selected counties in Kenya and Tanzania: propensity score matching approach**. **Agriculture and Food Security** BioMed Central Ltd, , 2023. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85161347220&doi=10.1186%2fs40066-023-00418-4&partnerID=40&md5=3723d3d7d498b197dca50562b074b7d3>>

PAGE, M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **Systematic Reviews**, v. 10, n. 1, p. 89, 29 mar. 2021.

PALHARES, J. C. P.; AFONSO, E. R.; GAMEIRO, A. H. **Reducing the water cost in livestock with adoption of best practices. Environment, Development and Sustainability** Springer Netherlands, , 2019.

PEREIRA, C. H. et al. Grazing supplementation and crop diversification benefits for southern Brazil beef: A case study. **Agricultural Systems**, v. 162, p. 1–9, 1 maio 2018.

ROSAS, F.; SANS, M. **Quantifying the value to the farmer from adopting climate risk-reducing technologies. MITIGATION AND ADAPTATION STRATEGIES FOR GLOBAL CHANGE** VAN GODEWIJCKSTRAAT 30, 3311 GZ DORDRECHT, NETHERLANDS SPRINGER, , ago. 2023.

SCHILLINGS, J.; BENNETT, R.; ROSE, D. C. **Managing end-user participation for the adoption of digital livestock technologies: expectations, performance, relationships, and support. Journal of Agricultural Education and Extension** Routledge, , 2023. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85152033603&doi=10.1080%2f1389224X.2023.2192697&partnerID=40&md5=5bcd2f7cf3eb2b6e2d02aeff0169fa86>>

TEKLU, A.; SIMANE, B.; BEZABIH, M. Multiple adoption of climate-smart agriculture innovation for agricultural sustainability: Empirical evidence from the Upper Blue Nile Highlands of Ethiopia. **Climate Risk Management**, v. 39, p. 100477, 1 jan. 2023.

TILAHUN, G.; BANTIDER, A.; YAYEH, D. **Analyzing the Impact of Climate-Smart Agriculture on Household Welfare in Subsistence Mixed Farming System: Evidence from Geshy Watershed, Southwest Ethiopia. GLOBAL SOCIAL WELFARE** GEWERBESTRASSE 11, CHAM, CH-6330, SWITZERLAND SPRINGER INT PUBL AG, , 17 mar. 2023.

TZANIDAKIS, C. et al. Precision Livestock Farming Applications (PLF) for Grazing Animals. **Agriculture**, v. 13, n. 2, p. 288, 25 jan. 2023.

UNFCCC. **The Glasgow Climate Pact – Key Outcomes from COP26 | UNFCCC**. Disponível em: <<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-glasgow-climate-pact-key-outcomes-from-cop26>>. Acesso em: 13 nov. 2023.

VINHOLIS, M. et al. The effect of meso-institutions on adoption of sustainable agricultural technology: A case study of the Brazilian Low Carbon Agriculture Plan. **JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION**, v. 280, 20 jan. 2021.

WORDEN, D. et al. **The effects of bundling on livestock producers' valuations of environmentally friendly traits available through genomic selection. CANADIAN JOURNAL OF AGRICULTURAL ECONOMICS-REVUE CANADIENNE D'AGROECONOMIE** 111 RIVER ST, HOBOKEN 07030-5774, NJ USA WILEY, , dez. 2022.

XU, X. et al. Global greenhouse gas emissions from animal-based foods are twice those of plant-based foods. **Nature Food**, v. 2, n. 9, p. 724–732, set. 2021.