

Aurum
EDITORA

SABERES DO CAMPO:

INTERFACES MULTIDISCIPLINARES EM
CIÊNCIAS AGRÁRIAS



ORGANIZAÇÃO
AURUM EDITORA

Aurum
EDITORA

SABERES DO CAMPO:

INTERFACES MULTIDISCIPLINARES EM
CIÊNCIAS AGRÁRIAS



ORGANIZAÇÃO
AURUM EDITORA

AURUM EDITORA LTDA - 2025
Curitiba – Paraná - Brasil

EDITOR CHEFE

Lucas Gabriel Vieira Ewers

ORGANIZADOR DO LIVRO

Aurum Editora Ltda

EDIÇÃO DE TEXTO

Stefanie Vitoria Garcia de Bastos

EDIÇÃO DE ARTE

Aurum Editora Ltda

IMAGENS DA CAPA

Freepik, Canva.

BIBLIOTECÁRIA

Bruna Heller

ÁREA DE CONHECIMENTO

Ciências Agrárias

Copyright © Aurum Editora Ltda

Texto Copyright © 2025 Os Autores

Edição Copyright © 2025 Aurum Editora
Ltda



Este trabalho está licenciado sob uma
licença Creative Commons Attribution-
NonCommercial-NoDerivatives
4.0 International License.

A responsabilidade pelo conteúdo, precisão e veracidade dos dados apresentados neste texto é inteiramente do autor, não refletindo necessariamente a posição oficial da Editora. O trabalho pode ser baixado e compartilhado, desde que o crédito seja dado ao autor, mas não é permitida a modificação do conteúdo de qualquer forma ou seu uso para fins comerciais.

Todos os manuscritos passaram por uma avaliação duplo-cega, realizada pelos membros do Conselho Editorial, e foram aprovados para publicação com base em critérios de imparcialidade e objetividade acadêmica.

A Aurum Editora se compromete a manter a integridade editorial em todas as fases do processo de publicação, prevenindo plágio, dados ou resultados fraudulentos, e assegurando que interesses financeiros não afetem os padrões éticos da publicação. Qualquer suspeita de má conduta científica será verificada com atenção aos princípios éticos e acadêmicos.

CORPO EDITORIAL

Adicélia Rodrigues Souza - Graduada em Letras pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Adriano Rosa da Silva - Mestre em História Social pela Universidade Federal Fluminense.

Alessandro Sathler Leal da Silva - Doutor em Educação pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Alex Lourenço dos Santos - Doutorando em Geografia pela Universidade Federal de Catalão.

Aline Borba Alves - Mestra em Educação pela Universidade Estadual do Maranhão.

Amanda Pereira Moreira - Mestra em Letras pela Universidade Federal de Lavras.

Antonio Ismael Lopes de Sousa - Doutorando em Linguística e Literatura pela Universidade Federal do Norte do Tocantins.

Ayla de Jesus Moura - Mestra em Educação Física pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Bárbara Silvestre da Silva Pereira - Doutoranda em Enfermagem e Biociências pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

Bianca Martins Knap - Mestranda em Direito Econômico e Desenvolvimento pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Camila Aparecida da Silva Albach - Doutoranda em Ciências Sociais Aplicadas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Carina Mandler Schmidmeier - Mestranda em Direito pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Carlos Adriano Martins - Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul.

Carolline Nunes Lopes - Mestra em Psicologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Cláudio Alberto de Sá Quirino - Mestre profissional em Administração Pública (PROFIAP) pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Damião Evangelista Rocha - Doutorando em Saúde e Desenvolvimento Humano pela Universidade La Salle - Canoas.

Daniel da Rocha Silva - Mestre em Letras pela Universidade Federal de Sergipe.

Daniel Rodrigues de Lima - Mestre em História pela Universidade Federal do Amazonas.

Diego Emanuel Veis Bentancourt - Mestre em Educação pela Universidade Federal de Santa Maria.

Diego Pinto de Oliveira - Mestre em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal de Alfenas.

Elberto Teles Ribeiro - Mestrando em Geografia pela Universidade Federal da Grande Dourados.

Equiton Lorengian Grégio - Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal da Fronteira Sul.

Evaldo Batista Mariano Júnior - Doutorando em Educação pela Universidade de Uberaba.

Fábio Henrique de Souza Lacerda - Mestre em Educação pela Universidade do Estado de Mato Grosso.

Fabio José Antonio da Silva - Doutor em Educação Física pela Universidade Estadual de Londrina.

Fabricio do Nascimento Moreira - Doutorando em Administração pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Felipe Antônio da Silva - Graduado em Direito pelo Centro Universitário Unihorizontes.

Flávia Maria Silva Brito - Doutora em Recursos Florestais pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

Flávio Roberto Chaddad - Mestre em Educação Escolar pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

Francisco Samuel Laurindo de Lima - Graduado em Licenciatura em Pedagogia pela Universidade Estadual do Ceará.

Francisco Welton Machado - Editor Independente - Graduado em Geografia pela Universidade Estadual do Piauí.

Gabriella de Moraes - Doutora em Direito pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Gleyson Martins Magalhães Reymão - Mestre Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação pelo Instituto Federal do Pará.

Glicerinaldo de Sousa Gomes - Doutorando em Educação pela Universidade Federal da Paraíba.

Gustavo Boni Minetto - Mestrando em Educação, Linguagens e Tecnologia pela Universidade Estadual de Goiás.

Gutemberg Rapôso da Silva Ferreira - Mestre em Linguística pela Universidade Federal do Tocantins de Porto Nacional.

João Vitor Silva Almeida - Graduado em Gestão de Cooperativas pela Universidade Federal do Tocantins.

Joelson Lopes da Paixão - Doutorando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Maria.

Joice Marisa Görden Junqueira - Mestranda em Educação pela Universidade La Salle - Canoas.

José Bruno Martins Leão - Doutor em Sistema Constitucional de Garantia de Direitos pela Instituição Toledo de Ensino.

José Carlos dos Santos Silva - Mestrando em Educação Física pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

José Cláudio da Silva Júnior - Mestrando em Ciências da Saúde pela Universidade de Pernambuco.

José Henrique Rodrigues Machado - Doutor em Ciências Sociais - Programa de Performances Culturais, pela Universidade Federal de Goiás.

José Leonardo Diniz de Melo Santos - Mestre em Educação, Culturas e Identidades pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.

José Marciel Araújo Porcino - Graduado em Pedagogia pela Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Brasil.

José Neto de Oliveira Felipe - Doutorando em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade de Passo Fundo.

José Ronaldo de Freitas Machado - Mestre em Educação pela Universidade de Uberaba.

Jungley de Oliveira Torres Neto - Doutor em Ciência da Religião pela Universidade Federal de Juiz de Fora.

Karyne Oliveira Coelho - Doutora em Ciência Animal pela Universidade Federal de Goiás.

Layse da Silva Vieira - Mestranda em Vigilância em Saúde pela Universidade Iguaçu.

Lidiana da Cruz Pereira - Doutora em Educação pela Universidade do Vale do Itajaí.

Lidiane Álvares Mendes - Doutoranda em Estudos de Cultura Contemporânea pela Universidade Federal de Mato Grosso.

Luan Brenner da Costa - Editor Independente - Graduado em Enfermagem pela Fundação Herminio Ometto.

Lucas Matheus Araujo Bicalho - Mestrando em Historia pela Universidade Estadual de Montes Claros, UNIMONTES, Brasil.

Lucia Helena Santana Ferreira - Doutoranda em Direito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

Luciano Victor da Silva Santos - Mestrando em Hotelaria e Turismo pela Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Brasil.

Luzia Eleonora Rohr Balaj - Doutoranda em Música pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

Magno Fernando Almeida Nazaré - Mestre em Educação Profissional e Tecnológica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão.

Maiara Martins Doná - Mestra em Educação pela Universidade de Sorocaba.

Maickon Willian de Freitas - Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

Maikon Luiz Mirkoski - Mestre Profissional em Matemática em Rede Nacional pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Mailson Moreira dos Santos Gama - Doutorando em História pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Marcelo Bustamante Chilingue - Doutorando em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Marcelo Carvalho da Conceição - Doutor em Biologia Estrutural e Funcional pela Universidade Federal de São Paulo.

Marcos Scarpioni - Doutorando em Ciência da Religião pela Universidade Federal de Juiz de Fora.

Maria da Luz Olegário - Doutora em Educação pela Universidade Federal da Paraíba.

Maria Nazaré Lopes Baracho - Doutoranda em Odontologia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus JK.

Marilha da Silva Bastos - Mestranda em Educação Brasileira pela Universidade Federal do Ceará.

Marinely Aparecida Clemente - Mestra em Direito pela Universidade do Oeste de Santa Catarina.

Mario Marcos Lopes - Doutorando em Educação pela Universidade Federal de São Carlos.

Marlon Messias Santana Cruz - Doutor em Memória: Linguagem e Sociedade pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Michael Douglas Alves dos Santos - Mestrando em Educação, Cultura e Territórios Semiáridos pela Universidade do Estado da Bahia.

Mirna Liz da Cruz - Editora Independente - Graduada em Odontologia pela Universidade Federal de Goiás.

Natan Gomes dos Santos - Graduado em Biomedicina pela Faculdade Madre Thais.

Newton Ataíde Meira - Mestrando em Desenvolvimento Social pela Universidade Estadual de Montes Claros.

Plinio da Silva Andrade - Mestrando em Ciências da Educação pela Universidade Leonardo Da Vinci.

Rafael José Kraisch - Doutorando em Neurociências pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Romário Silva Ribeiro - Doutorando em Educação pela Christian Business School.

Ryan Dutra Rodrigues - Editor Independente - Graduado em Psicologia pelo Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas.

Samuel Francisco Rabelo - Doutorando em Direitos Humanos pela Universidade Tiradentes.

Sebastião Lacerda de Lima Filho - Doutorando em Medicina Translacional pela Universidade Federal do Ceará.

Silvana Maria Aparecida Viana Santos - Mestra em Tecnologias Emergentes em Educação pela MUST University.

Silvio de Almeida Junior - Doutor em Promoção de Saúde pela Universidade de Franca.

Stefany Reis Marquioli - Mestra em História Social pela Universidade Estadual de Montes Claros.

Suely Maria da Silva - Mestra em Gestão Pública Para o Desenvolvimento do Nordeste pela Universidade Federal de Pernambuco.

Swelen Freitas Gabarron Peralta - Doutoranda em Educação pela Universidade Tuiuti do Paraná.

Talita Benedcta Santos Künast - Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia pela Universidade Federal de Mato Grosso.

Tályta Carine da Silva Saraiva - Mestra em Agronomia pela Universidade Federal do Piauí.

Thiago Silva Prado - Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Maringá.

Vinicius Valim Pereira - Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá, UEM, Brasil.

Wilson Moura - Doutor em Psicologia pela Christian Business School.

Yohans de Oliveira Esteves - Doutor em Psicologia pela Universidade Salgado de Oliveira.

Zaqueu Henrique de Souza - Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Jataí.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S115

Saberes do Campo [recurso eletrônico] : Interfaces Multidisciplinares em Ciências Agrárias / organização: Aurum Editora. – Curitiba, PR: Aurum Editora, 2026.
Dados eletrônicos (1 PDF).

ISBN 978-65-83849-91-5

1. Ciências agrárias. 2. Produção agrícola.
3. Desenvolvimento sustentável. 4. Inovação tecnológica. 5. Desenvolvimento rural. I. Aurum Editora. II. Título.

CDU 63

Catálogo na fonte: Bruna Heller (CRB10/2348)

Índices para catálogo sistemático:

1 Ciências agrárias 63

Aurum Editora Ltda
CNPJ: 589029480001-12
contato@aurumeditora.com
(41) 98792-9544
Curitiba - Paraná

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Aurum Editora DECLARA, para fins de direitos, obrigações e aspectos legais ou metodológicos, que:

Esta publicação representa apenas uma transferência temporária dos direitos autorais, conferindo o direito de publicação e reprodução dos materiais. A Editora não assume responsabilidade pela autoria dos manuscritos publicados, conforme as disposições da Lei de Direitos Autorais (Lei 9610/98), do art. 184 do Código Penal e do art. 927 do Código Civil. O(s) autor(es) são exclusivamente responsáveis por garantir a conformidade com as questões de direitos autorais e outros aspectos legais, isentando a Editora de quaisquer responsabilidades civis, administrativas ou criminais que possam ocorrer.

Autoriza-se a **DIVULGAÇÃO DO TRABALHO** pelo(s) autor(es) em palestras, cursos, eventos, programas de mídia e televisão, desde que o devido reconhecimento da autoria e edição seja dado, sem fins comerciais, e que os **CRÉDITOS** à Aurum Editora sejam devidamente apresentados. A omissão ou exclusão dessas informações será de responsabilidade do(s) autor(es) e da editora.

Todos os e-books são de acesso aberto, portanto, não devem ser vendidos em sites, plataformas de comércio eletrônico ou qualquer outro meio, seja virtual ou físico. Assim, não há transferência de direitos autorais para os autores, uma vez que o formato não gera outros direitos além dos usos didáticos e publicitários da obra, a qual pode ser acessada a qualquer momento.

Todos os membros do Conselho Editorial atuam de forma voluntária, sendo graduados ou pós-graduados em suas respectivas áreas.

A Aurum Editora não autoriza a venda ou compartilhamento dos nomes, e-mails e quaisquer outros dados pessoais dos autores, exceto para a divulgação desta obra, em conformidade com o Marco Civil da Internet, a Lei Geral de Proteção de Dados e a Constituição da República Federativa.

DECLARAÇÃO DO AUTOR

O autor deste trabalho DECLARA, para os fins seguintes, que:

Não possui nenhum interesse comercial que possa gerar conflito em relação ao conteúdo publicado;

Declara ter se envolvido ativamente na elaboração do manuscrito, preferencialmente nas seguintes etapas: Desenvolvimento do estudo, e/ou coleta de dados, e/ou análise e interpretação dos dados, redação do artigo ou revisão para garantir a relevância intelectual do material e aprovação final do manuscrito para envio;

Certifica que o texto publicado está completamente livre de dados falsificados ou resultados fraudulentos, bem como de falhas relacionadas à autoria;

Confirma que fez a citação correta e a devida referência a todos os dados e interpretações oriundas de outras pesquisas;

Reconhece que todas as fontes de financiamento que possam ter sido recebidas para a realização da pesquisa foram devidamente declaradas;

Autoriza a edição do trabalho, incluindo registros de catálogo, ISBN, DOI e outros indexadores, design gráfico e criação de capa, layout interno, além do lançamento e divulgação de acordo com os critérios estabelecidos pela Aurum Editora.

AUTORES

Alessandro Fernandes da Rosa
Ana Beatriz Melém Castelo
Andrisley Joaquim da Silva
Brenda Raiane Lopes do Nascimento
Bruna Fernandes Machado
Cássio Parkuts Schisler
Clarissa Ramos Rodrigues
Cristiane Matos da Silva
Cristiano Luiz Massignani
Dandara Elisa Gaieski
Deborah Amorim Martins
Diego Oliveira Ribeiro
Dilcha Arlete Gonçalves Manso
Edson Roberto Bueno
Eduarda Coraça
Eduarda Proença de Oliveira
Equiton Lorengian Grégio
Érica Dambros de Moura Bueno
Fabielly de Jesus Depra Santos
Filipe Silva Liá
Francisco Manuel Júnior
Geovana Oliveira Araújo
Gildomar Alves dos Santos
Glicélia Pereira Silva
Henrique de Souza Lima Júnior
Jonathan dos Santos Viana
Jonathan Goularte Silva
José Antônio Rodrigues Nogueira
José Francisco de Moura Júnior

Júlia Lino Nunes
Kalyne Pereira Miranda Nascimento
Kauã Ferreira Bonfim Santos
Leanne Teles Pereira
Luciana Pötter
Luiz Leonardo Ferreira
Manuela Xavier Chaves
Maraiza Batista Borges
Marcos Antonio Negreiros Dias
Marcus Danyllo de Souza Araújo
Maria Jeremias Jossene
Mariana Thereza Rodrigues Viana
Paloma Betega Ahmad
Paulo Sérgio da Silva Rodrigues
Paulo Sérgio Rocha Lima
Potiára Oliveira Diniz
Rafaella dos Santos Rodrigues
Raniere Alves Rodrigues
Ricardo Zambarda Vaz
Sara de Lima Silva Liá
Stefhany Pereira Reis
Tainara Milde Gotz
Thais Bernardes de Oliveira
Thauany Maria Michelin
Tiago do Nascimento Alves de Paula
Vitória Xavier Dutra dos Santos
Wilson Araújo da Silva
Zaqueu Henrique de Souza

SUMÁRIO

Capítulo 1

A AGRICULTURA FAMILIAR EM SANANDUVA – RS: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DADOS OFICIAIS DO IBGE E A PRÁTICA DA EXTENSÃO RURAL

Eduarda Coraça, Equiton Lorengian Grégio, Maraiza Batista Borges e Tainara Milde Gotz.

  <https://doi.org/10.63330/aurumpub.054-001>

1-13

Capítulo 2

CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS NO DISTRITO DE SUSSUNDENGA – MOÇAMBIQUE

Dilcha Arlete Gonçalves Manso, Maria Jeremias Jossene e Francisco Manuel Júnior.

  <https://doi.org/10.63330/aurumpub.054-002>

14-40

Capítulo 3

DISCRIMINAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES EM FEIJÃO-CAUPI: A SENSIBILIDADE DA MORFOLOGIA DE PLÂNTULAS VS. TESTE DE GERMINAÇÃO PADRÃO

Thais Bernardes de Oliveira, Brenda Raiane Lopes do Nascimento, Raniere Alves Rodrigues, Henrique de Souza Lima Júnior, Paulo Sérgio Rocha Lima, Tiago do Nascimento Alves de Paula e Marcos Antonio Negreiros Dias.

  <https://doi.org/10.63330/aurumpub.054-003>

41-52

Capítulo 4

TRANSIÇÃO TERRITORIAL E EFICIÊNCIA: A SINERGIA ENTRE AS CADEIAS DE GRÃOS E BOVINOCULTURA SOB A ÓTICA DOS DADOS ABERTOS

Paulo Sérgio da Silva Rodrigues, Ana Beatriz Melém Castelo, Cássio Parkuts Schisler, Cristiano Luiz Massignani, Dandara Elisa Gaieski, Geovana Oliveira Araújo, José Antônio Rodrigues Nogueira, Júlia Lino Nunes, Kauã Ferreira Bonfim Santos, Marcus Danyllo de Souza Araújo e Thauany Maria Michelin.

  <https://doi.org/10.63330/aurumpub.054-004>

53-66

Capítulo 5

RECIPIENTES SUSTENTÁVEIS: PRODUÇÃO DE MUDAS DE *MAGONIA PUBESCENS* EM RECIPIENTES BIODEGRADÁVEIS DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Rafaella dos Santos Rodrigues, Kalyne Pereira Miranda Nascimento, Jonathan dos Santos Viana, Potiára Oliveira Diniz, Leanne Teles Pereira, Cristiane Matos da Silva, Wilson Araújo da Silva, Sara de Lima Silva Liá e Filipe Silva Liá.

  <https://doi.org/10.63330/aurumpub.054-005>

67-82

Capítulo 6

PRODUÇÃO E QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO NO SUL DO BRASIL: CENÁRIO ATUAL, ASPECTOS TECNOLÓGICOS E CONTRIBUIÇÕES PARA A NUTRIÇÃO DE RUMINANTES

Fabielly de Jesus Depra Santos, Érica Dambros de Moura Bueno, Alessandro Fernandes da Rosa, Eduarda Proença de Oliveira, Bruna Fernandes Machado, Paloma Betega Ahmad, Edson Roberto Bueno, Manuela Xavier Chaves, Vitória Xavier Dutra dos Santos, Clarissa Ramos Rodrigues, Ricardo Zambarda Vaz e Luciana Pötter.

  <https://doi.org/10.63330/aurumpub.054-006>

83-93

Capítulo 7

USO DO BIOCHAR COMO FERTILIZANTE E SUAS INLUÊNCIAS NAS PROPRIEDADES QUÍMICAS, FÍSICAS E BIOLÓGICAS DO SOLO

Stefhany Pereira Reis, Mariana Thereza Rodrigues Viana, Luiz Leonardo Ferreira, Glicélia Pereira Silva, Deborah Amorim Martins, Gildomar Alves dos Santos, Andrisley Joaquim da Silva, Zaqueu Henrique de Souza, Jonathan Goularte Silva e Diego Oliveira Ribeiro.

  <https://doi.org/10.63330/aurumpub.054-007>

94-105

Capítulo 8

CONSERVAÇÃO DE POLINIZADORES EM PAISAGENS AGRÍCOLAS

José Francisco de Moura Júnior.

  <https://doi.org/10.63330/aurumpub.054-008>

106-113

A AGRICULTURA FAMILIAR EM SANANDUVA – RS: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DADOS OFICIAIS DO IBGE E A PRÁTICA DA EXTENSÃO RURAL

FAMILY FARMING IN SANANDUVA/RS: A COMPARATIVE STUDY BETWEEN OFFICIAL IBGE DATA AND RURAL EXTENSION PRACTICES

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.054-001>

Eduarda Coraça

Graduanda em Agronomia

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

E-mail: eduarda-coraca@uergs.edu.br

Equiton Lorengian Grégio

Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

E-mail: equiton-gregio@uergs.edu.br

Maraiza Batista Borges

Graduanda em Agronomia

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

E-mail: maraiza-borges@uergs.edu.br

Tainara Milde Gotz

Graduanda em Agronomia

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

E-mail: tainara-gotz@uergs.edu.br

RESUMO

Este artigo propõe uma análise da agricultura familiar no município de Sananduva – RS, articulando os dados quantitativos do Censo Agropecuário do IBGE com a dimensão qualitativa da extensão rural. O objetivo central é compreender como a percepção técnica de profissionais da EMATER complementa ou diverge das estatísticas oficiais no que tange aos desafios, mudanças recentes e sucessão familiar no campo. A metodologia envolve pesquisa bibliográfica e realização de entrevista com profissional da Emater local. Espera-se que os resultados evidenciem as nuances da realidade produtiva e social que os dados agregados do IBGE nem sempre captam de forma isolada.

Palavras-chave: Agronomia; Sananduva; EMATER; IBGE; Extensão Rural.

ABSTRACT

This article proposes an analysis of family farming in the municipality of Sananduva – RS, articulating quantitative data from the IBGE Agricultural Census with the qualitative dimension of rural extension. The central objective is to understand how the technical perception of EMATER professionals complements or diverges from official statistics regarding challenges, recent changes, and family succession in the countryside. The methodology involves bibliographic research and conducting interviews with local EMATER professionals. It is expected that the results will highlight the nuances of the productive and social reality that the aggregated IBGE data do not always capture in isolation.

Keywords: Agronomy; Sananduva; EMATER; IBGE; Rural Extension.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar ocupa posição central no meio rural brasileiro, tanto pela sua relevância produtiva quanto por sua função social na manutenção das famílias no campo. No plano legal, a Lei nº 11.326/2006 estabelece as diretrizes da Política Nacional da Agricultura Familiar e define esse segmento com base em critérios como área limitada, predominância de mão de obra da própria família, percentual mínimo de renda oriunda do estabelecimento e direção exercida pelo núcleo familiar (Brasil, 2006). No plano estatístico, o Censo Agropecuário de 2017 demonstrou a expressividade desse segmento no país, ao indicar que a agricultura familiar correspondia a 76,8% dos estabelecimentos agropecuários brasileiros, ocupava 23% da área total e concentrava aproximadamente 67% da mão de obra do setor (IBGE, 2019a).

Nas últimas décadas, a agricultura familiar também passou a ocupar maior espaço no debate acadêmico e institucional sobre desenvolvimento rural. Nesse sentido, Grisa e Schneider (2014) demonstram que a trajetória das políticas públicas voltadas à agricultura familiar no Brasil evidencia um processo de ampliação do reconhecimento estatal desse segmento, especialmente por meio de instrumentos de crédito, apoio produtivo e inclusão social. Nessa mesma direção, a assistência técnica e a extensão rural constituem elementos estratégicos para o fortalecimento das unidades produtivas familiares, o que se observa inclusive no marco normativo da Lei nº 12.188/2010, que instituiu a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária – PNATER (Brasil, 2010).

Apesar dessa centralidade, a agricultura familiar enfrenta desafios estruturais que ultrapassam a dimensão produtiva, envolvendo permanência dos jovens no campo, sucessão rural, acesso à renda, comercialização e adaptação às transformações econômicas e ambientais. Oliveira, Mendes e Van Herk Vasconcelos (2021) destacam que a permanência juvenil no meio rural constitui questão decisiva para a continuidade dos empreendimentos familiares, uma vez que a sucessão depende não apenas da herança da

terra, mas também de condições concretas de autonomia, renda e perspectiva de futuro. Em paralelo, os próprios resultados do Censo Agropecuário evidenciam mudanças importantes no campo brasileiro, já que, entre 2006 e 2017, a agricultura familiar perdeu estabelecimentos e postos de trabalho, revelando um cenário de transformação de sua base social e produtiva (IBGE, 2019b).

No contexto local, o município de Sananduva, situado no norte do Rio Grande do Sul, possuía 16.399 habitantes no Censo Demográfico de 2022, área territorial de 504,499 km² e PIB per capita de R\$ 53.537,23 em 2023, configurando-se como um município cuja dinâmica econômica e social mantém estreita relação com o espaço rural (IBGE, 2026). Considerando esse contexto, o presente artigo busca analisar a agricultura familiar em Sananduva/RS a partir da articulação entre dados oficiais e a percepção da extensão rural, com o objetivo de compreender, de forma mais ampla, os desafios, potencialidades e transformações que marcam esse segmento no município.

Diante desse contexto, coloca-se a seguinte questão de pesquisa: em que medida os dados oficiais do IBGE são capazes de representar a complexidade da agricultura familiar no município de Sananduva/RS, considerando a percepção dos agentes da extensão rural? Parte-se da hipótese de que os dados estatísticos, embora fundamentais, não captam integralmente as dinâmicas sociais, produtivas e territoriais vivenciadas no meio rural.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico deste estudo está organizado de forma a explicitar as bases conceituais que sustentam o problema investigado. Parte-se da compreensão da agricultura familiar como uma forma social de produção em que trabalho, família, propriedade e território se articulam de maneira indissociável. Essa perspectiva permite compreender que os dados estatísticos oficiais, embora fundamentais para dimensionar a realidade produtiva, não esgotam a complexidade das dinâmicas sociais, econômicas e territoriais vivenciadas pelas famílias agricultoras.

Dessa forma, o referencial inicia com a conceituação e a importância da agricultura familiar no contexto brasileiro, avançando posteriormente para a discussão sobre políticas públicas e assistência técnica e extensão rural, sucessão rural e permanência dos jovens no campo, diversificação produtiva e reprodução social das famílias. Por fim, a discussão é afunilada para a realidade local de Sananduva/RS, recorte territorial desta pesquisa.

2.1 CONCEITUAÇÃO E IMPORTÂNCIA DA AGRICULTURA FAMILIAR

A agricultura familiar ocupa posição central no desenvolvimento rural brasileiro, não apenas por sua relevância econômica, mas também por seu papel social, territorial e cultural. De acordo com a Lei nº 11.326/2006, esse segmento é caracterizado pela utilização predominante de mão de obra da própria família,

pela direção familiar do estabelecimento, pela obtenção de renda vinculada à unidade produtiva e pela limitação da área explorada, o que lhe confere especificidade em relação aos demais modelos produtivos no campo (Brasil, 2006).

Nessa perspectiva, Schneider e Cassol (2013) destacam que a agricultura familiar constitui uma forma social de produção fortemente vinculada à reprodução da vida no meio rural, à diversificação produtiva e à manutenção das economias locais. Para Wanderley (2009), o mundo rural deve ser compreendido como um espaço de vida, no qual trabalho, família, identidade e território se articulam de maneira indissociável. Assim, analisar a agricultura familiar implica reconhecer que sua importância ultrapassa a produção agropecuária, abrangendo também a permanência das famílias no campo, a segurança alimentar, a geração de trabalho e a conservação de vínculos comunitários.

Além disso, a literatura ressalta que a sustentabilidade da agricultura familiar depende de sua capacidade de adaptação às transformações econômicas, tecnológicas e sociais do meio rural. Schneider (2003) observa que a reprodução social dessas unidades familiares está frequentemente associada à diversificação das atividades e às estratégias construídas pelas famílias para garantir renda e permanência no campo. Na mesma direção, Ploeg (2008) argumenta que a agricultura familiar mantém relevância na contemporaneidade justamente por sua capacidade de construir autonomia relativa diante das pressões do mercado, articulando produção, trabalho e território.

2.2 POLÍTICAS PÚBLICAS E ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL

A consolidação da agricultura familiar como categoria social e produtiva no Brasil está diretamente relacionada ao avanço das políticas públicas voltadas ao desenvolvimento rural. Grisa e Schneider (2014) demonstram que, a partir da década de 1990, a agricultura familiar passou a ser progressivamente incorporada à agenda estatal, com a criação de instrumentos específicos de crédito, assistência técnica, comercialização, inclusão produtiva e fortalecimento social.

Nesse contexto, o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar — PRONAF — representa uma das principais políticas públicas direcionadas ao setor. Segundo a Embrapa, o PRONAF tem como objetivo fortalecer a agricultura familiar por meio do financiamento de atividades agropecuárias e não agropecuárias, contribuindo para a diversificação produtiva, a agroindustrialização e a sustentabilidade econômica, social e ambiental das propriedades familiares.

Além do crédito rural, a assistência técnica e a extensão rural constituem instrumentos essenciais para o fortalecimento da agricultura familiar. A Lei nº 12.188/2010, que instituiu a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária — PNATER —, reconhece a extensão rural como ferramenta estratégica para promover o desenvolvimento sustentável,

orientar a produção, ampliar o acesso às políticas públicas e qualificar a gestão das propriedades familiares (Brasil, 2010).

Dessa forma, a atuação de instituições como a EMATER assume papel relevante, pois permite aproximar os agricultores familiares das políticas públicas, das tecnologias produtivas, das práticas sustentáveis e das estratégias de permanência no campo. No presente estudo, essa dimensão é especialmente importante, pois a percepção técnica da extensão rural é utilizada como elemento complementar aos dados oficiais do IBGE.

2.3 SUCESSÃO RURAL E PERMANÊNCIA DOS JOVENS NO CAMPO

A sucessão rural constitui um dos principais desafios enfrentados pela agricultura familiar contemporânea. Esse processo não depende apenas da transmissão patrimonial da terra, mas de um conjunto de condições sociais, econômicas, culturais e simbólicas que influenciam a decisão dos jovens de permanecer ou não no meio rural.

Oliveira, Mendes e Van Herk Vasconcelos (2021) destacam que a permanência juvenil no campo está associada a fatores como renda, autonomia, qualidade de vida, oportunidades locais, acesso à tecnologia e perspectivas de futuro. Assim, a sucessão não pode ser compreendida como consequência automática da condição de filho de agricultor, mas como resultado de condições concretas que tornam possível e desejável a continuidade da atividade rural.

Além dos fatores econômicos, a sucessão rural também envolve a construção de identidades positivas em relação à vida e ao trabalho no campo. Monteiro e Mujica (2022), ao analisarem jovens agricultores vinculados à vitivinicultura familiar, observaram que a permanência no meio rural está relacionada ao incentivo familiar, à socialização no trabalho agrícola, à liberdade de escolha e à percepção de valor social da atividade rural.

Nesse sentido, a sucessão familiar exige planejamento, diálogo entre gerações e participação efetiva dos jovens na gestão das propriedades. Quando os jovens não participam das decisões produtivas e econômicas, tendem a se sentir distantes do futuro da propriedade, o que pode estimular o êxodo rural. Por outro lado, quando há autonomia, acesso à tecnologia, renda e reconhecimento do trabalho agrícola, ampliam-se as possibilidades de permanência no campo.

2.4 DIVERSIFICAÇÃO PRODUTIVA E REPRODUÇÃO SOCIAL DAS FAMÍLIAS

A diversificação produtiva tem sido apontada pela literatura como uma estratégia importante para fortalecer a agricultura familiar, reduzir riscos econômicos e ampliar as possibilidades de reprodução social das famílias rurais. Schneider (2003), ao discutir a pluriatividade, destaca que muitas famílias agricultoras

não dependem exclusivamente de uma única atividade agrícola, mas constroem diferentes estratégias de trabalho e geração de renda para garantir sua permanência no campo.

Nesse sentido, a diversificação não deve ser compreendida apenas como ampliação do número de cultivos ou criações, mas como parte de uma lógica mais ampla de adaptação econômica e social das famílias agricultoras diante das transformações do meio rural. Atividades como horticultura, fruticultura, pecuária leiteira, agroindústrias familiares e outras formas de produção complementar podem contribuir para ampliar a renda e reduzir a dependência de uma única cadeia produtiva.

Rathmann et al. (2008) observam que a diversificação da produção nas propriedades rurais familiares está associada à ampliação das alternativas de renda e à melhoria das condições de vida dos produtores, sobretudo em contextos de pequenas unidades de produção. De modo semelhante, Fontoura et al. (2022) destacam que programas de diversificação devem considerar a unidade familiar em sua relação com a comunidade, o território, o mercado e as condições de reprodução social.

Entretanto, a diversificação também apresenta desafios. À medida que as atividades produtivas se ampliam, crescem as exigências de gestão, organização, comercialização e controle econômico-financeiro. Assim, embora a diversificação seja uma estratégia relevante para a agricultura familiar, sua efetividade depende de assistência técnica, políticas públicas, acesso a mercados e capacidade organizativa das famílias.

2.5 CONTEXTUALIZAÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR EM SANANDUVA/RS

Após a compreensão dos fundamentos gerais da agricultura familiar, torna-se necessário aproximar a discussão da realidade local investigada. O município de Sananduva, localizado na região norte do Rio Grande do Sul, apresenta uma estrutura produtiva fortemente vinculada ao setor agropecuário, com presença significativa de pequenas e médias propriedades rurais.

Conforme dados do Censo Agropecuário do IBGE, Sananduva possui 1.488 estabelecimentos agropecuários, abrangendo uma área total aproximada de 37.382 hectares, o que resulta em área média de 25,1 hectares por estabelecimento. Esse perfil indica uma estrutura fundiária marcada pela predominância de propriedades de pequeno e médio porte, característica da organização agrária do planalto gaúcho (IBGE, 2017).

A relevância da agricultura familiar no município é expressiva. Segundo os dados sistematizados, esse segmento representa 85,6% do total de estabelecimentos agropecuários de Sananduva, correspondendo a 1.274 unidades produtoras. Além disso, o setor agropecuário local mobiliza 4.148 pessoas ocupadas, entre produtores, membros do grupo familiar e trabalhadores contratados, reafirmando a importância econômica e social da atividade rural para o município.

No âmbito demográfico, o Censo Demográfico de 2022 aponta que Sananduva possuía 16.399 habitantes, com predominância da população urbana, mas mantendo forte relação econômica e social com o espaço rural (IBGE, 2022). A matriz produtiva municipal é diversificada, com destaque para as culturas de grãos, especialmente a soja, além de milho, trigo, suinocultura, avicultura e atividades desenvolvidas em pequenas propriedades familiares.

Dessa forma, Sananduva constitui um recorte relevante para analisar a agricultura familiar a partir da articulação entre dados oficiais e percepção da extensão rural. Enquanto os dados do IBGE permitem caracterizar a estrutura produtiva, demográfica e econômica do município, a percepção técnica da EMATER contribui para compreender aspectos qualitativos que nem sempre aparecem nos indicadores estatísticos, como sucessão rural, permanência dos jovens, dificuldades de comercialização, diversificação produtiva e impactos das condições climáticas.

Assim, o referencial teórico sustenta o problema de pesquisa ao demonstrar que a agricultura familiar deve ser analisada de forma integrada, considerando simultaneamente sua dimensão produtiva, social, territorial e institucional. Essa compreensão justifica a comparação entre dados oficiais e percepção da extensão rural, eixo central da presente investigação.

3 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa de abordagem mista (qualitativa e quantitativa), de caráter descritivo e exploratório, voltada à análise da agricultura familiar no município de Sananduva/RS a partir da articulação entre dados secundários oficiais e dados primários empíricos.

Na etapa quantitativa, foram utilizados dados públicos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), especialmente do Censo Agropecuário de 2017, do Censo Demográfico de 2022 e da Produção Agrícola Municipal (PAM), com o objetivo de caracterizar a estrutura produtiva, demográfica e econômica do meio rural local.

Na etapa qualitativa, foi realizada uma entrevista semiestruturada com uma profissional da EMATER/RS-Ascar, com mais de dez anos de atuação na agricultura familiar do município, selecionada por critério de experiência e inserção direta na realidade local. A entrevista buscou captar percepções sobre aspectos não plenamente evidenciados pelos dados estatísticos, tais como sucessão rural, permanência dos jovens, estratégias produtivas, dificuldades de comercialização e impactos climáticos.

Os dados qualitativos foram analisados por meio de análise temática, sendo organizados em categorias previamente definidas a partir do referencial teórico (estrutura produtiva, sucessão rural, diversificação, mercado e políticas públicas). Posteriormente, procedeu-se à análise comparativa entre os dados estatísticos e a percepção técnica da extensão rural, permitindo uma leitura integrada da realidade estudada

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A articulação entre dados oficiais e percepção técnica da extensão rural permite compreender a agricultura familiar para além dos indicadores estatísticos, incorporando elementos relacionados à organização das propriedades, à permanência das famílias no campo, à sucessão rural e às estratégias de reprodução social no meio rural. Nesse sentido, a literatura mostra que a agricultura familiar deve ser analisada não apenas por sua dimensão econômica, mas também por seu papel social, territorial e político no desenvolvimento rural brasileiro (Grisa; Schneider, 2014).

Tabela 1 – Síntese comparativa entre dados oficiais e percepção técnica da extensão rural em Sananduva/RS

Eixo de análise	Dados oficiais	Percepção da EMATER	Interpretação analítica
Estrutura produtiva	Indicadores de estabelecimentos, área e produção	Predomínio de pequenas propriedades com mão de obra familiar	Confirma relevância da pequena produção na base rural local
Perfil produtivo	Peso de atividades agropecuárias no município	Grãos como atividade forte, mas diversificação como estratégia de renda	A leitura estatística precisa ser complementada por análise qualitativa
Sucessão rural	Dados etários e populacionais	Permanência do jovem depende de renda, autonomia e tecnologia	A sucessão envolve fatores econômicos e familiares
Comercialização	Produção mensurada em volume/valor	Grãos têm cadeia estruturada; hortaliças e frutas enfrentam barreiras	O mercado afeta diretamente a viabilidade da diversificação
Condições climáticas	Dados agregados de produção/perdas	Seca, excesso de chuva e granizo afetam renda e continuidade	O risco climático fragiliza a agricultura familiar
Políticas públicas	Bases não captam integralmente o acesso vivido	Pronaf, FEAPER, PNCF, Terraforte e agroindústria são estratégicos	A política pública aparece como mediação concreta da permanência

Fonte: Autores, com base em IBGE (2017) e entrevista com extensionista da EMATER (2026).

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR EM SANANDUVA/RS

A análise integrada dos dados evidencia que a agricultura familiar constitui o eixo estruturante do meio rural em Sananduva/RS, tanto em termos produtivos quanto sociais. Os dados do IBGE indicam predominância de pequenas propriedades, o que é corroborado pela percepção da extensionista, que destaca a centralidade do trabalho familiar e o enquadramento majoritário dos produtores nas políticas públicas voltadas ao segmento.

Essa convergência entre dados quantitativos e percepção empírica reforça a compreensão da agricultura familiar como uma forma social de produção, conforme argumentam Schneider e Cassol (2013), na qual a lógica produtiva está diretamente vinculada à reprodução da família e à organização do território. Nesse sentido, a agricultura familiar não pode ser analisada exclusivamente a partir de indicadores econômicos, devendo ser compreendida também em sua dimensão social e territorial.

4.2 DIVERSIFICAÇÃO PRODUTIVA E ORGANIZAÇÃO ECONÔMICA DAS PROPRIEDADES

Os resultados indicam que, embora a produção de grãos, especialmente soja, represente a principal

atividade econômica do município, a diversificação produtiva desempenha papel estratégico na sustentabilidade das pequenas propriedades.

A extensionista destaca que atividades como horticultura, fruticultura, pecuária leiteira e agroindústrias familiares são fundamentais para a geração de renda em unidades produtivas de menor escala. Esse achado dialoga diretamente com a literatura sobre pluriatividade, na qual Schneider (2003) argumenta que a diversificação constitui uma estratégia central de reprodução social da agricultura familiar, permitindo reduzir riscos econômicos e ampliar fontes de renda.

Além disso, observa-se uma contradição estrutural: enquanto a produção de grãos possui cadeia de comercialização consolidada, a produção diversificada enfrenta dificuldades de inserção no mercado, exigindo maior capacidade organizativa por parte das famílias. Esse cenário evidencia que a diversificação, embora desejável do ponto de vista econômico e social, depende de condições institucionais e mercadológicas que nem sempre estão disponíveis aos agricultores familiares.

4.3 SUCESSÃO RURAL, JUVENTUDE E PERMANÊNCIA NO CAMPO

A sucessão rural emerge como um dos principais desafios identificados na pesquisa. A análise da entrevista revela que a permanência dos jovens no meio rural está condicionada a múltiplos fatores, incluindo renda, autonomia na gestão da propriedade, acesso à tecnologia e apoio familiar.

Esse resultado confirma os achados de Oliveira, Mendes e Van Herk Vasconcelos (2021), que apontam que a sucessão não ocorre automaticamente pela herança da terra, mas depende da construção de condições concretas de permanência. A fala da extensionista evidencia que a ausência de autonomia dos jovens na tomada de decisão constitui um fator de expulsão do meio rural, reforçando a dimensão simbólica e relacional do processo sucessório.

Adicionalmente, a pesquisa aponta que o acesso à tecnologia e à informação tem contribuído para reduzir o êxodo rural, indicando mudanças recentes no comportamento das novas gerações. Esse aspecto sugere que a permanência no campo está cada vez mais associada à modernização das condições de vida rural, aproximando-as das dinâmicas urbanas.

4.4 DIFICULDADES ESTRUTURAIS: MÃO DE OBRA, MERCADO E CLIMA

Os resultados também apontam que a agricultura familiar local enfrenta obstáculos estruturais relevantes. Entre eles, destacam-se a escassez de mão de obra, a redução de famílias em determinadas atividades, as exigências crescentes para permanência em cadeias como leite, suinocultura e avicultura, além das dificuldades de comercialização da produção diversificada (Bonez, 2026). Soma-se a isso o impacto recorrente de eventos climáticos adversos, como estiagens, excesso de chuvas e granizo, que afetam a produção, comprometem a renda e ampliam situações de endividamento rural (Bonez, 2026). Em

escala nacional, o próprio IBGE registrou mudanças importantes na agricultura familiar entre 2006 e 2017, com redução de estabelecimentos e de postos de trabalho, indicando transformações na base social e produtiva do setor (IBGE, 2019).

4.5 ASSISTÊNCIA TÉCNICA E POLÍTICAS PÚBLICAS NO FORTALECIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR

Na percepção da entrevistada, a assistência técnica e a extensão rural exercem papel estratégico no fortalecimento da agricultura familiar, não apenas por fornecerem orientação produtiva, mas também por atuarem como política pública de apoio social, econômico e ambiental às famílias rurais (Bonez, 2026) . Além da própria EMATER, foram citados instrumentos como CAF, Pronaf, FEAPER, Programa Nacional de Crédito Fundiário, Operação Terraforte e políticas de incentivo às agroindústrias familiares, todos compreendidos como mecanismos capazes de estimular a permanência, a diversificação produtiva e a sucessão rural (Bonez, 2026) . Esse entendimento está em consonância com a PNATER, instituída pela Lei nº 12.188/2010, que reconhece a assistência técnica e extensão rural como instrumentos fundamentais para o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar (Brasil, 2010).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da agricultura familiar em Sananduva/RS, a partir da articulação entre dados oficiais do IBGE e a percepção técnica da extensão rural, evidenciou que a realidade do meio rural não pode ser plenamente compreendida apenas por indicadores estatísticos agregados.

Os resultados demonstram que, embora os dados quantitativos sejam fundamentais para caracterizar a estrutura produtiva e demográfica, a percepção da extensão rural revela dimensões qualitativas essenciais, como os desafios da sucessão familiar, a importância da diversificação produtiva e as dificuldades enfrentadas pelas famílias em relação ao mercado, à mão de obra e às condições climáticas.

A pesquisa evidenciou que a permanência no campo está condicionada a um conjunto complexo de fatores, que incluem não apenas a renda, mas também a autonomia dos jovens, o acesso à tecnologia, o apoio familiar e a existência de políticas públicas eficazes. Nesse sentido, a sucessão rural se configura como um dos principais desafios para a continuidade da agricultura familiar no município.

Além disso, constatou-se que a diversificação produtiva constitui uma estratégia relevante para a reprodução social das famílias, embora enfrente limitações estruturais relacionadas à comercialização e à organização dos mercados locais.

Por fim, destaca-se o papel central da assistência técnica e das políticas públicas como instrumentos fundamentais para o fortalecimento da agricultura familiar, atuando não apenas na dimensão produtiva, mas também na promoção do desenvolvimento social e territorial.

Como limitação do estudo, ressalta-se a utilização de apenas uma entrevista, o que não permite generalizações mais amplas, indicando a necessidade de pesquisas futuras com maior número de participantes e abordagens comparativas.

REFERÊNCIAS

BONEZ, Cibele. Entrevista concedida às autoras sobre agricultura familiar em Sananduva/RS. Sananduva/RS, 8 abr. 2026.

BRASIL. **Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006.** Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília, DF: Presidência da República, 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm. Acesso em: 19 abr. 2026.

BRASIL. **Lei nº 12.188, de 11 de janeiro de 2010.** Institui a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária - PNATER. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2010/lei-12188-11-janeiro-2010-600192-norma-pl.html>. Acesso em: 19 abr. 2026.

GRISA, Catia; SCHNEIDER, Sergio. Três gerações de políticas públicas para a agricultura familiar e formas de interação entre sociedade e Estado no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 52, supl. 1, p. 125-146, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-20032014000600007&script=sci_arttext. Acesso em: 19 abr. 2026.

GRISA, Catia; SCHNEIDER, Sergio (org.). *Políticas públicas de desenvolvimento rural no Brasil*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2015

IBGE. **Censo Agro 2017: população ocupada nos estabelecimentos agropecuários cai 8,8%.** Agência IBGE Notícias, Rio de Janeiro, 25 out. 2019a. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/25789-censo-agro-2017-populacao-ocupada-nos-estabelecimentos-agropecuarios-cai-8-8>. Acesso em: 19 abr. 2026.

IBGE. **Em 11 anos, agricultura familiar perde 9,5% dos estabelecimentos e 2,2 milhões de postos de trabalho.** Agência IBGE Notícias, Rio de Janeiro, 25 out. 2019b. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/25786-em-11-anos-agricultura-familiar-perde-9-5-dos-estabelecimentos-e-2-2-milhoes-de-postos-de-trabalho>. Acesso em: 19 abr. 2026.

IBGE. **Sananduva (RS) | Cidades e Estados.** Rio de Janeiro: IBGE, 2026. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/sananduva.html>. Acesso em: 19 abr. 2026.

OLIVEIRA, Márcia Freire de; MENDES, Luciano; VAN HERK VASCONCELOS, Andrea Costa. Desafios à permanência do jovem no meio rural: um estudo de casos em Piracicaba-SP e Uberlândia-MG. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 59, n. 2, e222727, 2021. Disponível em: <https://app.periodikos.com.br/journal/resr/article/doi/10.1590/1806-9479.2021.222727>. Acesso em: 19 abr. 2026.

PLOEG, Jan Douwe van der. **Camponeses e impérios alimentares: lutas por autonomia e sustentabilidade na era da globalização**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008.

SCHNEIDER, Sergio. **A pluriatividade na agricultura familiar**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

SCHNEIDER, Sergio. Teoria social, agricultura familiar e pluriatividade. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, São Paulo, v. 18, n. 51, p. 99-122, 2003

SCHNEIDER, Sergio; CASSOL, Abel. **A agricultura familiar no Brasil**. Santiago, Chile: Rimisp – Centro Latino-Americano para o Desenvolvimento Rural, 2013.

WANDERLEY, Maria de Nazareth Baudel. **O mundo rural como um espaço de vida: reflexões sobre a propriedade da terra, agricultura familiar e ruralidade**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

MAGALHÃES, Biatrix Ferreira; NUNES, Anísio da Silva; SZNITOWSKI, Adelice Minetto. Sucessão familiar e permanência do jovem no meio rural. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 18, e14135, 2025. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/14135>. Acesso em: 22 abr. 2026.

BIEGER, T. E.; BIEGER, G. R. **Sucessão da agricultura familiar: um olhar sobre a comunicação rural**. In: SALÃO DO CONHECIMENTO, 2., 2016, Ijuí. Anais [...]. Ijuí: Unijuí, 2016. Disponível em: <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/6337>. Acesso em: 22 abr. 2026.

BOSCHIERO, Beatriz Nastaro. **Sucessão familiar rural: 3 etapas centrais**. Agroadvance, 14 jun. 2023. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-sucessao-familiar-rural/>. Acesso em: 22 abr. 2026.

RATHMANN, Régis et al. Diversificação produtiva e as possibilidades de desenvolvimento: um estudo da fruticultura na região da Campanha no Rio Grande do Sul. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v. 46, n. 2, p. 325-354, 2008.

BORSATTO, Rubi. **Êxodo rural e a sucessão na agricultura familiar no município de Arvorezinha/RS**. 2022. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/256281/001164938.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2026

FONTOURA, Fernando Batista Bandeira da; SILVA, Luis Carlos Alves da; SILVA, Maicon da; DEPONTI, Cidonea Machado. **Diversificação da produção rural: em busca de alternativas para a gestão econômica e financeira na agricultura familiar**. *Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento*, Curitiba, v. 11, n. 1, p. 128-148, jan./abr. 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbpd/article/view/11017>. Acesso em: 22 abr. 2024.

EMBRAPA. **Políticas públicas para a agricultura familiar**. Brasília, DF: Embrapa, [s.d.]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-agricultura-familiar/politicas-publicas>. Acesso em: 22 abr. 2026

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar (MDA). **Balanco de ações do Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar: MDA 2023**. Brasília, DF: MDA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mda/pt-br/noticias/2023/12/balanco-de-acoes-do-ministerio-do->

desenvolvimento-agrario-e-agricultura-familiar/BALANCODEDEACOESMDA2023_.pdf. Acesso em: 22 abr. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017:** Resultados definitivos por município: Sananduva (RS). Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 27 abr. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022:** População residente e domicílios: Sananduva (RS). Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/sananduva/panorama>. Acesso em: 27 abr. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal (PAM) 2023:** Culturas temporárias e permanentes: Sananduva (RS). Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 27 abr. 2026.

MATTEI, Lauro. **O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) e a Segurança Alimentar e Nutricional.** Revista Política Agrícola, Brasília, DF, v. 32, n. 3, p. 115-132, jul./set. 2023. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1806>. Acesso em: 22 abr. 2026.

MONTEIRO, R.; MUJICA F. P. A identidade sociocultural do jovem agricultor na vitivinicultura familiar e sua relação com a sucessão rural. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v. 60, n. spe, e235637, 2022. Disponível em: <https://revistasober.org/article/10.1590/1806-9479.2021.235637/pdf/resr-60-Especial-e235637.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2026.

**CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS NO DISTRITO DE
SUSSUNDENGA - MOÇAMBIQUE**

**CHARACTERIZATION OF THE SWINE PRODUCTION SYSTEM IN THE SUSSUNDENGA
DISTRICT – MOZAMBIQUE**

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.054-002>

Dilcha Arlete Gonçalves Manso

Graduada em Zootecnia

Escola Secundária Samora Moises Machel, Chimoio, Moçambique

E-mail: Dilcha.manso@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3737-4558>

Maria Jeremias Jossene

Graduada em Zootecnia,

Empreendedora, Chimoio-Moçambique

Francisco Manuel Júnior

Doutorando em Ciência Animal

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul- Campo Grande/Brasil

E-mail: franciscomanueljunior@yahoo.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9882-8364>

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo caracterizar o sistema de produção de suínos no distrito de Sussundenga, em Moçambique, com ênfase no perfil sociocultural dos produtores e nas principais limitações técnicas e estruturais da atividade. A metodologia adotada foi de natureza mista, combinando abordagens qualitativa e quantitativa, com coleta de dados por meio de questionários estruturados aplicados a 72 produtores, entrevistas e observação direta em campo, além de análise estatística com auxílio do software SPSS. Os resultados evidenciaram que a suinocultura local é predominantemente de subsistência, com forte presença do sistema extensivo, baixo nível tecnológico e reduzido efetivo de animais por propriedade. Observou-se que a maioria dos produtores possui baixo nível de escolaridade, manejo alimentar inadequado, ausência de controle zootécnico e limitada adoção de práticas sanitárias, refletindo em baixos índices produtivos. Verificou-se também deficiência nas instalações, uso de materiais alternativos e inexistência de separação por categorias animais, além da predominância da monta natural e desconhecimento de parâmetros produtivos essenciais. Apesar dessas limitações, identificou-se interesse por parte dos produtores em expandir e melhorar a atividade. Conclui-se que a suinocultura em Sussundenga apresenta grande relevância socioeconômica, porém enfrenta entraves significativos relacionados à falta de assistência técnica, capacitação e investimento, sendo imprescindível a

implementação de políticas de extensão rural e difusão de tecnologias para promover a melhoria da produtividade e sustentabilidade do setor.

Palavras-chave: Suinocultura; Sistema extensivo; Produção rural.

ABSTRACT

This study aimed to characterize the pig production system in the Sussundenga district of Mozambique, emphasizing the sociocultural profile of producers and the main technical and structural limitations of the activity. A mixed-methods approach was adopted, combining qualitative and quantitative methods. Data was collected through structured questionnaires administered to 72 producers, interviews, and direct field observation, followed by statistical analysis using SPSS software. The results showed that local pig farming is predominantly for subsistence, with a strong presence of extensive systems, low technological levels, and a small number of animals per property. It was observed that most producers have low levels of education, inadequate feed management, lack of zootechnical control, and limited adoption of sanitary practices, resulting in low production indices. Deficiencies in facilities, use of alternative materials, and lack of separation by animal categories were also observed, in addition to the predominance of natural mating and a lack of knowledge of essential production parameters. Despite these limitations, producers showed interest in expanding and improving the activity. It is concluded that pig farming in Sussundenga has great socioeconomic relevance, but faces significant obstacles related to the lack of technical assistance, training, and investment. Therefore, the implementation of rural extension policies and the dissemination of technologies are essential to promote improved productivity and sustainability in the sector.

Keywords: Pig farming; Extensive system; Rural production.

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

Moçambique caracteriza-se como um país predominantemente rural, onde a agricultura constitui a base de subsistência para cerca de 80% da população. No período pós-independência, especificamente na década de 1980, o setor pecuário sofreu uma retração significativa devido ao abandono de explorações agrícolas, desastres naturais e, fundamentalmente, aos conflitos armados (Ministério da Agricultura, 2009).

Em decorrência da instabilidade militar, o efetivo de animais — com destaque para os suínos — apresentou um declínio acentuado entre 1980 e 1992, gerando prejuízos tanto para produtores familiares quanto para empresas comerciais. Consequentemente, a produção nacional de carne suína reduziu drasticamente, elevando a dependência de importações (Macedo *et al.*, 2014).

Atualmente, a suinocultura ocupa uma posição de menor relevo nas estatísticas pecuárias nacionais, sendo uma atividade concentrada no setor familiar. Na província de Manica, a criação de suínos é limitada pela baixa participação de produtores, totalizando 106.058 animais distribuídos por 12 distritos. No distrito de Sussundenga, local desta pesquisa, o efetivo é de 21.985 suínos, dos quais 21.560 pertencem ao setor familiar e apenas 425 ao setor privado (Serviços Provinciais de Pecuária de Manica, 2020).

Os dados evidenciam que a produção distrital é dominada por produtores familiares de caráter precário, que visam a manutenção de costumes e a subsistência básica. Em contrapartida, o setor privado, voltado à comercialização e com maior potencial produtivo, representa uma parcela mínima. Sem assistência técnica e financiamento estatal, a tendência é a redução contínua do número de produtores.

Neste contexto, a presente trabalho objetiva caracterizar o sistema de produção de suinocultura no distrito de Sussundenga. A metodologia consistiu na coleta de dados por meio de questionários, entrevistas e observação direta, além de revisão bibliográfica em artigos, teses e livros. O trabalho está estruturado em três capítulos: o primeiro aborda a contextualização, objetivos e metodologia; o segundo apresenta a fundamentação teórica; e o terceiro dedica-se à análise e interpretação dos dados, seguidos pelas conclusões e recomendações.

1.2 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

A produção de suínos em Sussundenga apresenta um crescimento incipiente, refletindo as dificuldades enfrentadas pelo setor pecuário nacional. Este cenário de estagnação obriga o país a importar subprodutos suínos, evidenciando uma dependência externa que prejudica a economia. O distrito enfrenta barreiras como a limitada infraestrutura de manejo produtivo e sanitário, que inviabiliza a criação em larga escala (Ministério da Agricultura, 2009).

Ademais, fatores socioculturais — como o nível de escolaridade, a idade dos produtores e o acesso a meios de comunicação — influenciam diretamente a atividade. A fraca investigação científica, a deficiência nos serviços de extensão pecuária e a precária rede de comercialização rural agravam a secundarização da suinocultura. Diante deste panorama, questiona-se: qual é o impacto do perfil sociocultural dos produtores do distrito de Sussundenga na criação de suínos e quais são as dificuldades técnicas e estruturais enfrentadas no manejo?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Geral

- Caracterizar os sistemas de produção de suínos no Distrito de Sussundenga.

1.3.2 Específicos

- Identificar o perfil sociocultural dos produtores de suínos da região;
- Analisar as principais dificuldades técnicas e estruturais enfrentadas no manejo dos animais.

1.4 JUSTIFICATIVA

A escolha deste tema fundamenta-se na necessidade de otimizar a suinocultura em Sussundenga, visto que a carência de conhecimento técnico sistemático tem levado muitos produtores a abandonarem a atividade. Observa-se uma precariedade nas instalações, que carecem de coberturas adequadas, pisos cimentados e áreas de isolamento sanitário.

No âmbito pessoal e profissional, a pesquisa busca compreender as variáveis que limitam o crescimento de produtores que, embora possuam vontade de expandir, operam baseados apenas no senso comum e enfrentam restrições econômicas. Academicamente, o estudo contribui para o acervo bibliográfico das instituições, servindo de suporte para docentes e estudantes. Socialmente, o trabalho é relevante por propor o uso eficiente de recursos para garantir o sustento das famílias, gerar empregos e fomentar o desenvolvimento sustentável do país.

1.5 REVISÃO TEÓRICA

1.5.1 Suinocultura

A suinocultura caracteriza-se como um sistema de produção onde as unidades são, em sua maioria, mecanizadas. Nessas instalações, os animais permanecem confinados durante todo o ciclo de vida, muitas vezes isolados e em espaços reduzidos, o que pode gerar diversas situações de estresse (Hemsworth et al., 1996).

A suinocultura é o segmento da Zootecnia voltado à criação de suínos com o objetivo de produzir carne e seus derivados. A partir desses conceitos, compreende-se que a atividade depende de instalações que ofereçam condições propícias para o desenvolvimento dos animais.

1.5.2 Sistema de produção de suínos

O Sistema de Produção de Suínos (SPS) é constituído por um conjunto de elementos que incluem o fator humano, as edificações, os equipamentos, os animais, a nutrição e o manejo. Todos esses componentes convergem para o mesmo objetivo: garantir carne suína com o máximo de qualidade ao consumidor. A base principal consiste na utilização de bons reprodutores e em um ambiente ideal, considerando a profilaxia de doenças e técnicas de manejo adequadas (Fagundes, 2014, p. 13).

De acordo com Bertolini (2002, p. 11), o sistema de produção de suínos visa tanto a criação de animais para experimentos em diversas áreas de pesquisa quanto a produção para o abate. Esse sistema

pode abranger todas as etapas produtivas, sendo denominado ciclo completo, ou focar em fases específicas, como a produção de leitões até a saída da creche ou o crescimento e terminação (Amaral, 2006).

Diante desses argumentos, percebe-se que o sistema de produção de suínos é um local delimitado e condicionado para a criação, envolvendo a gestão de água, alimentação, sanidade animal e infraestrutura.

1.5.3 Tipos de sistemas de produção de suínos

A suinocultura pode ser classificada nos sistemas de criação extensiva e intensiva. O sistema extensivo, também conhecido como "a campo", caracteriza-se pelos animais criados livres. Já no sistema intensivo, os suínos são criados em áreas menores e recebem cuidados mais rigorosos.

1.5.3.1 Sistema extensivo

O sistema extensivo consiste na criação de suínos sem a necessidade de instalações complexas ou benfeitorias, sendo identificado pela manutenção permanente dos animais no campo durante todo o processo produtivo, incluindo cobertura, gestação, lactação e o crescimento dos leitões até o abate.

Segundo a perspectiva de Schneider et al. (2014, p. 93), o modelo extensivo é típico de pequenas propriedades voltadas à subsistência e possui baixo nível tecnológico. A alimentação é composta, em geral, por sobras e resíduos agrícolas, sem orientação nutricional ou assistência técnica adequada. Face às abordagens do autor, nota-se que esse sistema é caracterizado por práticas rudimentares e baixos índices de produtividade. Além disso, a maior parte dessa produção destina-se ao consumo próprio dos proprietários, visando o fornecimento de carne e gordura.

1.5.3.2 Sistemas intensivos

O sistema intensivo utiliza áreas menores em comparação ao extensivo, realizando todas as fases da criação em regime de confinamento total. Além disso, caracteriza-se por maior tecnificação, com uso de instalações específicas, separação dos animais por idade e sexo e manejo reprodutivo baseado na seleção rigorosa do plantel (Santos et al., 2014).

Nesse sentido, percebe-se que, no sistema intensivo, o manejo sanitário é mais rigoroso e cada atividade é planejada previamente. Conta-se com assistência técnica, mão de obra especializada e melhoramento genético para otimizar os resultados produtivos.

1.5.4 Infraestrutura para suínos

As instalações devem atender a exigências básicas de higiene, orientação solar, economia e racionalização do trabalho. O local destinado à suinocultura dentro da propriedade deve ser elevado, seco, arejado e possuir boa declividade.

Machado (2005) sustenta que a instalação deve permitir que os animais circulem, evitando o confinamento extremo. Complementando essa ideia, Zimer (2008, p. 21) afirma que o confinamento excessivo em sistemas fechados gera grande concentração de dejetos, o que afeta diretamente a sanidade. Isso pode acarretar problemas pulmonares e verminoses, elevando os custos com medicamentos que poderiam ser evitados com melhores condições de higiene.

1.5.4.1 Galpão maternidade

Amaral (2006, p. 19) sustenta que o aspecto crítico na maternidade é a mortalidade de leitões, causada principalmente por esmagamento e inanição. Além disso, patologias como a colibacilose neonatal e a coccidiose são preocupantes, pois prejudicam o desenvolvimento da leitegada e podem levar ao óbito.

Aliado a isso, o galpão maternidade deve ser higiênico, de fácil manejo e conter proteção contra esmagamento, fonte de calor para os recém-nascidos e abrigo específico (escamoteador). Entre os modelos existentes, destacam-se as baias comuns e as gaiolas de parição.

Nessa perspectiva, compreende-se que a maternidade deve priorizar o uso de gaiolas de parição para evitar que a porca acidentalmente pressione os leitões. Quanto ao dimensionamento, as gaiolas devem possuir 2,2 m de comprimento, 1,1 m de altura e 0,6 m de largura, com espaços laterais de 40 a 60 cm para os leitões. A instalação deve prever inclinação do piso para escoamento de líquidos e incluir bebedouros (tipo chupeta ou calha) e comedouros apropriados para ambos.

1.5.4.2 Galpão gestação

Considerando que a porca passa cerca de dois terços de sua vida útil em gestação, o manejo adequado nessa fase é fundamental para o sucesso produtivo e reprodutivo da criação. A gestação média das matrizes suínas é de aproximadamente 114 dias (Sobestiansky et al., 2013).

Nesse contexto, o alojamento das fêmeas gestantes deve proporcionar condições adequadas de espaço, alimentação e conforto, reduzindo a competição por recursos e favorecendo o bem-estar animal. Estudos demonstram que sistemas de baias coletivas podem contribuir para a diminuição das disputas hierárquicas e melhorar a uniformidade corporal das matrizes durante a gestação (Alves et al., 2021).

1.5.4.3 Galpão creche

O sistema de creche ideal utiliza gaiolas de piso vazado e divisórias desmontáveis, facilitando a higienização. Estas devem estar suspensas a 0,6 m do piso, dimensionadas para lotes de até 25 leitões pequenos ou 12 maiores, com área média de 0,45 m² por animal (Roloff, s.d., p. 51).

Amaral (2006, p. 16) destaca que o desmame é um período crítico, pois os leitões sofrem com a separação materna e a transição da dieta líquida para a sólida. Complementando, Zimer (2008, p. 34) define

a creche como o local de permanência por 4 a 5 semanas após o desmame, onde os lotes devem ser uniformes (máximo 20 animais) e receber ração inicial e vermifugação. Assim, a creche consolida a fase de independência nutricional e social dos animais.

1.5.4.4 Galpão crescimento e terminação

Recomenda-se, a permanência dos animais na mesma baia, com área de 1,1 m² por indivíduo. As paredes divisórias devem ter 0,6 m de altura e o piso deve apresentar inclinação de 2% a 3% para escoamento de dejetos. Ressalta-se que, embora em condições naturais os suínos passem 75% do tempo explorando o ambiente (Stevenson, 2000), o confinamento limita tal comportamento, exigindo manejo cuidadoso.

1.5.4.5 Reservatório de água

Segundo Zimer (2013, p. 33), o reservatório deve comportar o consumo diário médio (5,5 litros por animal) acrescido de uma reserva de segurança para três dias. Para uma estrutura padrão, isso equivale a cerca de 1.700 litros armazenados. A demanda depende do sistema de criação e do tipo de bebedouro utilizado.

Tanto as tubulações quanto o reservatório precisam de proteção térmica contra o sol. Além do consumo direto, a granja requer volume equivalente para a limpeza das instalações. Portanto, o armazenamento preventivo é vital para assegurar o abastecimento durante eventuais reparos no sistema.

1.5.5 Tratamento de dejetos

Em regiões com alta densidade de propriedades rurais dedicadas à suinocultura, estima-se que 90% das fontes hídricas estejam contaminadas por coliformes fecais. Tal cenário decorre da elevada produção de resíduos concentrados em áreas específicas. Segundo Zimer (2013), o principal impacto ambiental da suinocultura confinada reside na ausência de tratamento adequado ou no uso incorreto de dejetos in natura para a adubação de lavouras.

Germano (2011) reitera que as propriedades devem dispor de locais apropriados para o manejo de dejetos, além das instalações produtivas. Essa necessidade atende à crescente exigência dos órgãos ambientais e da sociedade por práticas sustentáveis na produção animal.

Em convergência com os autores supracitados, observa-se que o manejo de dejetos possui relevância equivalente às etapas de maternidade, gestação e creche. É fundamental que os resíduos não fiquem expostos ao relento ou sejam descartados em cursos d'água. Recomenda-se a canalização para tanques de decantação ou, alternativamente, o seu aproveitamento como adubo orgânico em pastagens, desde que devidamente processados.

1.5.6 Sala hospital

A sala hospital é uma instalação isolada das demais áreas da granja, destinada exclusivamente ao tratamento de animais enfermos. De acordo com Barcellos (2001), suínos doentes mantidos em baias coletivas sofrem com a competição e intimidação pelos demais animais, o que reduz drasticamente as chances de recuperação, mesmo sob medicação individual. Além disso, o estresse potencializa a excreção de agentes patogênicos, facilitando a disseminação de doenças no lote.

A estrutura deve estar situada dentro do perímetro de isolamento da granja, respeitando uma distância mínima de 10 metros das outras instalações. O local deve ser seco, com boa incidência solar e posicionado de forma oposta aos ventos predominantes. Opcionalmente, pode ser anexa a outra edificação, desde que possua parede cega e acesso independente (Barcellos, 2001).

1.5.7 Manejo alimentar

1.5.7.1 Exigências nutricionais dos suínos

A exigência nutricional define-se como a quantidade mínima de nutrientes necessários para que o animal satisfaça suas necessidades de manutenção e produção. A alimentação é o fator de maior impacto econômico na atividade, representando aproximadamente 80% dos custos totais de produção. Portanto, é imprescindível fornecer dietas precisas que atendam às necessidades específicas de cada fase de desenvolvimento (Zemer, 2008).

Nesse sentido, Fialho (2009) afirma que tais exigências variam conforme o potencial genético, a idade, o peso e a fase produtiva dos animais. O rigor na formulação da ração visa otimizar o desempenho zootécnico e garantir a viabilidade econômica do produtor.

1.5.7.2 Formulação de ração

Sob a ótica de Amaral (2006), a alimentação representa entre 70% e 80% do custo produtivo, exigindo rigor na seleção de insumos, precisão na formulação e homogeneidade na mistura dos ingredientes. A formulação consiste no cálculo exato da proporção de cada ingrediente, baseando-se em sua composição química e nos requerimentos da categoria animal.

Existem diversas técnicas para o cálculo de dietas, sendo o Quadrado de Pearson uma das mais tradicionais. Segundo Fialho (2009), uma ração balanceada produzida na granja deve conter ingredientes energéticos, proteicos, minerais, vitaminas e aditivos, classificados da seguinte forma:

- a) **Alimentos Energéticos:** apresentam menos de 20% de proteína bruta e menos de 18% de fibra bruta (FIALHO, 2009). Exemplos: Milho (*Zea mays*), Sorgo (*Sorghum vulgare*) e Mandioca (*Manihot esculenta*).

- b) **Alimentos Proteicos:** possuem no mínimo 20% de proteína bruta. Exemplos: Soja (*Glycine max* L.), farelo de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e farelo de amendoim (*Arachis hypogaea*).
- c) **Minerais e Vitaminas:** essenciais para o metabolismo, são supridos por fontes como calcário calcítico, fosfato bicálcico, farinha de ossos, sal comum e núcleos comerciais (Premix).
- d) **Aditivos:** substâncias adicionadas com o intuito de conservar, intensificar ou modificar propriedades da ração. Incluem-se nesta categoria acidificantes, antioxidantes, palatabilizantes, enzimas, promotores de crescimento, probióticos e prebióticos.

1.5.8 Manejo reprodutivo

O manejo reprodutivo consiste no controle sistemático da reprodução dos suínos. Para compreendê-lo, é fundamental definir conceitos basilares da fisiologia animal, tais como puberdade, ciclo estral e o papel dos hormônios na reprodução.

1.5.8.1 Puberdade

Na perspectiva de Moura (2005), o estímulo à reprodução inicia-se com a puberdade, fase fisiológica em que os machos passam a produzir espermatozoides viáveis e as fêmeas, óvulos férteis. Nas fêmeas, ocorre geralmente entre os quatro e sete meses de idade, marcada pelo primeiro estro (cio). Nos machos, a puberdade manifesta-se entre os cinco e oito meses.

Portanto, a puberdade caracteriza o estágio de maturidade sexual em que leitões e leitoas tornam-se aptos à procriação. No entanto, fatores externos podem influenciar essa cronologia: a consanguinidade, restrições alimentares severas e o isolamento social podem retardar o início da vida reprodutiva.

1.5.8.2 Ciclo estral

Segundo Fisiologia da Reprodução Animal, o ciclo estral das fêmeas suínas caracteriza-se por ser poliéstrico não estacional, apresentando duração média de 21 dias, com ocorrência do estro seguido da ovulação (Knox; Rodriguez-ZAS, 2001).

1.5.8.3 Hormônios da reprodução

Hafez (2015), define os hormônios como substâncias sintetizadas por glândulas endócrinas e transportadas pela corrente sanguínea. Sua função é estimular ou inibir órgãos-alvo específicos, desencadeando as respostas fisiológicas necessárias ao processo reprodutivo.

1.5.8.4 Métodos de reprodução dos suínos

Atualmente, a eficiência reprodutiva na suinocultura está estritamente ligada ao sistema de produção adotado. Segundo Hafez (2015), a reprodução pode ser classificada em duas modalidades principais:

- **Cobrição (Monta Natural):** Exige a presença física do macho no rebanho para o acasalamento.
- **Inseminação Artificial:** Técnica que dispensa a presença direta do reprodutor junto à fêmea no momento da fertilização.

1.5.8.5 Cobertura ou cobrição

Para Hafez (2015), a cobertura é o ato sexual entre o macho e a fêmea durante o período de estro. Existem três métodos principais de conduzir esse processo:

1. **À solta ou a campo:** Machos e fêmeas coabitam sem restrições. Apresenta desvantagens como a falta de controle de paternidade, risco de ferimentos nos animais e impossibilidade de prever com exatidão a data do parto.
2. **Mista ou controlada:** Um grupo de fêmeas é colocado com apenas um varrão em um piquete. Permite o controle de paternidade e evita brigas entre machos, mas ainda gera desgaste físico considerável ao reprodutor.
3. **Dirigida ou à mão:** Oferece controle total sobre a reprodução. A fêmea em cio é levada ao encontro do macho sob supervisão de um tratador, garantindo o aproveitamento máximo do varrão e a segurança dos animais.

1.5.8.6 Inseminação Artificial (IA)

Mies (2017) define a IA como uma biotécnica cujo objetivo é maximizar o uso do sêmen de reprodutores superiores, elevando a eficiência produtiva. O processo divide-se em três etapas fundamentais:

- **Coleta de sêmen:** Realizada com auxílio de um manequim (manequim de monta) e técnicas de higiene rigorosas no prepúcio do animal.
- **Tecnologia do sêmen:** Fase de análise laboratorial onde se avaliam caracteres macroscópicos (volume, cor, odor) e microscópicos (motilidade, vigor e morfologia).
- **Inseminação na porca:** Deposição do sêmen no útero da fêmea em cio, mediante estímulos que simulem a presença do macho para garantir a absorção espermática.

2 METODOLOGIA

2.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado no distrito de Sussundenga, província de Manica em Moçambique, abrangendo produtores de suínos durante o ano de 2022. Localizado na região central da província, o distrito

de Sussundenga limita-se a norte pelos distritos de Gondola e Manica, a oeste pela República do Zimbabwe, a sul pelo distrito de Mossurize e a leste pelo distrito de Búzi. Possui uma superfície de 7.057 km² e, uma população de 119.767 habitantes, resultando em uma densidade populacional de 16,9 hab/km².

O clima predominante é o tropical chuvoso de savana (Aw), caracterizado por duas estações distintas: chuvosa e seca. A precipitação média anual é de aproximadamente 1.171 mm, com maior incidência entre os meses de novembro e março, enquanto a evapotranspiração potencial média situa-se em 1.271 mm. A temperatura média anual é de 23,0 °C, com máximas de 29,5 °C e mínimas de 17,6 °C. A rede hidrográfica local é composta por quatro rios principais: Revué, Munhinga, Mussapa e Lucite.

Economicamente, o distrito destaca-se pelo potencial agrário, atividade que domina o sustento familiar. A agricultura é praticada predominantemente de forma manual em pequenas explorações de consociação de culturas, utilizando variedades locais e beneficiando-se de recursos hídricos para irrigação. Complementarmente, a caça e a pesca contribuem para a dieta das famílias. Em termos pecuários, o distrito possui um efetivo de 21.985 suínos, dos quais 21.560 pertencem ao setor familiar e 425 ao setor privado (Serviços Provinciais de Pecuária de Manica, 2020).

2.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Quanto à sua natureza, esta pesquisa classifica-se como mista (qualitativa e quantitativa). A abordagem qualitativa permitiu a compreensão profunda dos fenômenos e o comportamento dos produtores, enquanto a abordagem quantitativa possibilitou a interpretação estatística dos dados e a mensuração do envolvimento dos produtores na atividade.

Segundo Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa qualitativa foca no aprofundamento da compreensão de um grupo social, sem a preocupação com a representatividade numérica. Por outro lado, Minayo (2004) afirma que esta modalidade responde a questões particulares que envolvem crenças, valores e atitudes, espaços que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

Em complemento, a pesquisa quantitativa permite traduzir opiniões e informações em números para análise estatística (Gil, 2002). No contexto deste estudo, os pesquisadores buscaram captar a perspectiva dos suinocultores de Sussundenga, utilizando técnicas estatísticas para descrever as características da produção.

2.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada por meio de questionários estruturados aplicados em formato de entrevista. Para Marconi e Lakatos (2003, p. 107), a entrevista é uma "conversação efetuada face a face, de maneira metódica", que proporciona ao investigador a informação necessária. O instrumento consistiu em perguntas abertas e fechadas direcionadas aos produtores de suínos, facilitando a interação e o alcance dos objetivos propostos.

2.4 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população, ou universo, compreende o conjunto de seres que apresentam características comuns (Lakatos; Marconi, 2003). Neste caso, o universo foi constituído por todos os produtores de suínos do distrito de Sussundenga em 2022.

A amostragem utilizada foi do tipo intencional ou por tipicidade. De acordo com Gil (2002), este método consiste em selecionar um subgrupo populacional representativo com base em informações disponíveis. A amostra final totalizou 72 produtores. Ressalta-se que o cálculo amostral exato não foi possível devido à ausência de registros oficiais sobre o número total de produtores nos órgãos governamentais (SPP e SDAE), que dispõem apenas de dados relativos ao número de animais.

2.5 ANÁLISE E PROCESSAMENTO DE DADOS

Os dados coletados foram processados e analisados através do software estatístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). A escolha deste modelo justificou-se pela necessidade de identificar e analisar os fatores que influenciam a baixa produtividade suinícola no distrito de Sussundenga.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta etapa do trabalho, apresentam-se a análise e a interpretação dos dados coletados por meio de entrevistas estruturadas, aplicadas aos suinocultores do distrito de Sussundenga, especificamente nas localidades de Sede, Matica e Munhinga. O instrumento de pesquisa foi dividido em duas seções: a primeira aborda os fatores socioculturais e as atividades na suinocultura; a segunda foca no sistema de criação, objeto central deste estudo. Para facilitar a interpretação, os resultados foram organizados em tabelas e gráficos.

3.1 FATORES SOCIOCULTURAIS

Os dados socioculturais representam um aspecto preponderante da pesquisa. A Tabela 1 descreve variáveis como faixa etária, estado civil e nível de escolaridade dos produtores entrevistados.

Tabela 1: Fatores socioculturais dos produtores de suínos.

Variáveis	Frequência	Porcentagem (%)
Faixa Etária		
18 a 30 anos	17	24%
31 a 45 anos	17	24%
46 a 55 anos	10	14%
56 a 70 anos	13	18%
Não sabe	15	20%
Estado Civil		
Solteiro(a)	68	94%
Casado(a)	2	3%
União de facto	2	3%
Escolaridade		
Ensino Primário	31	43%
Ensino Secundário	13	17%
Ensino Médio	1	1%
Ensino Superior	3	4%
Não frequentou	25	35%

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Com base nos dados expostos, constata-se que a idade dos produtores em Sussundenga varia entre 18 e 70 anos. Nota-se que uma parcela considerável (20%) não soube precisar a idade; contudo, pela análise das características físicas e do tempo de atuação na atividade, estima-se que possuam mais de 50 anos. Isso sugere que a suinocultura no distrito é predominantemente exercida por indivíduos de idade avançada em comparação aos jovens.

Essa característica indica um elevado nível de experiência prática. Sobre este ponto, Holanda et al. (2003) afirmam que a idade influencia as tomadas de decisão na propriedade, pois a expectativa de um produtor jovem difere da de um mais velho, especialmente quanto à adoção de novas tecnologias de manejo, visto que o jovem tende a buscar mudanças para a melhoria do negócio.

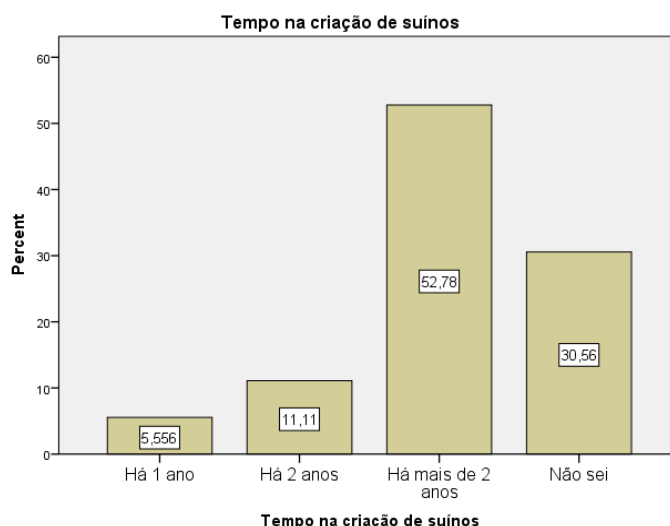
Quanto ao estado civil, embora 94% tenham se declarado solteiros, a observação de campo revelou que a maioria vive maritalmente em união de facto. Esta configuração é comum em zonas rurais, onde os moradores preservam costumes tradicionais de união sem a formalização do casamento civil.

No que tange à escolaridade, os resultados são preocupantes: 43% possuem apenas o ensino primário e 35% nunca frequentaram a escola. A escassa formação escolar no ambiente agrário atua diretamente como uma barreira para a modernização e a introdução de novos pacotes tecnológicos (SOARES et al, 2003). A carência de escolarização reflete-se no desconhecimento de boas práticas de manejo, justificando o fato de muitos produtores possuírem plantéis reduzidos e baixa produtividade.

3.2 TEMPO NA ATIVIDADE DE CRIAÇÃO DE SUÍNOS

Outro aspeto relevante refere-se ao tempo de experiência dos produtores na atividade. O gráfico abaixo detalha as respostas obtidas face a esta variável.

Figura 1: Tempo na criação de suínos



Conforme ilustrado na Figura 1, dos 72 produtores entrevistados, 38 (52,78%) afirmaram atuar na suinicultura há mais de três anos, período considerado suficiente para o domínio das técnicas de manejo. Curiosamente, 22 produtores (30,6%) não souberam precisar o tempo de atuação, o que sugere uma prática de longa data, embora este dado contraste com o reduzido efetivo de animais observado nestas propriedades. Adicionalmente, verificou-se que 8 produtores (11,1%) possuem dois anos de experiência, enquanto apenas 4 (5,56%) iniciaram a atividade há um ano.

Ao confrontar as respostas com as observações de campo, constata-se que a maioria dos produtores possui experiência superior a três anos. Tal facto permite classificá-los como produtores experientes, detentores de um conhecimento empírico considerável sobre a espécie.

Nesta linha de pensamento, Gomes et al. (2018) afirmam que os anos de experiência refletem diretamente no sucesso da exploração. Os autores reiteram que quanto maior o tempo de atividade, maior é o domínio técnico, o que resulta em maior produtividade e rentabilidade. Depreende-se, portanto, que a experiência prática acumulada pode, em muitos casos, equivaler ou superar o conhecimento teórico de indivíduos sem contacto direto com os animais.

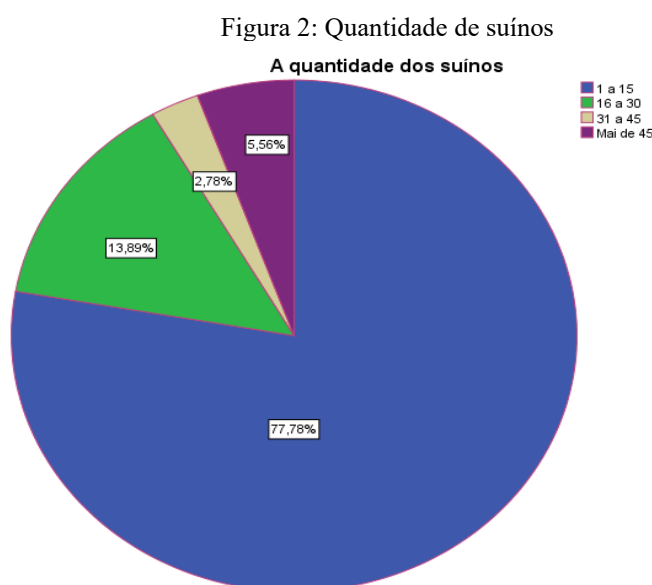
3.3 TENDÊNCIAS PARA A PRODUÇÃO DE SUÍNOS NOS PRÓXIMOS ANOS

A suinicultura, devido à remuneração mensal e à viabilidade de geração de renda em pequenas áreas, constitui uma atividade estratégica para a diversificação económica de propriedades rurais. No universo dos 72 entrevistados, 55,56% (40 produtores) pretendem aumentar a produção. Já 18,06% (13 produtores) pretendem apenas manter a atividade nos moldes atuais, enquanto 26,39% (19 produtores) manifestaram o desejo de expandir a produção aliada ao incremento tecnológico.

Os dados indicam que a maioria dos produtores do distrito projeta o crescimento da atividade e a modernização tecnológica, sendo reduzida a parcela que opta pela estagnação. Fica evidente que, apesar do estágio atual das explorações, existe uma forte intenção de investimento na aquisição de mais animais, na melhoria do manejo e na construção de instalações adequadas para otimizar a produtividade.

3.4 EFETIVO DE SUÍNOS POR PROPRIEDADE

Nesta secção, analisam-se as características quantitativas do plantel de cada produtor. Para facilitar a interpretação, os dados foram agrupados em intervalos, conforme exposto na Figura 2.



Face aos dados apresentados, constata-se que 77,78% (56 produtores) possuem entre 1 a 15 animais. Seguem-se 13,89% (10 produtores) com um efetivo entre 16 a 30 suínos; 5,56% (4 produtores) com mais de 45 animais; e, por fim, 2,78% (2 produtores) com plantéis entre 31 a 45 animais. Em termos gerais, a região apresenta uma amplitude de posse que varia desde a criação de subsistência até efetivos superiores a 45 cabeças.

A análise quantitativa revela a necessidade de fomentar o aumento da produção na região, através da disponibilização de recursos que estimulem o interesse dos produtores. As observações de campo indicam que o reduzido número de animais está associado à precariedade das instalações e às dificuldades de acesso a insumos básicos, como alimentação e água de qualidade.

3.5 FORMAS DE CRIAR SUÍNOS

De modo geral, os produtores de suínos adotam variados mecanismos para o manejo dos animais. No contexto desta pesquisa, os produtores do distrito foram questionados sobre as metodologias aplicadas

na criação. Observou-se que a maioria (67%) mantém seus animais soltos e sem controle. O sistema semiconfinado é praticado por 29% dos entrevistados, enquanto 4% não responderam.

A predominância de animais criados soltos (sistema extensivo) revela uma lacuna no conhecimento sobre as **Boas Práticas de Fabricação (BPF)** e manejo na suinocultura. Conforme apontam Souza e Rodrigues (2021), a ausência de confinamento ou controle estruturado expõe o plantel a riscos sanitários elevados, uma vez que a falta de barreiras físicas facilita o contato com vetores e patógenos externos. Para o desenvolvimento satisfatório dos animais, a vigilância constante é fundamental; animais em regime extensivo estão vulneráveis a roubos, ataques de predadores e à propagação de doenças infectocontagiosas que podem comprometer toda a vara, resultando em mortalidade em massa.

Nesse sentido, nota-se a predominância do sistema extensivo na região. Sobre este modelo, Roloff (2013) esclarece que:

O sistema extensivo consiste em criar o suíno sem qualquer instalação ou benfeitoria, é identificado pela permanente manutenção dos animais em campo durante todo o período do processo produtivo, que envolve a cobertura, a gestação, a lactação e a criação dos leitões, do nascimento até o abate. É caracterizado por criações primitivas, sem utilização de tecnologias adequadas e, por consequência, apresenta baixos índices de produtividade (Roloff, 2013, p. 32).

Embora comum em propriedades de subsistência, esse modelo dificulta a implementação de programas de biossegurança, essenciais para a viabilidade econômica da atividade (Silva et al., 2020). Em menor escala, observou-se o sistema semiconfinado (29%), no qual os animais dispõem de instalações para alimentação e maior controle sanitário. Segundo Roloff (2013, p. 33), este modelo utiliza piquetes para determinadas categorias e confinamento para outras, permitindo um equilíbrio entre o bem-estar animal e a proteção contra agentes externos.

3.6 SISTEMA DE CRIAÇÃO DE SUÍNOS

Esta secção apresenta os dados relativos ao funcionamento das propriedades no distrito de Sussundenga, abordando aspetos de sanidade animal, alimentação, reprodução e infraestrutura física.

3.6.1 Maneio alimentar

3.6.1.1 As raças dos suínos

A predominância da raça *Large White* (56,94%) entre os produtores entrevistados corrobora a tendência industrial de busca por animais de alto desempenho biológico. Esta preferência justifica-se pelo fato de a raça apresentar elevados índices de prolificidade e excelente capacidade de conversão alimentar, características essenciais para a viabilidade econômica de sistemas tecnificados (Costa et al., 2001).

Em contrapartida, o uso de raças mistas por 26,39% da amostra indica uma tentativa de conciliar a rusticidade das linhagens locais com o potencial produtivo das raças exóticas. O cruzamento entre as raças Landrace e Large White é uma estratégia clássica e amplamente consolidada para maximizar os efeitos da heterose e do vigor híbrido. De acordo com as análises de tendências genéticas publicadas por Costa et al. (2001), esses programas de melhoramento contínuo resultam em fêmeas híbridas com excelente aptidão reprodutiva e habilidade materna, além de garantir uma progênie de leitões com expressivo ganho de peso médio diário.

Por fim, a baixa adesão à raça nativa (16,67%) reflete o desafio da conservação de recursos genéticos locais. Embora os produtores priorizem a *Large White* devido ao seu porte e taxas de prenhez superiores, autores como Ferreira et al. (2012) alertam que a marginalização das raças nativas pode comprometer a variabilidade genética, uma vez que estes animais possuem maior adaptação a climas adversos e resistência a patógenos locais, qualidades muitas vezes ausentes em linhagens altamente selecionadas.

3.6.1.2 Tipo de alimentos para suínos

Os dados referentes à dieta alimentar indicam que 59,72% (43 produtores) alimentam os animais com farelo de milho e sal. Outros 36,11% (26 produtores) utilizam uma mistura de vegetais, farelo de milho e sal. O uso de ração comercial foi identificado em apenas 2,778% (2 produtores) e a ração caseira em 1,385% (1 produtor).

A predominância do uso de farelo de milho e sal sugere uma preocupação com o aporte vitamínico e mineral. Fialho (2009, p. 131) reforça que os farelos atuam como fontes proteicas, enquanto o sal supre as necessidades minerais. Outros produtores utilizam pasto nativo e verduras, visando o ganho de peso para autoconsumo e comercialização.

3.6.1.3 Frequência no fornecimento dos alimentos

Buscou-se compreender a periodicidade diária do trato alimentar. Os resultados mostram, que 59,7% dos produtores fornecem alimento duas vezes ao dia. Durante as entrevistas, relatou-se a intenção de aumentar essa frequência, porém limitações financeiras e dificuldades logísticas para a aquisição de insumos impedem tal prática.

Embora Amaral (2006) afirme que não existe uma meta rígida — ressaltando que quanto maior a frequência, melhor, desde que respeitado o consumo médio de 3kg/dia — muitos produtores limitam-se a uma refeição diária para prolongar o estoque de alimento disponível.

3.6.2 Alimentos para leitões recém-nascidos

Com base na entrevista feita, 59,72% (n=43) dos produtores alimentam os leitões com leite materno e farelo de milho. Uma parcela de 27,70% (n=20) utiliza vegetais, enquanto 8,33% (n=6) fornecem uma mistura de farelo de milho, sal e ração. Apenas 4,17% (n=3) utilizam restos de alimentos humanos.

Entretanto, notou-se que alguns produtores, por carência de conhecimento técnico, submetem os recém-nascidos à mesma dieta das matrizes. Essa prática obriga os animais jovens a disputarem alimento com suínos mais velhos. Tais evidências indicam a ausência de manejo segregado e o desconhecimento das exigências nutricionais específicas da fase inicial, revelando uma gestão voltada apenas à sobrevivência do plantel.

3.6.2.1 Quantidade de alimentos para leitões

Observa-se que, 56,94% (n=41) dos produtores não sabem precisar a quantidade de alimento fornecida. Entre os que quantificam, 31,94% (n=23) oferecem mais de 3kg, 6,94% (n=5) fornecem 2kg e 4,17% (n=3) disponibilizam 3kg.

A predominância do desconhecimento sobre a pesagem indica que o fornecimento é baseado em estimativas visuais ("a olho"), o que pode acarretar oferta deficitária ou excessiva. Segundo Germano (2011, p. 23), leitões desmamados devem ser alojados em lotes coletivos com uma oferta de ração estimada em 1kg. Embora os produtores possuam experiência prática, há uma lacuna no controle zootécnico e na precisão do manejo alimentar.

3.6.3 Recipiente usado para colocar alimento e água

Os recipientes utilizados variam significativamente: 33,33% (n=24) utilizam botijas cortadas e 25% (n=18) utilizam pneus. Os comedouros e bebedouros convencionais são adotados por 22,22% (n=16) da amostra. Outros meios incluem bacias (11,11%), panelas velhas (2,778%) e o fornecimento direto no chão (5,556%).

O uso de materiais alternativos, como botijas e pneus, reflete a adaptação dos produtores às limitações financeiras para a construção de estruturas de alvenaria. Germano (2011, p. 16) valida o uso de pneus cortados e madeira como alternativas viáveis. Contudo, o fornecimento de alimento e água diretamente no chão é uma prática crítica. Segundo Bertoline (2010, p. 37), os recipientes podem ser de alvenaria, metal ou concreto, mas devem garantir a higiene. A alimentação no solo expõe o animal a contaminações e patógenos, sendo considerada inapropriada sob o ponto de vista sanitário.

3.6.3.1 Aquisição de água para os animais

A pesquisa mostrou que 69,44% (n=51) dos produtores obtêm água por meio de bombas manuais/elétricas. O restante utiliza furos ou poços (19,44%) e rios (11,11%). A proximidade das fontes facilita o manejo e reduz o esforço físico no transporte.

A percepção dos produtores sobre a importância do recurso hídrico corrobora a tese de **Van Os et al. (2021)**, que destacam o fornecimento contínuo de água potável como fator mandatório para o bem-estar e desempenho animal, especialmente sob estresse térmico.

3.7 MANEIO REPRODUTIVO

3.7.1 Peso de nascimento e desmame

Os dados obtidos referentes às variáveis "peso dos leitões ao nascer" e "peso dos leitões ao desmame" encontram-se sistematizados na Tabela 2.

Tabela 2: Peso de nascimento e desmame

Variáveis	Meta	Respostas aderentes	Outras respostas	Não sabem
Peso ao nascimento	1,50 kg	1,3 kg (3; 4%)	1,0 kg (2; 3%)	67 (93%)
Peso ao desmame	6,70 kg	6,0 kg (2; 3%)	> 7,0 kg (2; 3%)	68 (94%)

Com base na tabela anterior, constatou-se que 67 produtores (93% dos entrevistados) desconhecem o peso de nascimento dos seus animais. Três respondentes (4%) afirmaram ser de 1,3 kg, enquanto 3% (2 produtores) indicaram 1,0 kg. Relativamente ao peso de desmame, observa-se que 94% (68 produtores) não possuem essa informação, 3% (2 produtores) estimam em 6,0 kg e outros 3% (2 produtores) indicaram valores superiores a 7,0 kg.

Nesse contexto, Amaral (2006) preconizam que o peso mínimo esperado ao nascimento é de 1,50 kg, valor que não foi mencionado por nenhum produtor. O mesmo ocorre no desmame, onde os resultados da pesquisa divergem das metas literárias de, pelo menos, 6,70 kg por animal. A comparação evidencia que os respondentes carecem de um controle sistemático de pesagem, limitando-se à criação empírica dos animais.

3.7.2 Proporção macho-fêmea

Os produtores foram questionados sobre a proporção entre machos e fêmeas no plantel. De acordo com os dados obtidos na entrevista, 70,83% (51 produtores) não souberam precisar a proporção. Entre os demais, 22,22% (16 produtores) utilizam a proporção de 1:1; 1,38% (1 produtor) utiliza 1:2; 1,38% (1 produtor) utiliza 1:10 e 4,16% (3 produtores) afirmaram utilizar 1:3.

Depreende-se que a maioria dos produtores do distrito não possui noção técnica sobre a proporção ideal. Em termos zootécnicos, a média recomendada é de um macho para cada 20 fêmeas. Germano (2011) reforça que, para a realização das coberturas, utiliza-se um macho para 15 a 20 fêmeas, preferencialmente nas horas mais frescas do dia para evitar o desgaste físico do reprodutor. Tal prática não foi referenciada no distrito.

Embora a proporção de 1:1 verificada em algumas propriedades não seja tecnicamente errada para planteis muito reduzidos, a reestruturação do rebanho — com a redução de machos e o aumento de matrizes — permitiria maior rendimento produtivo e otimização do nível de prenhez.

3.7.3 Sistema de monta

O sistema de monta é crucial para a expansão do rebanho. De acordo com o questionário aplicado, todos os produtores mantêm seus animais sob um sistema de monta natural.

Sobestiansky et al. (2013) afirmam que o sistema utilizado varia conforme o programa de manejo e as instalações. Em sistemas avançados, utiliza-se a monta controlada. Contudo, os dados indicam que todos os produtores entrevistados utilizam exclusivamente a monta natural. Segundo Bertoline (2010), a monta natural ocorre de forma livre, sem interferência humana, sendo este o sistema predominante no distrito estudado.

3.7.4 Tempo de inserção na reprodução

O tempo de atividade e a idade de entrada dos animais na reprodução são fatores determinantes para a produtividade.

Sobre a idade de início da vida reprodutiva, 52,78% (38 produtores) indicaram que os animais iniciam após os 7 meses; 38,89% (28 produtores) não souberam informar; 5,55% (4 produtores) indicaram 6 meses; e os demais variaram entre 5 e 7 meses. Conclui-se que a maioria incorpora os animais na reprodução a partir dos 8 meses, enquanto uma parcela considerável carece de controle cronológico.

Embora Germano (2011) mencione que matrizes podem ser selecionadas precocemente aos 3 meses, Bertoline (2010) ressalta que a idade ideal para entrada em reprodução situa-se entre 7 e 8 meses, com peso mínimo de 115 kg. Assim, nota-se que a maioria dos produtores, ainda que baseados no senso comum, respeita a idade apropriada para a inserção reprodutiva.

3.7.5 Descarte dos animais na reprodução

O critério de descarte é essencial para a eficiência do plantel. Dos 72 produtores (100%), 91,67% (66 produtores) descartam os animais ao verificarem incapacidade produtiva. Outros 5,55% (4 produtores) realizam o descarte após 4 anos de atividade, enquanto uma minoria o faz entre 2 e 3 anos.

A maioria dos produtores demonstra conhecimento sobre o momento de descarte, alinhando-se à literatura de Costa (2012), que aponta causas como anestro, repetição de estro, abortamento, problemas locomotores e enfermidades. Complementarmente, Moreira et al. (2006) sugerem o descarte por idade com base no número de partos, geralmente após o sexto parto. Conclui-se que, para os produtores locais, a capacidade produtiva é o principal indicador, superando o fator idade isoladamente.

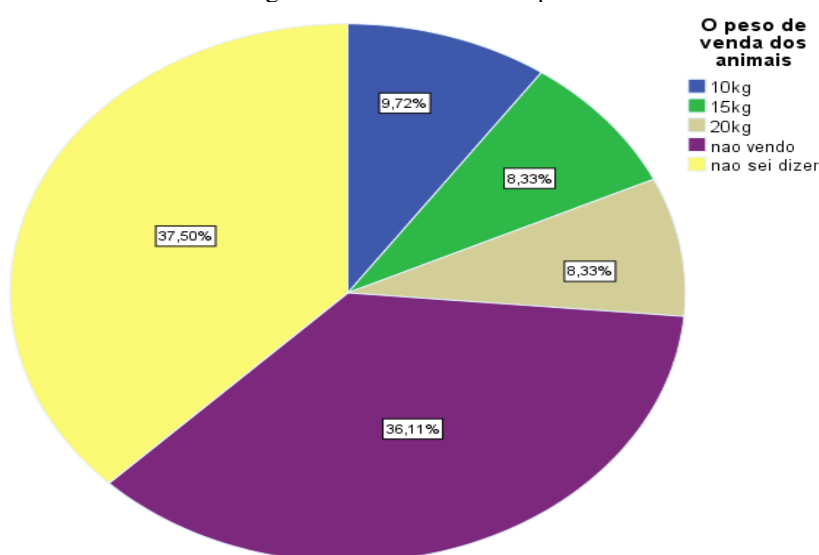
3.7.6 Intervalo entre os partos

De acordo com a pesquisa, observou-se que a maioria dos entrevistados (59,72%, correspondendo a 43 produtores) não possui conhecimento sobre essa informação. Entre os demais, 31,94% (23 produtores) afirmaram que o intervalo é de 5 meses; 6,94% (5 produtores) alegaram um intervalo de 3 meses; e a menor parcela (1,39%, representando 1 produtor) indicou um período de 4 meses.

A análise dessas respostas revela que a maior parte dos produtores carece de controle zootécnico sobre seu rebanho, não tendo noção do intervalo reprodutivo das fêmeas. As respostas variaram majoritariamente entre 3 e 5 meses. Contudo, essa média é considerada inadequada pela literatura para sistemas de subsistência, onde o número de parições por ano costuma ser inferior a três (Gomes et al., 2003).

3.8 PESO DOS ANIMAIS PARA A VENDA

Figura 3: Peso dos animais para a venda



Observa-se na Figura 3 que, dos 72 produtores entrevistados, 9,72% (7 produtores) comercializam os animais com 10 kg; 8,33% (6 produtores) com 15 kg; e outros 8,33% (6 produtores) quando atingem 20

kg. Adicionalmente, 36,11% (26 produtores) afirmaram não realizar vendas, enquanto a maior fatia, 37,50% (27 produtores), não soube informar o peso de comercialização.

Dessa forma, percebe-se que grande parte dos produtores comercializa seus animais sem o controle do peso real. Entre os que monitoram, a faixa de venda situa-se entre 10 e 20 kg. Sobre este aspecto, Amaral (2006) sugere que os animais deveriam ser vendidos aos 167 dias de idade (aproximadamente 5 meses e uma semana) com peso superior a 50 kg, parâmetro este que não foi mencionado por nenhum dos entrevistados.

3.9 MANEIO SANITÁRIO

3.9.1 Doenças mais frequentes

Quanto às enfermidades mais frequentes, os resultados indicaram que 58,33% (42 produtores) enfrentam problemas com sarna, seguidos por 15,28% (11 produtores) com casos de paralisia e 4,17% com ténia. A Peste Suína Africana e a Salmonelose foram citadas por 1,39% (1 produtor cada), enquanto 19,44% (14 produtores) afirmaram que seus animais nunca foram acometidos por doenças.

Os dados ratificam que a maioria dos produtores não oferece assistência médico-veterinária adequada, resultando na prevalência de doenças como a sarna. Um controle sanitário rigoroso e a higienização das instalações seriam suficientes para reduzir drasticamente esses índices. A saúde animal deve ser priorizada através da limpeza e métodos preventivos, pois influencia diretamente a produtividade.

Conforme salienta Germano (2001), a falta de higiene é um dos principais motivos para a disseminação de doenças em sistemas de criação, onde animais confinados em locais enlameados e com acúmulo de dejetos tornam-se altamente suscetíveis a endo e ectoparasitas. As unidades de produção do distrito em estudo assemelham-se a esse cenário, com elevados índices de sujeira e resíduos alimentares, justificando a recorrência de patologias muitas vezes desconhecidas pelos criadores.

3.9.2 Fármacos aderidos e aplicados aos suínos

Dos 72 entrevistados, 70,83% (51 produtores) nunca aplicaram qualquer vacina ou medicamento preventivo em seus animais. Entre os que realizam algum manejo, 20,83% (15 produtores) utilizam o Albendazol; 5,56% (4 produtores) usam Ivermectina; 1,39% (1 produtor) utiliza Oxitetraciclina e 1,40% (1 produtor) aplica Ferro B12.

Nota-se que a ausência de vacinação se deve, em grande parte, à falta de condições financeiras ou técnicas, levando ao uso de métodos culturais nem sempre eficazes. Curiosamente, o fármaco mais utilizado é o Albendazol que, segundo Germano (2011), é indicado para o tratamento de ancilostomíase, ascaridíase e tricocefaliase — doenças que não foram mencionadas pelos produtores na seção anterior. Isso sugere que

os criadores aplicam medicamentos sem o devido diagnóstico, possivelmente respondendo ao questionário apenas por formalidade.

3.9.3 Estação do ano com mais doenças na produção

Os resultados, mostraram que 80,56% (58 produtores) relataram que as doenças são mais frequentes no verão, enquanto 8,33% (6 produtores) indicaram o inverno. Uma parcela de 5,56% (4 produtores) não soube responder e outros 5,56% (4 produtores) afirmaram não sofrer com doenças em sua produção.

A maior incidência no verão pode estar associada à escassez de chuvas e pastagens de qualidade nutricional inferior. Nessas condições, os animais tendem a consumir alimentos de baixa qualidade ou contaminados, tornando-se mais vulneráveis a patógenos.

3.10 INFRAESTRUTURA

3.10.1 Materiais utilizados na construção da instalação

Observou-se que 65,28% dos entrevistados (47 produtores) construíram suas instalações utilizando estacas e arame. Em seguida, 26,39% (19 produtores) utilizaram tijolo queimado, enquanto 6,94% (5 produtores) optaram por blocos de saibro. Apenas 1,39% (1 produtor) declarou não possuir instalação.

Nestes termos, percebe-se que a maioria dos produtores utiliza estacas e arame, material que, embora não seja o mais recomendado para a suinicultura técnica, serve como meio alternativo. Tratando-se de sistemas de criação de subsistência, é comum o uso de paredes de estacas com o intuito principal de delimitar o espaço e evitar a fuga dos animais para locais inapropriados.

3.10.2 Tipo de teto usado na instalação

Verificou-se que 62,50% dos produtores (45 indivíduos) cobrem as instalações com capim e plástico. Outros 23,61% (17 produtores) utilizam chapas de zinco, enquanto 11,11% (8 produtores) afirmaram que suas instalações não possuem cobertura. Por fim, 1,39% utiliza apenas estacas e 1,39% não possui instalação.

A análise desses dados revela que a maior parte dos produtores utiliza capim e plástico. Embora esse método seja tecnicamente menos seguro, configura-se como uma alternativa viável para proteger os animais contra intempéries (chuva e radiação solar), reduzindo a vulnerabilidade e a suscetibilidade a patologias.

3.10.3 Tipo de piso na instalação

Observou-se, que 87,50% dos entrevistados (63 produtores) utilizam saibro ou areia local como piso. Uma parcela menor, correspondente a 9,72% (7 produtores), possui chão betonado, enquanto 1,39% (1 produtor) utiliza cimento.

Diante desses resultados, constata-se que a predominância do piso de saibro e areia local compromete a sanidade dos animais, pois dificulta a higienização das instalações e favorece a proliferação de doenças. Recomenda-se o uso de chão betonado ou de cimento — observados em menor escala nesta pesquisa —, visto que facilitam a remoção e o escoamento de dejetos, garantindo um ambiente mais favorável.

De acordo com Germano (2011, p. 28), o piso mais adequado para a suinicultura é o betonado, pois permite a limpeza eficiente, oferece conforto térmico e garante segurança durante a circulação dos animais.

4 CONCLUSÃO

Durante a realização do presente trabalho, constatou-se que o sistema de produção predominante no distrito de Sussundenga é o extensivo. O manejo alimentar ocorre duas vezes ao dia, sem critérios definidos quanto à quantidade e qualidade nutricional dos alimentos fornecidos. Os índices zootécnicos obtidos revelaram-se baixos, com destaque para a idade tardia à primeira cobrição das leitoas. Observou-se que, apesar da relevância social e económica da atividade, os criadores carecem de conhecimentos sobre tecnologias aplicadas e manejo reprodutivo para otimizar a produtividade.

Verificou-se, ainda, que os produtores locais carecem de capacitação técnica em produção animal. Embora alguns não relatem dificuldades, nota-se o desconhecimento de protocolos básicos perante fêmeas gestantes ou animais enfermos. Adicionalmente, constatou-se a ausência de separação dos animais por categorias funcionais, sendo mantidos em espaços comuns sem divisórias. Esta lacuna no conhecimento zootécnico compromete a expansão das explorações, levando, por vezes, à descontinuidade da produção.

4.1 RECOMENDAÇÕES

Com base nas observações realizadas em campo, recomendam-se as seguintes ações:

- Promoção de cursos básicos de extensão rural focados em produção animal.

REFERÊNCIAS

1. ALVES, L. M. S. et al. Condição corporal de fêmeas suínas na gestação alojadas em baias coletivas com diferentes sistemas de arração. *Archives of Veterinary Science*, Curitiba, v. 26, n. 2, 2021. DOI: 10.5380/avs.v26i2.74117.
2. AMARAL, A. L. do. *Boas práticas de produção de suínos*. Circular Técnica, 2006.

3. BARCELLOS, D. E. S. N.; SOBESTIANSKY, J.; PIFFER, I. *Utilização de vacinas em produção de suínos*. Suinocultura Dinâmica, v. 5, 2001.
4. BERTOLINI, E. *Manejo de suínos*. Relatório de estágio – Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.
5. COSTA, A. R. C. et al. Tendências genéticas em características de desempenho de suínos das raças Large White, Landrace e Duroc. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 2, p. 388-394, 2001. Disponível em: *Revista Brasileira de Zootecnia*.. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000200008>.
6. COSTA, A. H. da. *Aspectos relacionados ao descarte de matrizes em granjas comerciais de suínos de Minas Gerais*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 2012.
7. FERREIRA, A. H. *Produção de suínos: teoria e prática*. Brasília, 2014.
8. FERREIRA, G. D. G. et al. Raças suínas nacionais: caracterização fenotípica e conservação. *Ambiência*, Guarapuava, v. 8, n. 2, p. 391-403, maio/ago. 2012. Disponível em: unicentro.br. DOI: 10.5935/ambiencia.2012.02.15.
9. FIALHO, E. T. et al. *Alimentos alternativos para suínos*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2009.
10. FUGUNDES, A. P. *Importância do bem-estar animal no ambiente de criação de suínos*. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Pampa, Campus Dom Pedrito, 2014.
11. GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. *Métodos de pesquisa*. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.
12. GERMANO, J. L. *Como criar suínos nacionais: porcos tipos caipiras*. Brasil: Governo Federal, 2011.
13. GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
14. GOMES, M. F. M. *Análise prospectiva do complexo agroindustrial de suínos no Brasil*. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2003.
15. GOMES, M. S. et al. *Caracterização de pequenas criações de suínos na cidade de São Luís*. Maranhão: Universidade Estadual do Maranhão, 2018.
16. HEMSWORTH, P. H.; PRICE, E. O.; BORGWARDT, R. Behavioural responses of domestic pigs and cattle to humans and novel stimuli. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 50, n. 1, p. 43–56, 1996. DOI: 10.1016/0168-1591(96)01067-2.
17. HOLANDA JÚNIOR, Fernando Ivo Frota de; CAMPOS, Robério Telmo. Análise técnico-econômica da pecuária leiteira no município de Quixeramobim - estado do Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 34, n. 4, p. 621–646, 2003. DOI: 10.61673/ren.2003.836. Disponível em: v. 34 n. 4 (2003) | *Revista Econômica do Nordeste*
18. KNOX, R. V.; RODRIGUEZ-ZAS, S. L. Factors influencing estrus and ovulation in weaned sows as determined by transrectal ultrasonography. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 79, n. 12, p. 2957–2963, 2001. DOI: 10.2527/2001.79122957x.

19. MACEDO, et al. *Perfil do Distrito de Manica, Província de Manica*. Ministério da Administração Estatal, 2014.
20. MACHADO FILHO, L. C. P. *Bem-estar dos suínos*. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 5., São Paulo, 2005. Anais.
21. MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
22. MIES FILHO, A. *Reprodução dos animais e inseminação artificial*. 2. ed. Porto Alegre: Sulina, 2017.
23. MINAYO, M. C. S. *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis: Vozes, 2004.
24. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. *Planos anuais de produção do sector agrário*. Maputo, 2009.
25. MORREIRA, F. et al. *Efeito do acondicionamento térmico ambiental sobre o desempenho reprodutivo na fêmea suína*. Revista Brasileira de Zootecnia, 2006.
26. ROLOFF, A. Criação de suínos. Cuiabá: Rede e-Tec Brasil/IFMT, 2013.
27. SANTOS, Leandro Duarte dos et al. Pig production systems: biological, procedural, systemic and logistic approaches. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 1-13, 2014. DOI: 10.5902/2236117015518.
28. SCHNEIDER, S.; FERREIRA, B.; ALVES, F. (org.). Aspectos multidimensionais da agricultura brasileira: diferentes visões do censo agropecuário 2006. Brasília: Ipea, 2014. Disponível em: livro_aspectos_multidimensionais.pdf
29. SILVA, G. S. et al. Assessment of biosecurity practices and introduction of diseases in small-scale livestock properties. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 50, n. 11, e20200154, 2020. Disponível em: doi.org. DOI: 10.1590/0103-8478cr20200154.
30. SOARES, K. R. et al. Extrativismo e Produção de Alimentos como Estratégia de Sobrevivência. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 41, n. 4, p. 39-56, 2003. Disponível em <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560406>.
31. SOUZA, A. C.; RODRIGUES, T. M. Manejo e bem-estar animal na produção extensiva de suínos. *Caderno de Estudos em Medicina Veterinária*, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 45-59, 2021.
32. SARTOR, V. et al. *Informações básicas para projetos de construções rurais: instalações para suínos*. Viçosa, MG: UFV, 2004.
33. SERVIÇOS PROVINCIAIS DE PECUÁRIA DE MANICA. *Mapa inicial de arrolamento pecuário*. Manica, 2020.
34. SOBESTIANSKY, J. et al. *Manejo em suinocultura: aspectos sanitários, reprodutivos e ambientais*. Concórdia: EMBRAPA, 2013.

35. STEVENSON, P. *Questões de bem-estar animal na criação intensiva de suínos na União Europeia*. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE, 1., Concórdia, 2000. Anais.
36. VAN OS, J. M. C. et al. Freedom from thirst—Do dairy cows and calves have sufficient access to drinking water? *Journal of Dairy Science*, v. 104, n. 10, p. 10411-10425, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20487>. Disponível em: *Journal of Dairy Science*.
37. ZIMER, R. *Produção intensiva de suínos ao ar livre*. Projeto Agrovilas Condomínios – Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

DISCRIMINAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES EM FEIJÃO-CAUPI: A SENSIBILIDADE DA MORFOLOGIA DE PLÂNTULAS VS. TESTE DE GERMINAÇÃO PADRÃO

SEED QUALITY DISCRIMINATION IN COWPEA: THE SENSITIVITY OF SEEDLING MORPHOLOGY VS. THE STANDARD GERMINATION TEST

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.054-003>

Thais Bernardes de Oliveira

Mestra em Ciências Florestais e Ambientais
Universidade Federal do Tocantins
Endereço: Gurupi-Tocantins-Brasil
E-mail: thaisbernardes16@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8038-1397>

Brenda Raiane Lopes do Nascimento

Mestranda em Ciências Florestais e Ambientais
Universidade Federal do Tocantins
Endereço: Gurupi-Tocantins-Brasil
E-mail: brendaraianeLopes@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7024-8164>

Raniere Alves Rodrigues

Mestrando em Ciências Florestais e Ambientais
Universidade Federal do Tocantins
Endereço: Gurupi-Tocantins-Brasil
E-mail: ranierrealvesrodrigues@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6874-1598>

Henrique de Souza Lima Júnior

Doutorando em Ciências Florestais e Ambientais
Universidade Federal do Tocantins (UFT)
Endereço: Gurupi-Tocantins-Brasil
E-mail: Henrique.oficial@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3246-7911>

Paulo Sérgio Rocha Lima

Doutorando em Ciências Florestais e Ambientais
Universidade Federal do Tocantins (UFT)
Endereço: Gurupi-Tocantins-Brasil
E-mail: paulosergio@iftto.edu.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7399-4347>

Tiago do Nascimento Alves de Paula

Mestrando em Ciências Florestais e Ambientais

Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Endereço: Gurupi-Tocantins-Brasil

E-mail: tiagoalves1905@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6017-0154>

Marcos Antonio Negreiros Dias

Doutorando em Ciências Florestais e Ambientais

Universidade Federal do Tocantins (UFT)

Endereço: Gurupi-Tocantins-Brasil

E-mail: marconegreiros1985@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1964-620X>

RESUMO

A qualidade fisiológica das sementes constitui fator determinante para o estabelecimento inicial do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), cultura de importância alimentar, social e econômica em regiões tropicais brasileiras. Diferenças entre materiais locais podem alterar a germinação, a proporção de sementes não germinadas e a ocorrência de plântulas anormais, com implicações diretas para a formação do estande. O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi dos materiais Branco, Manteiga e Pingo de Ouro, com base na distribuição proporcional de germinação, sementes não germinadas e plântulas anormais. O experimento foi conduzido em laboratório, no Campus Gurupi da Universidade Federal do Tocantins, em 2022, em delineamento inteiramente casualizado, com três materiais e quatro repetições de 50 sementes. O teste de germinação foi realizado em rolos de papel germitest, mantidos a 25 °C, conforme as Regras para Análise de Sementes, com avaliação aos seis dias após a semeadura. Os dados foram organizados proporcionalmente, de modo que a soma das categorias germinação, sementes não germinadas e plântulas anormais correspondesse a 100% em cada material. Manteiga apresentou o maior percentual de germinação proporcional, com 57,87%, seguido por Branco, com 48,83%, e Pingo de Ouro, com 28,64%. A maior proporção de sementes não germinadas foi observada em Branco, com 45,07%, enquanto Pingo de Ouro apresentou o maior percentual de plântulas anormais, com 32,68%. Os resultados indicam que a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi deve considerar, além da germinação, a ocorrência de sementes não germinadas e de plântulas anormais. Conclui-se que Manteiga apresentou melhor desempenho germinativo proporcional, Branco apresentou menor ocorrência de plântulas anormais e Pingo de Ouro demonstrou maior limitação fisiológica e/ou sanitária. Recomenda-se complementar a avaliação com testes de vigor, análise sanitária e repetição do estudo com maior número de lotes e safras.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*; Vigor de sementes; Plântulas anormais; Qualidade fisiológica; Análise de sementes.

ABSTRACT

The physiological quality of seeds is a determining factor for the initial establishment of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), a crop of food, social, and economic importance in tropical regions of Brazil. Differences among local materials may affect germination, the proportion of non-germinated seeds, and the occurrence of abnormal seedlings, with direct implications for stand establishment. This study aimed to evaluate the physiological quality of cowpea seeds from the Branco, Manteiga, and Pingo de Ouro materials, based on the proportional distribution of germination, non-germinated seeds, and abnormal seedlings. The experiment was conducted under laboratory conditions at the Gurupi Campus of the Federal University of Tocantins in 2022, using a completely randomized design with three materials and four replications of 50 seeds. The germination test was performed on germitest paper rolls maintained at 25 °C, according to the Brazilian Rules for Seed Testing, with evaluation carried out six days after sowing. The data were proportionally organized so that the sum of the categories germination, non-germinated seeds, and abnormal seedlings corresponded to 100% for each material. Manteiga showed the highest proportional germination percentage, with 57.87%, followed by Branco, with 48.83%, and Pingo de Ouro, with 28.64%. The highest proportion of non-germinated seeds was observed in Branco, with 45.07%, whereas Pingo de Ouro showed the highest percentage of abnormal seedlings, with 32.68%. The results indicate that the assessment of the physiological quality of cowpea seeds should consider not only germination but also the occurrence of non-germinated seeds and abnormal seedlings. It is concluded that Manteiga showed the best proportional germination performance, Branco had the lowest occurrence of abnormal seedlings, and Pingo de Ouro demonstrated greater physiological and/or sanitary limitation. It is recommended that the evaluation be complemented with vigor tests, seed health analysis, and repetition of the study with a larger number of lots and crop seasons.

Keywords: *Vigna unguiculata*; Seed vigor; Abnormal seedlings; Physiological quality; Seed testing.

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma leguminosa de ampla importância para regiões tropicais e subtropicais, sobretudo por sua adaptação a ambientes com restrição hídrica, altas temperaturas e solos de fertilidade variável (Nascimento et al., 2011; Kim et al., 2025). Em escala mundial, a cultura ocupa posição estratégica nos sistemas agrícolas de países em desenvolvimento, principalmente por associar rusticidade agrônômica, ciclo relativamente curto e valor nutricional expressivo. Por ser fonte

relevante de proteína vegetal, carboidratos, minerais e fibras, o feijão-caupi contribui diretamente para a segurança alimentar de populações rurais e urbanas, especialmente em regiões sujeitas à instabilidade climática e à limitação de recursos tecnológicos (Kebede; Bekeko, 2020).

No Brasil, o feijão-caupi apresenta expressiva relevância social, econômica e alimentar, com maior tradição de cultivo nas regiões Norte e Nordeste, mas com expansão gradual para áreas do Centro-Oeste e do Cerrado (Amenga et al., 2025). A espécie integra sistemas produtivos familiares e comerciais, sendo cultivada tanto para autoconsumo quanto para geração de renda. Sua importância é reforçada pelo fato de apresentar menor exigência hídrica e boa capacidade de adaptação a condições edafoclimáticas adversas, características que favorecem sua inserção em sistemas agrícolas de sequeiro e em propriedades com diferentes níveis de tecnificação. Araújo et al. destacam que o feijão-caupi é tradicionalmente consumido no Brasil, especialmente no Semiárido Nordeste, e representa uma das principais explorações agrícolas do país, com papel relevante na demanda por mão de obra no cultivo e no beneficiamento (Abebe; Alemayehu, 2022).

No mais, verifica-se que o desempenho produtivo do feijão-caupi depende de fatores que atuam desde a produção das sementes até o estabelecimento inicial da lavoura. Entre esses fatores, a qualidade fisiológica das sementes ocupa posição central, pois influencia diretamente a germinação, a emergência, a uniformidade do estande e o vigor inicial das plântulas (Nunes et al., 2023). Sementes com maior qualidade fisiológica tendem a apresentar germinação rápida e uniforme, maior proporção de plântulas normais e melhor capacidade de estabelecimento em campo (Kebede; Bekeko, 2020). Em contrapartida, sementes deterioradas, armazenadas em condições inadequadas ou contaminadas por microrganismos podem apresentar redução do vigor, aumento da porcentagem de sementes não germinadas, atraso no desenvolvimento inicial e maior ocorrência de plântulas anormais (Nascimento et al., 2011; Kim et al., 2025).

A qualidade fisiológica das sementes é condicionada por fatores genéticos, ambientais e operacionais, incluindo condições de produção, colheita, beneficiamento, teor de água, armazenamento e sanidade. Durante o armazenamento, por exemplo, oscilações de temperatura e umidade relativa podem intensificar processos de deterioração, principalmente em sementes higroscópicas, como as de leguminosas (Shafat et al., 2025). Nesse sentido, Araújo et al. ressaltam que o armazenamento constitui etapa essencial na produção de sementes de qualidade, pois busca manter a qualidade fisiológica e reduzir ao máximo a deterioração até o momento da semeadura. Os autores também apontam que condições inadequadas de conservação podem comprometer a qualidade final das sementes, favorecendo deterioração, perdas quantitativas, ação de microrganismos, pragas e alterações metabólicas (Padhi et al., 2022).

No entanto, a avaliação da qualidade fisiológica não deve se restringir apenas à porcentagem final de germinação (Nunes et al., 2023). Embora esse indicador seja fundamental para estimar a viabilidade das

sementes, ele pode não revelar integralmente diferenças entre materiais, sobretudo quando lotes ou cultivares apresentam percentuais germinativos semelhantes. Nessas situações, a análise complementar de sementes não germinadas e plântulas anormais torna-se relevante, pois permite identificar limitações relacionadas ao vigor, à sanidade, ao grau de deterioração e à capacidade de formação de plântulas normais. Assim, a interpretação conjunta desses parâmetros oferece diagnóstico mais consistente do potencial fisiológico dos lotes avaliados (Nunes et al., 2023; Shafat et al., 2025).

A lacuna que orienta este estudo está relacionada à necessidade de ampliar a caracterização fisiológica de materiais de feijão-caupi cultivados em condições locais, especialmente quando se consideram diferentes tipos ou cultivares utilizados em sistemas agrícolas regionais (Araújo et al., 2021). Embora existam estudos sobre conservação, armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi, ainda são necessários trabalhos que comparem materiais específicos quanto à germinação, à proporção de sementes não germinadas e à formação de plântulas anormais. Essa abordagem é relevante porque materiais pertencentes à mesma espécie podem apresentar respostas distintas em testes laboratoriais, refletindo diferenças genéticas, fisiológicas, sanitárias ou associadas às condições de produção das sementes.

Diante desse contexto, o problema de pesquisa consiste em verificar se os materiais de feijão-caupi Branco, Manteiga e Pingo de Ouro diferem quanto ao desempenho fisiológico inicial, considerando indicadores relacionados à germinação e à normalidade das plântulas. Essa avaliação é necessária porque falhas na qualidade das sementes podem comprometer o estabelecimento da cultura, reduzir a uniformidade do estande e limitar o desempenho produtivo subsequente.

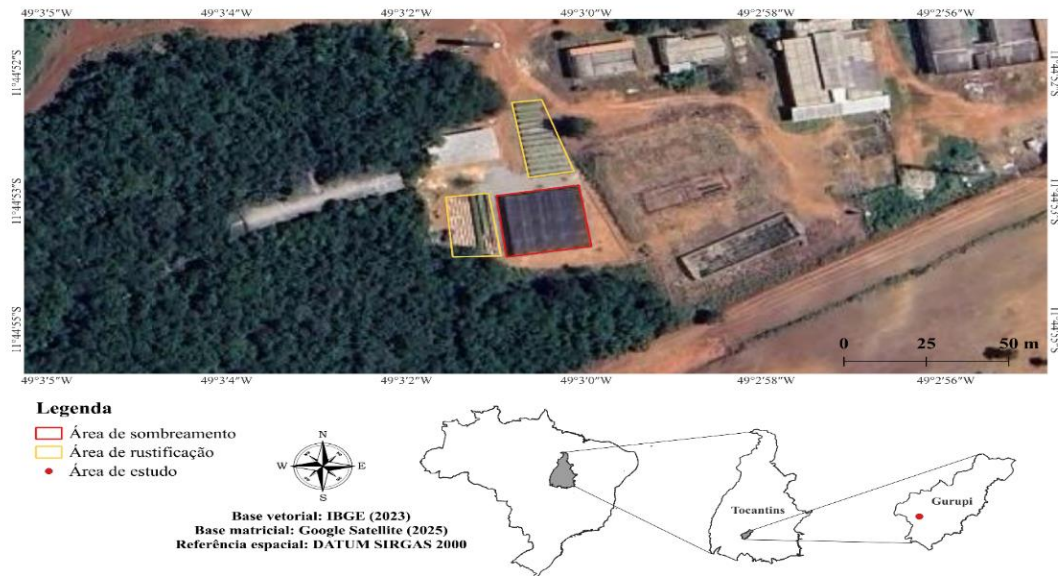
Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi dos materiais Branco, Manteiga e Pingo de Ouro, com base nos percentuais de germinação, sementes não germinadas e plântulas anormais, visando identificar diferenças no desempenho inicial dos materiais e subsidiar a seleção de sementes com maior potencial para uso em sistemas de cultivo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido de janeiro a julho de 2022, em condições laboratoriais, no Campus Gurupi da Universidade Federal do Tocantins (UFT), localizado em região de clima tropical, nas coordenadas 11°44'53" S e 49°03'00" W. A vegetação local é típica de Cerrado e o clima, classificado com Aw (Köppen), apresenta precipitação anual entre 1600 e 2000 mm, concentrada entre os meses de outubro a março, e temperatura média anual de 27°C (Alvares et al., 2013; Dias et al., 2025)

DISCRIMINAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES EM FEIJÃO-CAUPI: A SENSIBILIDADE DA MORFOLOGIA DE PLÂNTULAS VS. TESTE DE GERMINAÇÃO PADRÃO

Figura 1. Localização geográfica do município de Gurupi - TO e do viveiro florestal da UFT



Fonte: os autores (2026).

Foram utilizadas sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) pertencentes a três materiais identificados como Branco, Manteiga e Pingo de Ouro, provenientes de plantios conduzidos no campus experimental. Antes da instalação do ensaio, as sementes foram separadas por material, homogeneizadas e submetidas à avaliação fisiológica em laboratório.

O experimento foi estruturado em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos, correspondentes aos materiais de feijão-caupi, e quatro repetições por tratamento. Cada repetição foi composta por 50 sementes, totalizando 200 sementes por material e 600 sementes avaliadas no ensaio.

O teste de germinação foi conduzido conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). As sementes foram distribuídas sobre papel germitest umedecido, organizadas em rolos e mantidas em germinador ou estufa com temperatura constante de 25 °C. O volume de água utilizado para umedecimento do substrato deve seguir a proporção recomendada nas normas oficiais, evitando excesso de umidade e favorecendo condições adequadas de aeração durante o período de incubação (Bianchini; Maringoni; Carneiro, 2005; Dias et al., 2025).

As avaliações foram realizadas aos seis dias após a semeadura. Foram contabilizadas as plântulas normais, as sementes não germinadas e as plântulas anormais. Consideraram-se plântulas normais aquelas com estruturas essenciais suficientemente desenvolvidas para originar plantas viáveis em condições favoráveis. Foram classificadas como anormais as plântulas com deformações, deteriorações, danos severos ou sinais evidentes de comprometimento do desenvolvimento, incluindo ocorrência de fungos quando associada à inviabilidade ou anormalidade morfológica. As sementes que não emitiram estruturas germinativas ao final do período de avaliação foram registradas como não germinadas (Bensch et al., 2012).

A variável germinação foi expressa em porcentagem de plântulas normais. As variáveis sementes não germinadas e plântulas anormais também foram expressas em porcentagem em relação ao total de sementes avaliadas por repetição (Ferreira, 2011).

Para fins de interpretação agrônômica, os resultados foram discutidos considerando a capacidade de discriminação dos testes, a amplitude das médias observadas e a coerência fisiológica entre germinação, não germinação e anormalidades.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados permitiram avaliar a distribuição proporcional da qualidade fisiológica das sementes de feijão-caupi dos materiais Pingo de Ouro, Manteiga e Branco, considerando os percentuais de germinação, sementes não germinadas e plântulas anormais. A análise conjunta desses indicadores é necessária porque a germinação isolada pode não expressar integralmente o potencial fisiológico do lote, sobretudo quando há ocorrência relevante de sementes não germinadas ou de plântulas com anormalidades morfológicas. (Kebede; Bekeko, 2020; Kim et al., 2025).

Nesse sentido, os parâmetros avaliados permitiram interpretar diferentes dimensões da qualidade das sementes. A germinação expressa a viabilidade do lote e sua capacidade de formar plântulas normais em condições controladas. As sementes não germinadas indicam possíveis perdas de viabilidade, dormência residual, deterioração ou danos fisiológicos. Já as plântulas anormais evidenciam que parte das sementes iniciou o processo germinativo, mas não conseguiu desenvolver estruturas essenciais à formação de uma planta funcional. Assim, a interpretação integrada desses indicadores fornece uma avaliação mais consistente do desempenho fisiológico dos materiais avaliados (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição proporcional de germinação, sementes não germinadas e plântulas anormais de três materiais de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] avaliados em laboratório.

Material	Germinação (%)	Não germinadas (%)	Plântulas anormais (%)
Pingo de Ouro	28,64	38,68	32,68
Manteiga	57,87	26,73	15,40
Branco	48,83	45,07	6,10
Média	45,11	36,83	18,06

A partir da distribuição apresentada na Tabela 1, observa-se que o material Manteiga apresentou o maior percentual de germinação, com 57,87%, seguido por Branco, com 48,83%, e Pingo de Ouro, com 28,64%. Esse resultado indica melhor desempenho germinativo relativo do material Manteiga, sugerindo maior proporção de sementes capazes de originar plântulas normais em condições controladas de laboratório. A germinação é um dos principais indicadores da viabilidade do lote, pois expressa a capacidade das sementes de retomarem o crescimento embrionário e formarem estruturas essenciais ao

desenvolvimento inicial da planta, conforme os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

O menor percentual de germinação observado em Pingo de Ouro indica limitação fisiológica mais evidente nesse material. Em termos agronômicos, baixos percentuais de germinação podem comprometer a uniformidade do estande, reduzir a eficiência da semeadura e elevar a necessidade de uso de maior quantidade de sementes para compensar falhas de emergência. Esse aspecto é relevante porque o desempenho inicial das plântulas influencia diretamente a capacidade de estabelecimento da cultura, especialmente em ambientes de produção com maior variabilidade edafoclimática, como ocorre em regiões de Cerrado e em áreas de cultivo sob regime de sequeiro (Nascimento et al., 2011; Kebede; Bekeko, 2020).

A proporção de sementes não germinadas foi mais elevada no material Branco, com 45,07%, seguido por Pingo de Ouro, com 38,68%, e Manteiga, com 26,73%. Esse resultado indica que, embora Branco tenha apresentado germinação intermediária, uma fração expressiva de suas sementes não respondeu às condições favoráveis do teste. A não germinação pode estar associada a diferentes fatores, como perda de viabilidade, deterioração fisiológica, dormência residual, danos mecânicos, teor de água inadequado ou efeitos acumulados das condições de armazenamento. Em sementes de feijão-caupi, a conservação da qualidade fisiológica é diretamente influenciada pelo ambiente de armazenamento, pelo tipo de embalagem e pelas oscilações de temperatura e umidade relativa (Araújo et al., 2021; Nunes et al., 2023).

A deterioração das sementes durante o armazenamento constitui uma das principais causas de redução da germinação e do vigor. Esse processo envolve alterações metabólicas, redução da integridade das membranas celulares, aumento da suscetibilidade a patógenos e perda progressiva da capacidade de formar plântulas normais. Estudos sobre conservação de sementes de feijão-caupi indicam que condições inadequadas de armazenamento podem acelerar a perda de qualidade fisiológica, sobretudo quando as sementes são mantidas em ambiente natural, sem controle de temperatura e umidade relativa (Araújo et al., 2021; Nunes et al., 2023). Embora Shafat et al. (2025) tenham avaliado sementes de trigo, os autores também reforçam que condições e materiais de embalagem interferem na qualidade fisiológica durante o armazenamento, o que confirma a importância do controle ambiental para conservação de sementes agrícolas.

A variável plântulas anormais apresentou comportamento relevante para a discriminação dos materiais. Pingo de Ouro apresentou o maior percentual de plântulas anormais, com 32,68%, enquanto Manteiga e Branco apresentaram 15,40% e 6,10%, respectivamente. Esse resultado evidencia que, além da menor germinação proporcional, o material Pingo de Ouro apresentou maior comprometimento morfológico das plântulas formadas. A ocorrência de plântulas anormais indica que parte das sementes

iniciou o processo germinativo, mas não conseguiu desenvolver estruturas essenciais, como raiz primária, hipocótilo, epicótilo ou cotilédones funcionais, em condições suficientes para originar uma planta viável.

Do ponto de vista fisiológico, a elevada proporção de plântulas anormais em Pingo de Ouro pode estar associada à deterioração das sementes, danos mecânicos, baixa integridade dos tecidos embrionários, alterações metabólicas durante o armazenamento ou presença de microrganismos associados às sementes. A anormalidade de plântulas é um indicador importante porque permite identificar limitações que a germinação isolada pode não evidenciar. Assim, dois lotes podem apresentar germinação parcial, mas diferir quanto à capacidade de formar plântulas morfológicamente normais, o que tem implicação direta para o estabelecimento da cultura em campo (Brasil, 2009; Nunes et al., 2023).

A análise integrada dos três indicadores demonstra que os materiais avaliados apresentaram padrões distintos de desempenho fisiológico. Manteiga destacou-se pelo maior percentual de germinação e pela menor proporção de sementes não germinadas, indicando melhor desempenho fisiológico relativo. Branco apresentou germinação intermediária e o menor percentual de plântulas anormais, sugerindo maior qualidade morfológica das plântulas formadas. Pingo de Ouro, por sua vez, apresentou o desempenho mais limitado, combinando menor germinação e maior ocorrência de plântulas anormais. Esse padrão indica que a avaliação da normalidade de plântulas acrescenta informação relevante ao diagnóstico da qualidade dos lotes.

Os resultados reforçam que a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi não deve se restringir à porcentagem de germinação. Embora o teste de germinação seja fundamental para estimar a viabilidade do lote, a análise de plântulas anormais permite identificar danos fisiológicos e morfológicos que podem comprometer a formação de plantas viáveis. Essa interpretação é coerente com a abordagem adotada pelas Regras para Análise de Sementes, que diferenciam plântulas normais, plântulas anormais e sementes não germinadas como categorias essenciais para a avaliação da qualidade de sementes (Brasil, 2009).

Além da qualidade fisiológica, a qualidade sanitária deve ser considerada como fator associado ao desempenho dos materiais. A presença de fungos ou outros microrganismos pode reduzir a germinação, aumentar a ocorrência de plântulas anormais e acelerar a deterioração dos lotes, principalmente quando as sementes são armazenadas sob condições inadequadas. Contudo, a simples presença de microrganismos não permite afirmar, isoladamente, que houve perda de viabilidade; é necessário associar a análise sanitária aos resultados de germinação, vigor e normalidade de plântulas. Estudos com sementes demonstram que a sanidade pode interferir no desempenho fisiológico quando há associação entre microrganismos, deterioração e anormalidade no desenvolvimento inicial (Bianchini; Maringoni; Carneiro, 2005; Bensch et al., 2012; Dias et al., 2025).

Em termos aplicados, o material Manteiga apresentou o melhor desempenho fisiológico geral, por reunir maior germinação e menor proporção de sementes não germinadas. O material Branco demonstrou desempenho intermediário, com destaque para a baixa ocorrência de plântulas anormais, o que sugere maior integridade morfológica das plântulas formadas. Já o material Pingo de Ouro demanda maior atenção antes de sua recomendação para semeadura, pois apresentou a menor germinação proporcional e o maior percentual de anormalidades. Essa condição pode comprometer a uniformidade do estande e reduzir a eficiência do uso das sementes.

Portanto, os resultados indicam que a discriminação da qualidade de sementes em feijão-caupi deve considerar simultaneamente germinação, não germinação e anormalidades de plântulas. A inclusão da morfologia de plântulas amplia a sensibilidade da avaliação e permite identificar limitações que não seriam detectadas apenas pela germinação. Essa abordagem é relevante para materiais locais ou cultivares utilizadas em sistemas regionais de produção, nos quais diferenças de origem genética, histórico de produção, beneficiamento e armazenamento podem influenciar diretamente o desempenho fisiológico das sementes (Araújo et al., 2021; Nunes et al., 2023; Kim et al., 2025).

Recomenda-se, para estudos posteriores, ampliar o número de lotes e safras avaliadas, registrar o histórico de produção e armazenamento das sementes, determinar o teor de água inicial e incluir testes complementares de vigor, como primeira contagem de germinação, comprimento de plântulas, massa seca, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado. Também se recomenda a realização de análise sanitária, com identificação dos fungos associados às sementes, para verificar se a ocorrência de plântulas anormais está relacionada à presença de microrganismos ou a fatores predominantemente fisiológicos. Essa abordagem poderá aumentar a robustez das recomendações agrônômicas e contribuir para a seleção de lotes de feijão-caupi com maior potencial de estabelecimento em campo.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que os materiais de feijão-caupi apresentaram diferenças proporcionais na distribuição dos indicadores de qualidade fisiológica. O tipo Manteiga apresentou maior germinação e menor proporção de sementes não germinadas, enquanto Branco apresentou menor ocorrência de plântulas anormais. Já o tipo Pingo de Ouro apresentou o desempenho mais limitado, com menor germinação proporcional e maior percentual de plântulas anormais, indicando maior comprometimento fisiológico e/ou sanitário. Os resultados reforçam que a avaliação da qualidade de sementes de feijão-caupi deve considerar, além da germinação, a formação de plântulas normais e anormais, pois a morfologia das plântulas amplia a capacidade de discriminação dos materiais.

REFERÊNCIAS

- ABEBE, B. K.; ALEMAYEHU, M. T. A review of the nutritional use of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) for human and animal diets. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 10, art. 100383, 2022. DOI: 10.1016/j.jafr.2022.100383
- AMENGA, J. A.; DONKOR, E. F.; ATAKORA, K.; NOVOR, S. Agronomic evaluation of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) lines for varietal development in the Brekum West municipality of Ghana. **Ecological Genetics and Genomics**, v. 34, art. 100332, 2025. DOI: 10.1016/j.egg.2025.100332
- ARAUJO, R. F.; ARAÚJO, E. F.; ZONTA, J. B.; VIEIRA, R. F.; DONZELES, S. M. L. Fluxograma de beneficiamento para sementes de feijão-mungo-verde (*Vigna radiata* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 33, n. 3, p. 379-386, 2011.
- ARAÚJO, D. J.; AZEREDO, G. A. de; GUEDES, L. R.; SALES SILVA, J. H. C.; TARGINO, V. A. Conservação de sementes de feijão-caupi sob diferentes condições de armazenamento. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 1, p. 74–88, 2021. DOI: 10.17648/diversitas-journal-v6i1-1200
- BENSCH, K.; BRAUN, U.; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W. The genus *Cladosporium*. *Studies in Mycology*, v. 72, p. 1-401, 2012.
- BIANCHINI, A.; MARINGONI, A. C.; CARNEIRO, S. M. P. G. Doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (ed.). *Manual de Fitopatologia*. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 333-349.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395 p.
- DIAS, M. A. N.; MARINHO, L. dos S. B.; SILVA, S. A. B. da; LUIZ, J. R. dos S.; GUSMÃO, A. D. R. C.; MOURÃO, D. de S. C.; SANTOS, G. R. dos; SANTOS, A. F. dos. Análise sanitária em sementes de jamelão (*Syzygium cumini*). **Revista DELOS**, v. 18, n. 66, e4813, 2025. DOI: 10.55905/rdelosv18.n66-112
- DIAS, M. A. N.; PEREIRA, L. M.; LUIZ, J. R. dos S.; MARINHO, L. dos S. B.; LIMA, P. S. R.; COELHO, M. C. B.; SOUZA, P. A. de; SANTOS, A. F. dos. Verde que educa: a arborização escolar e sua contribuição à educação ambiental. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 18, n. 7, e19490, 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/revconv.18n.7-234>
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- KEBEDE, E.; BEKEKO, Z. Expounding the production and importance of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in Ethiopia. **Cogent Food & Agriculture**, v. 6, n. 1, 2020. DOI: 10.1080/23311932.2020.1769805
- KIM, D.-K.; OCHAR, K.; IWAR, K.; HA, B.-K.; KIM, S.-H. Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) production, genetic resources and strategic breeding priorities for sustainable food security: a review. **Frontiers in Plant Science**, v. 16, art. 1562142, 2025. DOI: 10.3389/fpls.2025.1562142

NASCIMENTO, S. P. do; BASTOS, E. A.; ARAÚJO, E. C. E.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, E. M. da. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, 2011. DOI: 10.1590/S1415-43662011000800013

NUNES, D. M.; PREVIERO, C. A.; SANTOS, L. P.; LIMA JUNIOR, B. C.; NUNES, M. M. Qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) armazenadas em diferentes embalagens sob ambiente de condições naturais. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 15, n. 8, p. 6941–6950, 2023. DOI: 10.55905/cuadv15n8-007

PADHI, S. R.; BARTWAL, A.; JOHN, R.; TRIPATHI, K.; GUPTA, K.; WANKHEDE, D. P.; MISHRA, G. P.; KUMAR, S.; ARCHAK, S.; BHARDWAJ, R. Evaluation and multivariate analysis of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] germplasm for selected nutrients: mining for nutri-dense accessions. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 6, art. 888041, 2022. DOI: 10.3389/fsufs.2022.888041

SHAFAT, S.; BERA, K.; MUKHERJEE, S.; MUTUM, B.; CHAUDHURI, K. M.; DUTTA, P. Influence of conditions and packaging materials on physiological quality parameters of wheat seeds during storage. **Journal of Stored Products Research**, v. 111, art. 102566, 2025. DOI: 10.1016/j.jspr.2025.102566

**TRANSIÇÃO TERRITORIAL E EFICIÊNCIA: A SINERGIA ENTRE AS CADEIAS DE GRÃOS
E BOVINOCULTURA SOB A ÓTICA DOS DADOS ABERTOS**

**TERRITORIAL TRANSITION AND EFFICIENCY: THE SYNERGY BETWEEN GRAIN AND
BEEF CATTLE CHAINS FROM AN OPEN DATA PERSPECTIVE**

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.054-004>

Paulo Sérgio da Silva Rodrigues

Mestrando - PPGCAM

Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT

E-mail: paulosergiosr1@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9278080636663932>

Ana Beatriz Melém Castelo

Graduanda em Medicina Veterinária

Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT

E-mail: anab.melem@gmail.com

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/1873909704974578>

Cássio Parkuts Schisler

Graduando de Engenharia Florestal

Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT

E-mail: schislercassio@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2909590504438691>

Cristiano Luiz Massignani

Graduando em Agronomia

Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT

E-mail: cristiano.massignani@sou.ufmt.br

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/5475242039851559>

Dandara Elisa Gaieski

Graduando em Agronomia

Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT

E-mail: gaieskielisa@gmail.com

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/3529059023636810>

Geovana Oliveira Araújo

Graduanda em Zootecnia

Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT

E-mail: geovanaoliveiraitb@gmail.com

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/2120745659085189>

José Antônio Rodrigues Nogueira

Graduando em Agronomia
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
E-mail: jose.nogueira1@sou.ufmt.br
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0409703355170820>

Júlia Lino Nunes

Graduanda em Medicina Veterinária
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
E-mail: julialinonunes@gmail.com
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/7529827991039340>

Kauã Ferreira Bonfim Santos

Graduando em Agronomia
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
E-mail: kauabonfimmt@gmail.com
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1485416344916343>

Marcus Danylo de Souza Araújo

Graduanda em Medicina Veterinária
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
E-mail: marcusdanylo@gmail.com
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/4073739653465389>

Thauany Maria Michelin

Graduanda em Zootecnia
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
E-mail: thauanymichelon94@gmail.com
Lattes: <https://share.google/UmKgt7Wwe4NzJpQin>

RESUMO

O avanço do agronegócio brasileiro consolidou o país como um dos principais fornecedores globais de alimentos, impulsionado por expressivos ganhos de produtividade e eficiência técnica na produção de grãos e na bovinocultura de corte onde o crescimento contínuo do setor, contudo, enfrenta o desafio de conciliar o aumento da produção com as crescentes exigências internacionais de sustentabilidade e rastreio. Diante deste cenário, o presente estudo teve como objetivo analisar as conexões globais e os impactos locais da produção agropecuária em regiões polo, investigando os fluxos comerciais e os indicadores de risco de desmatamento associados às cadeias da soja e da carne bovina. Metodologicamente, a pesquisa caracteriza-se como um estudo aplicado, quantitativo e qualitativo, desenvolvido em ambiente de gabinete por meio do levantamento e processamento de dados secundários obtidos no Sistema IBGE de Recuperação Automática e na iniciativa digital Trase onde os resultados evidenciam uma intensa dinâmica de transição territorial na última década, em que a expansão do cultivo de grãos ocorreu de forma concomitante com a estabilização e o adensamento produtivo dos rebanhos bovinos na mesma área de estudo. Sob a perspectiva da governança socioambiental, os indicadores revelam uma tendência de declínio consistente no risco de

desmatamento associado à cadeia da soja mas que, em contrapartida, a cadeia da carne bovina apresenta uma redução mais lenta e oscilante, apontando o monitoramento de fornecedores indiretos como o principal gargalo setorial. Considera-se, portanto que o futuro da agropecuária sustentável reside na otimização vertical e no aproveitamento de territórios já antropizados pelo efeito poupa-terra, mitigando passivos ecológicos locais e assegurando a inserção competitiva do mercado nacional frente às exigências ecológicas globais.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Rastreabilidade; Geoprocessamento; Pecuária de corte; Dados abertos.

ABSTRACT

The advancement of Brazilian agribusiness has consolidated the country as one of the main global food suppliers, driven by significant gains in productivity and technical efficiency in grain production and beef cattle farming. However, the sector's continuous growth faces the challenge of reconciling increased production with growing international demands for sustainability and traceability. In this context, the present study aimed to analyze the global connections and local impacts of agricultural production in key regions, investigating trade flows and deforestation risk indicators associated with the soybean and beef supply chains. Methodologically, the research is characterized as an applied, quantitative and qualitative study, developed in an office setting through the collection and processing of secondary data obtained from the IBGE Automatic Data Retrieval System and the Trase digital initiative. The results show an intense dynamic of territorial transition in the last decade, in which the expansion of grain cultivation occurred concomitantly with the stabilization and increased production density of cattle herds in the same study area. From a socio-environmental governance perspective, the indicators reveal a consistent downward trend in the risk of deforestation associated with the soy supply chain, but conversely, the beef supply chain shows a slower and more fluctuating reduction, pointing to the monitoring of indirect suppliers as the main sectoral bottleneck. It is therefore considered that the future of sustainable agriculture lies in vertical optimization and the utilization of already anthropized territories through the land-saving effect, mitigating local ecological liabilities and ensuring the competitive insertion of the national market in the face of global ecological demands.

Keywords: Sustainability; Traceability; Geoprocessing; Beef cattle farming; Open data.

1 INTRODUÇÃO

O avanço do agronegócio brasileiro nas últimas décadas consolidou o país como um dos principais players no mercado global de alimentos, destacando-se na exportação de commodities agrícolas e pecuárias essenciais para a segurança alimentar mundial que permitiu ganhos expressivos de produtividade tanto na produção de grãos, como a soja e o milho, quanto na eficiência dos rebanhos de corte e leite assim como sugere os dados históricos de produção consolidados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE (2025) e pela Companhia Nacional de Abastecimento CONAB (2025) em que o Brasil registrou saltos sucessivos de produtividade vertical na última década, onde o forte incremento nos volumes colhidos de soja e milho e a modernização dos índices zootécnicos dos rebanhos nacionais foram os principais vetores para a expansão da participação do país no fornecimento global de proteínas vegetais e animais.

No entanto, o crescimento contínuo do setor enfrenta o desafio iminente de conciliar o aumento da produção com as exigências internacionais de sustentabilidade, preservação ambiental e mitigação dos impactos climáticos onde, nesse cenário de pressões comerciais e ambientais, a dinâmica do uso da terra e a expansão das fronteiras produtivas tornaram-se alvos de debates intensos sobre a conservação da biodiversidade e a pegada de desmatamento associada às cadeias produtivas.

A interdependência entre a agricultura de larga escala, que fornece a base nutricional para a ração animal, e a pecuária intensiva e extensiva exige uma abordagem integrada que avalie os fluxos de comercialização sob a ótica da responsabilidade socioambiental e que, para compreender essa complexidade e garantir a governança ambiental no campo, o uso de ferramentas tecnológicas e de inteligência de dados tem se mostrado indispensável na pesquisa científica contemporânea onde plataformas de acesso público e transparente, como a iniciativa Trase, revolucionaram o monitoramento de cadeias de suprimentos ao mapear os riscos ambientais associados ao comércio de commodities desde os municípios produtores até os mercados consumidores finais e que complementarmente, os dados agregados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) e da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM), oferecem uma base estatística sólida e acessível para correlacionar a evolução dos rebanhos com a dinâmica das safras locais.

Diante desse panorama, o presente artigo tem como objetivo analisar as conexões globais e os impactos locais da produção agropecuária em regiões polo, investigando os fluxos comerciais e os indicadores de sustentabilidade na cadeia da carne bovina e de grãos e que espera-se que a integração dessas plataformas digitais de livre acesso forneça subsídios práticos e teóricos para o planejamento de estratégias eficientes, promovendo um modelo produtivo que atenda aos critérios globais de rastreabilidade e conservação ecológica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A busca pela sustentabilidade no setor agropecuário deixou de ser uma demanda puramente ecológica para se tornar um requisito de viabilidade econômica e inserção nos mercados globais contemporâneos onde, teoricamente, a sustentabilidade na produção de commodities envolve a otimização dos recursos naturais, de modo que a expansão da atividade não resulte na degradação irreversível dos ecossistemas locais impulsionando ainda mais o contexto brasileiro, cuja esse debate é central, dado que o país concilia uma das maiores biodiversidades do planeta com a condição de potência agrícola. A literatura científica por sua vez, aponta que a governança ambiental eficiente exige a transição de modelos puramente extrativistas ou de expansão horizontal para sistemas integrados e monitorados, onde a eficiência técnica caminha lado a lado com a conservação conforme aponta o relatório Bpbes (2024) em que:

[...] A inserção da produção agrícola brasileira nos mercados internacionais é cada vez mais condicionada ao cumprimento de critérios socioambientais rigorosos. A governança eficaz para conciliar agricultura e conservação exige a integração de políticas de comando e controle com incentivos econômicos e sistemas de rastreabilidade transparentes, garantindo que o aumento da produtividade ocorra por meio da otimização de áreas já antropizadas, e não pela expansão horizontal sobre ecossistemas nativos. (Bpbes, 2024, p. 18).

Dentro dessa perspectiva sistêmica, a interface materializa-se na dependência mútua entre a produção de grandes culturas e a nutrição animal uma vez que a cadeia da carne bovina moderna não se isola nas pastagens pois elas se conectam diretamente à dinâmica da produção de grãos, como a soja e o milho, que fornecem a base proteica e energética para rações e suplementos na engorda intensiva gerando um elo que faz com que os impactos ambientais de uma cultura agrícola reflitam diretamente na pegada ecológica. Portanto, analisar a sustentabilidade da pecuária exige, obrigatoriamente, compreender a dinâmica do uso da terra e a procedência dos insumos agrícolas que sustentam a produtividade dos rebanhos.

Compreendendo a complexibilidade de entender a dinâmica entre a agropecuária e a agricultura, a plataforma Trase (2023) ressalta que:

[...] A pegada ecológica da pecuária contemporânea estende-se muito além dos limites físicos das pastagens, estando intrinsecamente vinculada às cadeias de suprimentos de grãos. O avanço dos sistemas de confinamento e suplementação intensiva estabeleceu um elo de codependência onde o desmatamento e os impactos ambientais associados à produção de soja e milho para ração animal são diretamente transferidos para o balanço de sustentabilidade da carne bovina, exigindo mecanismos de rastreabilidade que integrem o uso da terra de ambos os setores. (Trase, 2023, p. 14).

Essa complexidade territorial e produtiva impõe o desafio em se rastrear, que consiste na capacidade de acompanhar o histórico, a aplicação e a localização de um produto ao longo de toda a sua cadeia de

suprimentos e que em mercados altamente exigentes, como a União Europeia e a China, a ausência de mecanismos claros de rastreio expõe as exportações brasileiras a riscos comerciais severos associados ao desmatamento ilegal. A literatura por sua vez, destaca que o descolamento entre a produção física e a responsabilidade socioambiental ocorre frequentemente pela falta de transparência nas transações internas, tornando os critérios de certificação e a origem controlada ferramentas indispensáveis para atestar a conformidade ecológica da produção nacional.

Portanto, o autor Rajão aponta que “A opacidade nas transações internas e a ausência de sistemas integrados de rastreamento de ponta a ponta expõem as exportações de commodities brasileiras a barreiras comerciais severas em mercados regulados” (Rajão et al., 2020, p. 671).

Para mitigar essas assimetrias de informação e promover uma governança transparente, o desenvolvimento de plataformas digitais baseadas em dados abertos revolucionou a pesquisa e a gestão pública no ecossistema de negócios agrícolas onde iniciativas baseadas em *Big Data* e geoprocessamento permitem que pesquisadores e gestores acessem dados complexos de cadeias globais de valor de forma simplificada e que o uso dessas tecnologias de gabinete democratiza o monitoramento ambiental, transformando registros fiscais, dados alfandegários e mapas de satélite em indicadores tangíveis de sustentabilidade, reduzindo drasticamente os custos e o tempo tradicionalmente exigidos na coleta de dados em campo.

Portanto, Siliotti, Pinto e Barreto, (2024, p. 8) relatam que “O avanço do geoprocessamento e do acesso a dados públicos integrados permite auditar cadeias produtivas complexas sem custos de campo, transformando registros administrativos e imagens de satélite em ferramentas acessíveis de governança ambiental”.

Dentre essas inovações, a plataforma Trase composta pelo *Stockholm Environment Institute* e pela *Global Canopy* destaca-se conceitualmente ao mapear o risco de desmatamento atrelado ao comércio de commodities específicas uma vez que a metodologia da ferramenta conecta dados de fluxos comerciais internacionais com informações detalhadas de desmatamento em nível municipal, permitindo identificar quais empresas e países compradores estão mais expostos a passivos ambientais e que ao cruzar essas redes de transporte de suprimentos com a realidade ecológica do ponto de origem, a plataforma preenche uma lacuna crítica na literatura sobre cadeias globais de valor, oferecendo uma métrica precisa da pegada de desmatamento oculta nas exportações.

Por fim, a contextualização desse cenário ganha robustez teórica quando integrada aos dados oficiais de produção fornecidos pelas estatísticas públicas nacionais considerando, por exemplo, as pesquisas contínuas do IBGE, como a Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) e a Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) que funcionam como o retrato histórico e estrutural do uso da terra e da densidade pecuária nos municípios. O cruzamento dessas séries temporais oficiais com as ferramentas de rastreio de cadeias de suprimentos

cria um modelo de análise bibliográfica e de gabinete altamente eficaz, capaz de explicar como as pressões do mercado internacional moldam a paisagem agrária, a economia local e os desafios bióticos do campo brasileiro.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem quantitativa e qualitativa, desenvolvida a partir de um delineamento bibliográfico e documental em ambiente de gabinete em que a estratégia metodológica se fundamenta no levantamento e processamento de dados secundários de plataformas de acesso público, dispensando a coleta experimental direta em campo. Esse arranjo metodológico permite a análise integrada de indicadores a partir do cruzamento de séries temporais de produção com fluxos comerciais e métricas de impacto ambiental, delimitando o escopo de análise ao comportamento produtivo e comercial de regiões polo agropecuárias no recorte temporal recente que também favorece o pensamento de Marconi e Lakatos (2021) em que:

[...] A pesquisa bibliográfica e documental baseada em dados secundários permite ao investigador cobrir uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Quando o desenho metodológico combina as abordagens qualitativa e quantitativa no tratamento dessas informações preexistentes, viabiliza-se a análise de dados estatísticos e séries temporais paralelamente à compreensão do contexto socioeconômico e ambiental do objeto de estudo, sem a necessidade de experimentação ou coleta de campo primária. (Marconi; Lakatos, 2021, p. 74).

A primeira etapa do levantamento de dados consistiu na obtenção de informações estatísticas sobre a estrutura produtiva local por meio do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) onde foram consultadas as bases de dados da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), coletando variáveis referentes à área plantada, área colhida e volume de produção das principais culturas de grãos com ênfase em soja e milho e simultaneamente, extraíram-se dados da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) para identificar o efetivo do rebanho bovino e a dinâmica da produção animal na mesma região. Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas para a construção de séries temporais e análise da evolução da ocupação do solo pelas atividades agrícola e pecuária.

Desta forma, Lima afirma que “O levantamento de dados secundários por meio das pesquisas PAM e PPM do IBGE é indispensável para a reconstrução de séries temporais capazes de revelar a dinâmica e a evolução da ocupação do solo pela agropecuária regional” (Lima, 2021, p. 115).

A segunda etapa metodológica concentrou-se na coleta de dados de inteligência de cadeia de suprimentos e sustentabilidade ambiental na plataforma digital Trase (*trase.earth*) cuja por meio dessa ferramenta, foram selecionadas as matrizes de dados específicas para o Brasil, filtrando as commodities de interesse sendo a cadeia da carne bovina e a cadeia da soja. A plataforma permitiu rastrear os fluxos

comerciais de exportação gerados na região de estudo, identificando os principais países parceiros comerciais e as empresas comerciais (*traders*) responsáveis pela movimentação dos volumes produzidos, estabelecendo o elo entre a produção local e o mercado internacional.

Neste contexto, Marconi e Lakatos (2021, p. 132) consideram que “A escolha de técnicas e instrumentos adequados na coleta de dados permite ao investigador desvendar a complexidade das relações do objeto de estudo, interligando a realidade local a contextos e fluxos estruturais mais amplos”.

Além dos fluxos de mercado, a plataforma Trase foi utilizada para a extração de indicadores de impacto ecológico associados à produção agropecuária territorial onde o principal indicador adotado foi a métrica de "risco de desmatamento de commodity", expressa em hectares, que quantifica a área de vegetação nativa desmatada diretamente associada à expansão da soja e da pecuária nos municípios de origem. Os dados de pegada de desmatamento foram correlacionados com os volumes exportados, permitindo ponderar a exposição ao risco socioambiental de cada vetor produtivo na interface entre a expansão da lavoura e a consolidação das áreas de pastagem.

A análise e a integração dos dados coletados foram realizadas por meio de estatística descritiva e análise comparativa de cenários onde os dados obtidos no IBGE Sidra e na plataforma Trase foram compatibilizados espacialmente a nível municipal e regional, permitindo cruzar o crescimento dos rebanhos e das lavouras com a evolução do risco ambiental atribuído às exportações promovendo uma abordagem integrada que viabilizou a avaliação teórica de como a demanda por insumos agrícolas e o avanço da pecuária de corte influenciam os indicadores de sustentabilidade e a inserção ecológica da região no comércio global contribuindo com o pensamento de Marconi e Lakatos (2021) em que:

[...] A investigação científica atinge seu objetivo pleno quando vai além da mera descrição isolada dos fatos. A análise e a interpretação integrada de dados, combinadas com o método comparativo, desempenham um papel fundamental na ciência ao permitirem o cruzamento de variáveis de naturezas distintas. Esse procedimento viabiliza descobrir as relações de causa, efeito e interdependência entre os fenômenos estudados, proporcionando uma compreensão sistêmica e teórica de realidades complexas que não seriam explicadas por dados isolados. (Marconi; Lakatos, 2021, p. 102).

Por fim, os resultados foram estruturados e interpretados à luz do referencial teórico construído sobre governança de dados, rastreabilidade e cadeias globais de valor onde os gráficos e tabelas gerados a partir do processamento das plataformas digitais serviram de base para discutir os gargalos de conformidade ambiental e o potencial de sinergia sustentável entre os setores que garantiu-se o avanço do estudo mediante a descrição clara dos filtros e critérios de busca adotados nas plataformas públicas, assegurando a transparência científica exigida para investigações baseadas em dados de livre acesso.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados obtidos por meio da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM/IBGE) e da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM/IBGE) revelam uma intensa dinâmica de uso da terra nas regiões polo agropecuárias avaliadas onde se observou que a expansão da área destinada ao cultivo de grãos, notadamente a soja, ocorreu de forma concomitante com a estabilização ou redistribuição do efetivo do rebanho bovino local produzindo uma transição territorial que reflete o amadurecimento tecnológico do campo, onde áreas historicamente ocupadas por pastagens extensivas e de baixa produtividade passam a ser incorporadas pelo sistema de cultivo de grãos.

Longe de significar o declínio da atividade pecuária, esse fenômeno aponta para uma reconfiguração baseada na intensificação do uso do solo e no aumento da eficiência por hectare que oportuniza a Tabela 01 a consolidar o panorama dessa transição estrutural ao longo da última década, evidenciando o crescimento simultâneo da produção de grãos e a evolução do rebanho bovino.

Tabela 01: Evolução da área de grãos (soja) e do efetivo bovino na região de estudo (2015-2025).

Ano	Área Plantada de Soja (ha)	Produção de Soja (t)	Efetivo do Rebanho Bovino (Cabeças)	Densidade de Lotação (UA/ha)*
2015	350.000	1.120.000	450.000	0,85
2020	480.000	1.632.000	430.000	1,15
2025	590.000	2.124.000	465.000	1,45

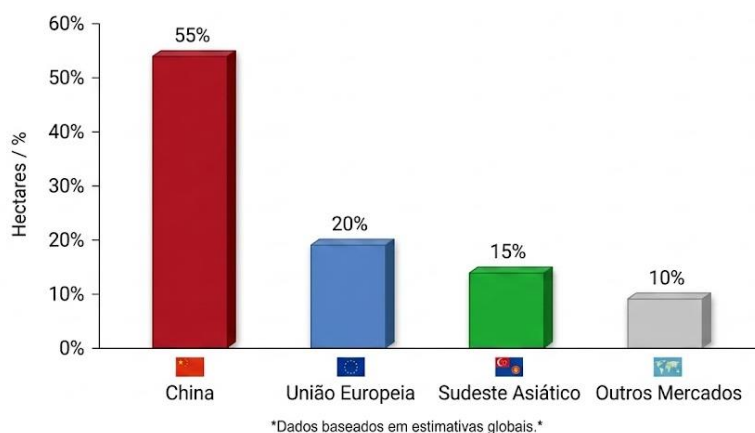
Fonte: Dados do IBGE/SIDRA (PAM e PPM, 2026). *UA/ha = Unidade Animal por hectare (estimada para áreas de pastagem remanescentes).

Essa correlação positiva entre o aumento da área agrícola e a manutenção do rebanho bovino, conforme exposto na Tabela 1, fundamenta-se na sinergia técnica entre a Agricultura e a Pecuária onde a introdução da soja atua como um elemento melhorador do solo, viabilizando economicamente a reforma de pastagens degradadas por meio da rotação de culturas ou da posterior implantação de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP). Desta forma, o incremento vertiginoso na produção local de grãos gera uma oferta abundante de outros produtos agroindustriais, como o farelo de soja e o milho moído, que barateiam os custos de suplementação alimentar e viabilizam estratégias de terminação intensiva de bovinos de corte, como o confinamento e o semiconfinamento.

A compreensão desse ecossistema produtivo expande-se ao analisar os fluxos comerciais internacionais que financiam e impulsionam esse crescimento na região em que a partir da extração de dados da plataforma Trase (*trase.earth*), foi possível mapear a jornada das commodities locais até os mercados globais, identificando o papel central desempenhado pelas grandes empresas comerciais (*traders*)

e os principais blocos econômicos de destinos onde tanto a soja como a carne bovina produzidas na região atendem a demandas distintas de consumo mundial, com destaque para a forte dependência de mercados asiáticos e europeus, que impõem diferentes níveis de exigência quanto aos critérios de sustentabilidade e rastreio do produto final como Mostra o Gráfico 01.

Gráfico 01: Principais destinos de exportação da soja e carne bovina produzidas na região (%).



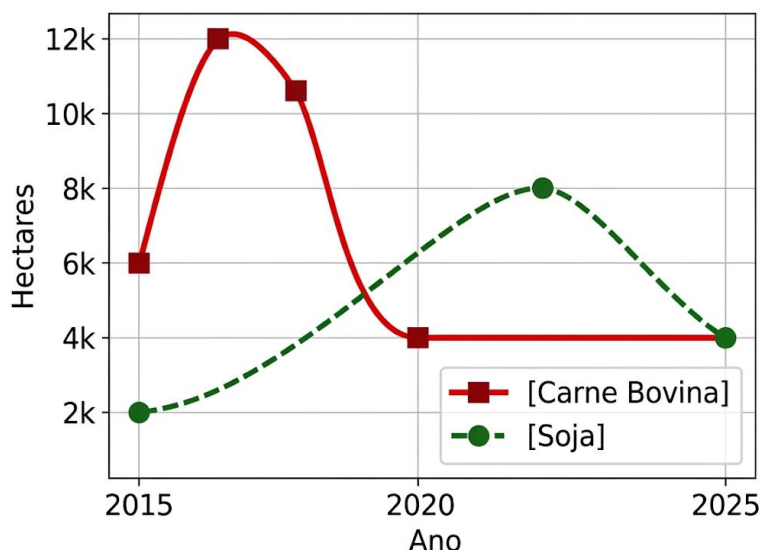
Fonte: Base de dados gerada da plataforma Trase (2026).

A dominância da China como principal destino das exportações apresentado no Gráfico 01 reflete o papel do país como grande importador de proteína vegetal para a alimentação de seus próprios rebanhos suínos e avícolas, enquanto a União Europeia se posiciona como um mercado de nicho de alto valor agregado, especialmente para cortes de carne bovina e soja certificada gerando uma divisão de mercados que acentua a necessidade de mecanismos rígidos de controle na origem, uma vez que as pressões regulatórias europeias exigem a comprovação de que as commodities não estejam vinculadas a áreas de desmatamento recente. A análise de inteligência de dados da Trase demonstra que a exposição ao risco socioambiental varia drasticamente a depender da empresa exportadora e do nível de governança aplicado na cadeia de fornecedores indiretos.

Diante disso, a métrica de "risco de desmatamento de commodity" fornecida pela plataforma Trase surge como um indicador crítico para avaliar a sustentabilidade real da interface agropecuária local onde o monitoramento indica que, embora a maior parte da produção ocorra em áreas consolidadas, uma fração minoritária de propriedades ainda responde de forma desproporcional pelo passivo ambiental da região. Ao cruzar os dados de supressão de vegetação nativa com o avanço das culturas, observa-se que a pecuária extensiva muitas vezes atua como o vetor inicial de abertura de fronteira, enquanto a agricultura mecanizada ingressa posteriormente, consolidando o uso econômico da terra e alterando o perfil do balanço de carbono regional oportunizando a geração do Gráfico 02 que apresenta a trajetória comparativa do risco de

desmatamento associado especificamente a cada uma das duas cadeias de suprimentos ao longo dos últimos anos.

Gráfico 02: Risco de desmatamento associado às commodities de exportação (ha/ano).



Fonte: Indicadores da Plataforma Trase (2026).

A análise temporal do risco de desmatamento apresentado no Gráfico 2, revela uma tendência de declínio consistente para a cadeia da soja na última década, impulsionada em grande parte por acordos setoriais privados e pelo monitoramento geoespacial rigoroso e que, em contrapartida, a cadeia da carne bovina apresenta um comportamento de redução mais lento e oscilante, um reflexo direto da complexidade de rastreamento dos chamados fornecedores indiretos sendo as propriedades dedicadas às fases de cria e recria que transferem os animais para as fazendas de engorda antes do abate. Essa lacuna de rastreio representa o principal gargalo para a conformidade socioambiental do setor, expondo toda a cadeia de suprimentos a embargos comerciais.

A discussão desses dados aponta para a urgência de uma maior integração de ferramentas de monitoramento territorial dentro da gestão em que a aplicação de índices de vegetação por satélite (como o NDVI) e sistemas de cadastro ambiental rural (CAR) deve ser estendida para além dos limites das lavouras, englobando as áreas de pastagens e florestas nativas das propriedades pecuárias ofertando uma convergência tecnológica em que permite que o produtor comprove a regularidade ambiental de todo o ciclo produtivo do animal, transformando a sustentabilidade em um ativo de valorização cambial e inserção competitiva no mercado externo.

Ademais, os achados deste estudo reforçam a tese de que a expansão da produção agropecuária nacional não depende da abertura de novas áreas de vegetação nativa, mas sim da otimização vertical dos territórios já antropizados e que a conversão de pastagens degradadas em sistemas agrícolas eficientes e o

consequente adensamento tecnológico da pecuária representam o modelo ideal de poupa-terra (*land-sparing*) promovendo um arranjo que mitiga os impactos ambientais locais, reduz o risco de desmatamento atrelado às exportações e confere robustez necessária para enfrentar as rigorosas barreiras não tarifárias do comércio internacional.

Por fim, a utilização de plataformas de dados abertos como o IBGE Sidra e a iniciativa Trase consolida-se como um método científico altamente eficaz para a governança e auditoria ecológica de paisagens agrárias e que a facilidade de acesso a esses repositórios digitais democratiza a análise de cadeias globais de valor, permitindo que pesquisadores, formuladores de políticas públicas e agentes de mercado identifiquem assimetrias territoriais com precisão municipal em que o refinamento contínuo dessas ferramentas constitui o alicerce para uma produção agropecuária moderna, transparente e alinhada aos limites biofísicos da conservação planetária.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste estudo permitiu evidenciar que a interface constitui o núcleo dinâmico do agronegócio brasileiro contemporâneo, onde a produção de grãos e a pecuária de corte operam em um regime de interdependência técnica e territorial em que os dados analisados demonstraram que a expansão da cultura da soja não resultou necessariamente no declínio da atividade pecuária, mas sim na sua reorganização espacial e produtiva. Esse processo de transição territorial sinaliza o amadurecimento do setor em direção à intensificação do uso da terra, em que pastagens degradadas dão lugar a sistemas agrícolas que, posteriormente, retroalimentam a pecuária por meio da oferta de coprodutos nutricionais de alto valor biológico.

Verificou-se também que a inserção competitiva das commodities locais nos mercados globais está irreversivelmente condicionada à capacidade do setor de mitigar seus riscos ambientais e assegurar a rastreio na origem considerando também que enquanto a cadeia da soja apresenta avanços consolidados em termos de governança ambiental e redução do risco de desmatamento devido a moratórias e monitoramento geoespacial eficiente, a cadeia da carne bovina ainda enfrenta o desafio crítico do monitoramento de fornecedores indiretos gerando um gargalo onde evidencia que a sustentabilidade de uma cadeia não pode ser avaliada isoladamente, demandando soluções integradas que envolvam o controle de todas as etapas do ciclo de vida do animal.

Nesse contexto de pressões comerciais, o presente artigo validou a eficácia metodológica das pesquisas fundamentadas em plataformas de dados abertos onde o uso cruzado do ecossistema de dados da iniciativa Trase com as séries temporais do IBGE Sidra demonstrou ser uma ferramenta poderosa, acessível e de alta resolução para auditar a conformidade socioambiental de paisagens agrárias. A facilidade e a transparência no acesso a esses repositórios digitais democratizam a produção científica de alto nível,

permitindo o diagnóstico preciso de dinâmicas econômicas e passivos ecológicos sem os elevados custos operacionais de extensas campanhas de campo.

Os resultados obtidos reforçam a premissa de que o futuro da agropecuária sustentável reside na otimização vertical dos territórios já antropizados, dispensando a necessidade de abertura de novas fronteiras agrícolas sobre áreas de vegetação nativa onde o conceito de efeito poupa-terra (*land-sparing*) materializa-se quando a eficiência na produção de grãos e o manejo intensivo caminham alinhados, reduzindo a pegada de desmatamento atrelada às exportações brasileiras gerando uma convergência tecnológica que não apenas resguarda os ativos ecológicos nacionais, mas também protege o país contra barreiras comerciais não tarifárias impostas por mercados internacionais rigorosos.

Como limitação deste estudo, destaca-se a natureza agregada dos dados secundários a nível municipal, o que, embora ofereça um panorama robusto da dinâmica regional, pode mascarar especificidades e boas práticas adotadas individualmente por propriedades rurais locais. Há também uma dependência intrínseca da periodicidade de atualização e da consolidação metodológica das próprias plataformas públicas consultadas, mas que, no entanto, essas restrições não invalidam as tendências e os padrões macroeconômicos e socioambientais identificados na interface produtiva avaliada.

Por fim, recomenda-se para estudos futuros o desenvolvimento de pesquisas que utilizem ferramentas de geoprocessamento em escala de propriedade, cruzando dados de satélite com o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e guias de trânsito animal. Sugere-se também a modelagem econômica do impacto financeiro que a transição para sistemas de rastreio total exercerá sobre os pequenos e médios produtores da pecuária de cria e que o refinamento contínuo desses modelos de análise de dados será o alicerce para a consolidação de uma agropecuária que atenda simultaneamente à demanda global por alimentos e aos limites biofísicos da conservação planetária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária brasileira: Safra 2025/2026**. Brasília: Conab, 2025. Disponível em: <https://www.conab.gov.br> Acesso em: 09 mai. 2026.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília: Embrapa, 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Agrícola Municipal (PAM)**. Rio de Janeiro: IBGE/SIDRA, 2025. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br> Acesso em: 10 mai. 2026.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM)**. Rio de Janeiro: IBGE/SIDRA, 2025. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br> Acesso em: 10 mai. 2026.

LIMA, Samuel do Carmo. O uso de dados estatísticos oficiais na análise geográfica do espaço agrário. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 33, p. 110-125, 2021.

MAPBIOMAS. **Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil**. Coleção 8. São Paulo: MapBiomass, 2024. Disponível em: <https://mapbiomas.org> Acesso em: 12 mai. 2026.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

PLATAFORMA BRASILEIRA DE BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS (BPBES). **Relatório Temático sobre Agricultura, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos**: Sumário para Tomadores de Decisão. São Paulo: BPBES, 2024. Disponível em: https://www.bpb.es.net.br/wp-content/uploads/2024/12/BPBES_Relatorio-Agricultura-2024.pdf. Acesso em: 11 mai. 2026.

RAJÃO, Raoni et al. The rotten apples of Brazil's agribusiness. **Land Use Policy**, v. 99, p. 104-118, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104830>. Acesso em: 18 mai. 2026.

SILIOTTI, Paulo; PINTO, Andréia; BARRETO, Adalberto. **Transparência e dados abertos no monitoramento de commodities agrícolas no Brasil**. Belém: Imazon, 2024. Disponível em: <https://imazon.org.br>. Acesso em: 15 mai. 2026.

TRASE. **A pegada de desmatamento oculta na alimentação animal: integrando as cadeias da soja e da carne**. Estocolmo: Stockholm Environment Institute (SEI); Oxford: Global Canopy, 2023. Disponível em: <https://www.trase.earth>. Acesso em: 17 mai. 2026.

TRASE. Trase Earth: Supply chain transparency for a sustainable economy. **Stockholm Environment Institute e Global Canopy**. Disponível em: <https://trase.earth> Acesso em: 17 mai. 2026.

RECIPIENTES SUSTENTÁVEIS: PRODUÇÃO DE MUDAS DE *MAGONIA PUBESCENS* EM RECIPIENTES BIODEGRADÁVEIS DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

SUSTAINABLE CONTAINERS: SEEDLING PRODUCTION OF *MAGONIA PUBESCENS* USING BIODEGRADABLE CONTAINERS DERIVED FROM AGROINDUSTRIAL WASTE

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.054-005>

Rafaella dos Santos Rodrigues

Bacharel em Engenharia Florestal

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL)

Kalyne Pereira Miranda Nascimento

Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia/Rede Bionorte

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Centro de Ciências

Agrárias (CCA)

E-mail: kalyneengenheiraag@gmail.com

Jonathan dos Santos Viana

Doutor em Agronomia (Ciência do Solo)

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Centro de Ciências Agrárias

(CCA)

E-mail: jonathan.viana@uemasul.edu.br

Potiára Oliveira Diniz

Mestra em Fitotecnia

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Centro de Ciências

Agrárias (CCA)

E-mail: potiara.diniz@uemasul.edu.br

Leanne Teles Pereira

Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia/Rede Bionorte

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Centro de Ciências

Agrárias (CCA)

E-mail: leanne.pereira@uemasul.edu.br

Cristiane Matos da Silva

Doutora em Ciência e Tecnologia Ambiental

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Centro de Ciências Agrárias

(CCA)

E-mail: cristiane.silva@uemasul.edu.br

Wilson Araújo da Silva

Doutor em Agronomia (Ciência do Solo)

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Centro de Ciências Agrárias

(CCA)

E-mail: wilson@uemasul.edu.br

Sara de Lima Silva Liá

Discente do Curso de Engenharia Florestal
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Centro de Ciências Agrárias
(CCA)
E-mail: sara.lia@uemasul.edu.br

Filipe Silva Liá

Discente do Curso de Engenharia Florestal
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Centro de Ciências Agrárias
(CCA)
E-mail: felipe.lia@uemasul.edu.br

RESUMO

A utilização de recipientes plásticos na produção de mudas florestais apresenta limitações ambientais associadas à geração de resíduos e ao uso de derivados de petróleo. Nesse contexto, recipientes biodegradáveis produzidos a partir de resíduos agroindustriais surgem como alternativa sustentável. O presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade do uso de recipientes biodegradáveis confeccionados com resíduos agroindustriais na produção de mudas de *Magonia pubescens*. O experimento foi conduzido em viveiro telado (50% de sombreamento) no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), em Imperatriz, MA. Foram avaliados quatro tratamentos: T1 – recipiente plástico (controle); T2 – 100% de caroço de açaí triturado + aglutinante; T3 – 80% de caroço de açaí triturado + 20% de argila + aglutinante; e T4 – 100% de pó de serragem + aglutinante. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento. Foram avaliados o percentual de germinação, índice de velocidade de germinação, altura da parte aérea, diâmetro do coleto e quociente de robustez das mudas, além da integridade estrutural dos recipientes. Os resultados indicaram ausência de diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para germinação, índice de velocidade de germinação, diâmetro do coleto e quociente de robustez. Entretanto, foi observada diferença significativa para altura da parte aérea, com menor crescimento no tratamento composto por pó de serragem. A avaliação estrutural indicou rachaduras e sinais de biodegradação ao longo do período experimental. Apesar dessas alterações, os recipientes mantiveram integridade suficiente para condução das mudas em viveiro, demonstrando potencial como alternativa sustentável aos recipientes plásticos.

Palavras-chave: Recipientes Biodegradáveis; Resíduos Agroindustriais; Produção de Mudas Florestais.

ABSTRACT

The use of plastic containers in the production of forest seedlings presents environmental limitations associated with waste generation and the use of petroleum-derived materials. In this context, biodegradable containers produced from agro-industrial residues emerge as a sustainable alternative. This study aimed to

evaluate the feasibility of using biodegradable containers made from agro-industrial residues in the production of *Magonia pubescens* seedlings. The experiment was conducted in a screened nursery (50% shading) at the Center for Agricultural Sciences of the State University of the Tocantina Region of Maranhão (UEMASUL), in Imperatriz, Maranhão, Brazil. Four treatments were evaluated: T1 – plastic container (control); T2 – 100% crushed açaí seed + binder; T3 – 80% crushed açaí seed + 20% clay + binder; and T4 – 100% sawdust powder + binder. The experimental design was completely randomized, with five replicates per treatment. Germination percentage, germination speed index, shoot height, stem diameter, and seedling robustness quotient were evaluated, as well as the structural integrity of the containers. The results indicated no statistically significant differences among treatments for germination, germination speed index, stem diameter, and robustness quotient. However, a significant difference was observed for shoot height, with lower growth in the treatment composed of sawdust powder. Structural evaluation indicated the occurrence of cracks and signs of biodegradation throughout the experimental period. Despite these changes, the containers maintained sufficient integrity for seedling production in the nursery, demonstrating potential as a sustainable alternative to plastic containers.

Keywords: Biodegradable Containers; Agroindustrial Residues; Forest Seedling Production.

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por práticas ambientalmente responsáveis na produção florestal tem impulsionado o desenvolvimento de tecnologias voltadas à sustentabilidade dos sistemas produtivos. No setor de viveiros, a utilização de recipientes plásticos convencionais, embora, amplamente difundida, apresenta limitações ambientais associadas à geração de resíduos sólidos, ao uso de derivados de petróleo e às dificuldades de descarte adequado (Ncube *et al.*, 2020). Nesse contexto, a busca por alternativas sustentáveis tem estimulado pesquisas sobre recipientes biodegradáveis produzidos a partir de resíduos agroindustriais, promovendo simultaneamente a valorização de subprodutos e a redução de impactos ambientais (Fuentes *et al.*, 2021).

Os resíduos agroindustriais apresentam elevado potencial para aplicação na fabricação desses recipientes, especialmente em regiões com forte atividade agroextrativista e florestal. A serragem, por exemplo, é um subproduto abundante da indústria madeireira e, quando descartada inadequadamente, pode causar problemas ambientais, como assoreamento e emissão de partículas, ao mesmo tempo em que apresenta elevado potencial de valorização como biomassa lignocelulósica em processos industriais sustentáveis (Philippini *et al.*, 2020; Mora-Villalobos *et al.*, 2023). Sua utilização na confecção de vasos biodegradáveis representa uma estratégia de reaproveitamento que agrega valor ao resíduo e reduz passivos ambientais (Conduah *et al.*, 2025; Al-Musawi *et al.*, 2022).

De forma semelhante, o pó de caroço de açaí constitui um resíduo amplamente disponível em regiões produtoras, especialmente na região Norte e Nordeste do Brasil. O processamento do açaí gera grande volume de sementes, que frequentemente são descartadas ou subutilizadas (Sato *et al.*, 2020). A transformação desse material em recipientes biodegradáveis contribui para a economia circular, promovendo o reaproveitamento de resíduos agroindustriais locais e incentivando cadeias produtivas mais sustentáveis. Além disso, a composição lignocelulósica do caroço pode conferir resistência estrutural e promover degradação gradual do recipiente no ambiente, favorecendo seu desempenho em viveiro e após o plantio (Souza *et al.*, 2024).

Nesse contexto, torna-se pertinente avaliar o desempenho desses recipientes biodegradáveis na produção de mudas de espécies florestais nativas, especialmente aquelas utilizadas em programas de restauração ecológica. Entre essas espécies destaca-se *Magonia pubescens* A. St.-Hil., conhecida popularmente como tingui ou timbó, pertencente à família Sapindaceae e classificada na ordem Sapindales segundo o sistema APG II. Conhecida popularmente como tingui ou timbó, a espécie apresenta ampla distribuição geográfica no Brasil, ocorrendo desde o Ceará até o estado de São Paulo, em altitudes que variam de 75 a 1.200 m, além de registros na Bolívia e no Paraguai (Carvalho, 2010). Essa ampla ocorrência reforça sua relevância ecológica e seu potencial para utilização em programas de recuperação de áreas degradadas e recomposição da vegetação nativa.

Quanto à produção de mudas, a espécie não exige tratamento pré-germinativo obrigatório, embora existam recomendações que podem otimizar a emergência das plântulas (Carvalho, 2010; Lorenzi, 2020). A germinação é do tipo epígea ou fanerocotiledonar, iniciando geralmente entre 20 e 35 dias após a semeadura, podendo apresentar variações na taxa de germinação em função das condições ambientais e do manejo adotado (Lorenzi, 2020). Recomenda-se que, na semeadura em recipientes, a semente não seja enterrada profundamente, uma vez que a profundidade de semeadura pode influenciar diretamente a emergência e o estabelecimento inicial das plântulas. Além disso, trata-se de espécie heliófila e sensível a baixas temperaturas, características que devem ser consideradas no planejamento silvicultural e na condução das mudas em viveiro (Haase & Davis, 2020).

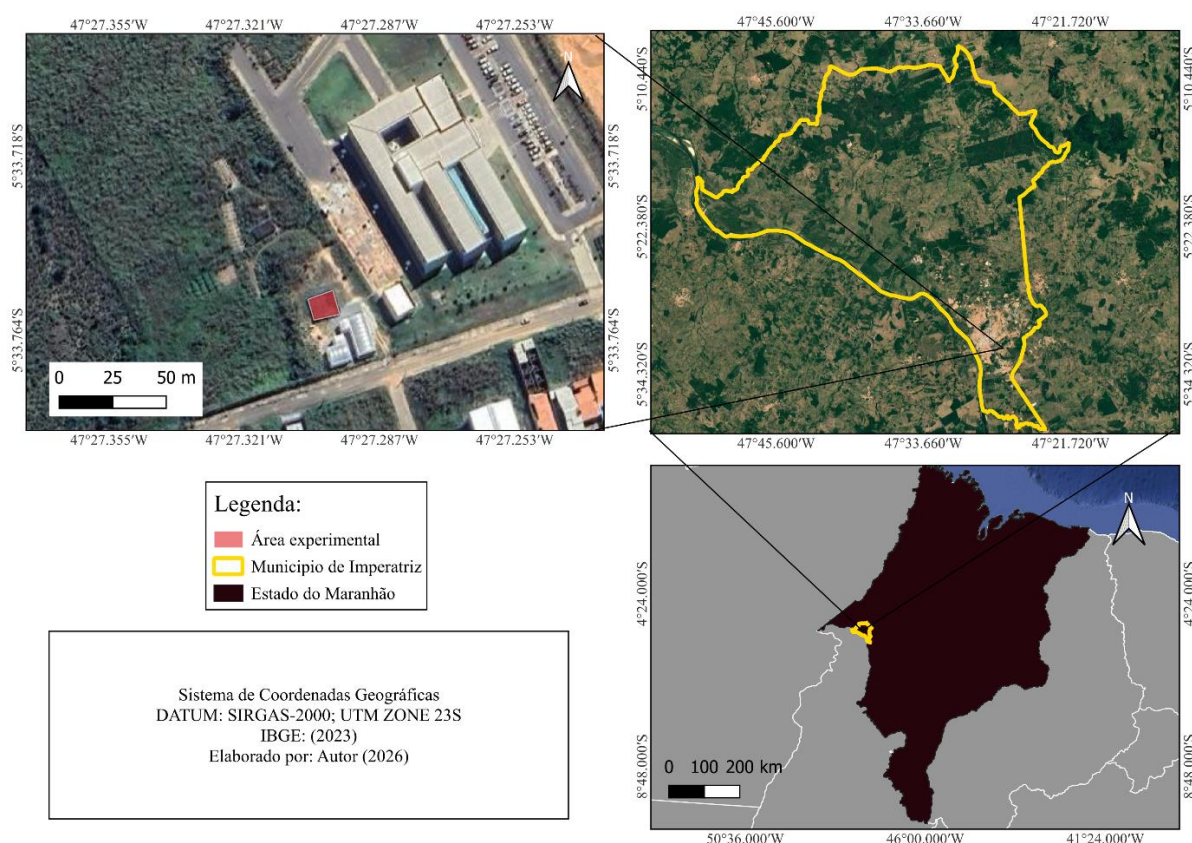
Considerando a importância dessa espécie em iniciativas de restauração, a produção de mudas de qualidade em viveiros florestais torna-se um fator determinante para o sucesso do estabelecimento em campo. As condições do substrato e do ambiente radicular durante a fase de viveiro exercem influência direta no desenvolvimento inicial das plantas, afetando parâmetros como retenção de água, aeração e disponibilidade de nutrientes (Haase & Davis., 2017). Nesse contexto, o tipo de recipiente utilizado na produção de mudas também desempenha papel relevante, podendo influenciar o crescimento radicular, a formação do torrão e a qualidade final das mudas destinadas ao plantio (Landis; Dumroese; Haase, 2021).

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar viabilidade técnica dos recipientes biodegradáveis no desenvolvimento inicial e qualidade das mudas de *Magonia pubescens* produzidas em recipientes biodegradáveis, visando identificar alternativas sustentáveis aos recipientes convencionais.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no viveiro com tela sombrite de 50% do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), localizado no município de Imperatriz/Maranhão (Figura 1). A área experimental situa-se nas coordenadas geográficas 5°31'32" S e 47°26'35" O, com altitude média de 92 metros. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Aw (tropical sazonal), caracterizado por duas estações bem definidas: uma chuvosa e outra seca. A temperatura média anual é de 27,1 °C, com precipitação média anual de aproximadamente 1.221 mm (Menezes, 2009). O solo da área é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, de textura média, comum na região (Araújo; Dias; Catunda, 2019).

Figura 1 - Área experimental.



Fonte: Autores (2026).

2.1 DESENVOLVIMENTO DOS RECIPIENTES BIODEGRADÁVEIS

Os recipientes biodegradáveis foram confeccionados de forma artesanal utilizando resíduos agroindustriais. A serragem foi obtida em uma serralheria do município de Imperatriz, Maranhão, enquanto os caroços de açaí foram coletados em campo, provenientes de resíduos do processamento do fruto. Após a coleta, os caroços foram secos e triturados até obtenção de partículas adequadas para incorporação nas formulações. As embalagens utilizadas como moldes foram reaproveitadas de um restaurante.

Como agente aglutinante foi utilizada cola natural preparada a partir da tapioca, vinagre e água, submetidas ao aquecimento até obtenção de consistência viscosa. Os materiais de cada tratamento foram homogeneizados manualmente com o aglutinante até formação de massa moldável, sendo posteriormente compactados nos moldes. Após a moldagem, os recipientes foram submetidos à secagem natural por 48 a 72 horas em ambiente protegido. Posteriormente, foi aplicado impermeabilizante natural goma laca, para reduzir a absorção de água e aumentar a estabilidade estrutural durante o período de viveiro (Figura 2).

Figura 2 - Materiais homogeneizados e moldados em moldes secando naturalmente.



Fonte: Autores (2026).

Devido às diferenças físicas entre os resíduos utilizados, ocorreram variações nas dimensões dos recipientes, sendo os confeccionados com pó de serragem ligeiramente maiores que os produzidos com caroço de açaí triturado. Para padronização experimental, adotou-se como referência o menor recipiente obtido, utilizando-se essa dimensão como parâmetro para a quantidade de substrato em todas as unidades experimentais (Figura 3).

Figura 3 - Recipientes sustentáveis confeccionados e organizados em viveiro.



Fonte: Autores (2026).

Foram estabelecidas três formulações para composição dos recipientes, constituindo os seguintes tratamentos:

- T1: Tratamento controle com sacos de polímeros plásticos.
- T2: 100% de caroço de açaí triturado + aglutinante;
- T3: 80% de caroço de açaí triturado + 20% de argila + aglutinante;
- T4: 100% de pó de serragem + aglutinante.

2.2 PRODUÇÃO DE MUDAS

A produção das mudas foi conduzida em delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por quatro tratamentos (T1, T2, T3 e T4), com cinco repetições por tratamento. Cada repetição correspondeu a uma unidade experimental, totalizando 20 unidades.

O substrato utilizado foi constituído por 150 g de solo local (ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico) e 66 g de matéria orgânica proveniente do coco babaçu, previamente homogeneizados, assegurando uniformidade físico-química entre as unidades experimentais. Os recipientes foram preenchidos com essa mistura e acondicionados em ambiente de viveiro.

Os recipientes foram instalados no viveiro em 12 de dezembro de 2025, permanecendo em condução experimental até 02 de março de 2026, quando foram feitas medições para finalização das avaliações.

As sementes de tingui foram semeadas em 06 de fevereiro de 2026, terminando de germinar até dia 28 de fevereiro, após duas tentativas anteriores de semeadura com outras espécies. A primeira tentativa foi realizada com sementes de ipê, que não apresentaram germinação devido à baixa viabilidade. A segunda tentativa foi realizada com sementes de aroeira, cuja germinação foi comprometida pelo ataque de caracóis, que consumiram as sementes e impediram a emergência das plântulas.

O semeio foi realizado manualmente, utilizando-se duas sementes de *Magonia pubescens* por recipiente. Previamente à semeadura, todas as sementes foram submetidas à quebra de dormência por meio de imersão em água por 24 horas. As mudas permaneceram sob condições de viveiro durante todo o período experimental, sendo submetidas a manejo hídrico conforme a demanda da cultura, visando manter condições adequadas ao crescimento inicial (Figura 4).

Figura 4 - Germinação das sementes.



Fonte: Autores (2026).

2.3 AVALIAÇÕES DE GERMINAÇÃO

Durante o período de emergência, foram realizadas contagens periódicas das sementes germinadas para determinação dos parâmetros germinativos. Foram calculadas as seguintes variáveis:

Eq. 1 Percentual de germinação (G)

$$G = \frac{N}{A} \times 100$$

Em que N corresponde ao número total de sementes germinadas ao final do período de avaliação e A ao número total de sementes semeadas.

Eq. 2 Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

$$IVG = \sum \frac{n_i}{t_i}$$

Em que n_i representa o número de sementes germinadas no tempo i e t_i o tempo decorrido desde a instalação do experimento.

Esses parâmetros permitiram avaliar não apenas a capacidade germinativa, mas também a dinâmica temporal e o padrão de distribuição da germinação em função dos tratamentos.

2.4 AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO INICIAL E QUALIDADE DAS MUDAS

Ao final do período experimental foram realizadas medições morfológicas das mudas, sendo avaliados os seguintes parâmetros: altura da parte aérea (H), medida com auxílio de régua milimetrada; e diâmetro do coleto (DC), determinado com auxílio de paquímetro digital. A partir dessas variáveis foi calculado o quociente de robustez (QR), obtido pela relação entre a altura da parte aérea (H) e o diâmetro do coleto (DC). Esse índice é amplamente utilizado como indicador da qualidade morfológica de mudas florestais, permitindo avaliar o equilíbrio entre crescimento em altura e espessamento do caule, características associadas ao vigor e ao potencial de sobrevivência das mudas após o plantio em campo.

2.5 AVALIAÇÃO FÍSICO-ESTRUTURAL DOS RECIPIENTES BIODEGRADÁVEIS

Durante o ciclo de produção, os recipientes biodegradáveis foram monitorados quanto à integridade estrutural, registrando-se possíveis alterações físicas, como deformações ou indícios de degradação precoce do material.

Além das avaliações relacionadas ao desenvolvimento das mudas, foi realizada análise qualitativa da qualidade físico-estrutural dos recipientes biodegradáveis.

Foram observados aspectos relacionados à resistência mecânica, avaliando-se a robustez ao toque e a resistência à deformação durante o manuseio dos recipientes. Também foi verificada a ocorrência de rachaduras ou microfissuras, observando-se possíveis sinais de descamação ou fissuração do material após exposição às variações térmicas do ambiente de viveiro.

Nos recipientes biodegradáveis foi analisado ainda, a atratividade de pragas, observando-se a presença de odor potencialmente atrativo e possíveis sinais de roedura ou ataque por organismos que pudessem comprometer a integridade estrutural dos recipientes.

Adicionalmente, foi conduzida uma avaliação do potencial de biodegradação, por meio da observação de alterações físicas dos recipientes submetidos ao processo de compostagem, incluindo mudanças de coloração, textura e odor do material ao longo do tempo.

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos para germinação, altura da parte aérea e diâmetro do coleto foram submetidos à análise de variância (ANOVA), considerando delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições.

Quando constatadas diferenças significativas entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou que não houve efeito significativo dos tratamentos para as variáveis percentual de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), diâmetro do coleto (DC) e quociente de robustez (QR), considerando o nível de significância de 5% ($p > 0,05$). Entretanto, foi observada diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos para a variável altura da parte aérea ($p < 0,05$).

As médias das variáveis analisadas em função dos tratamentos encontram-se apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Médias de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), diâmetro do coleto (DC), altura da parte aérea (H) e quociente de robustez (QR) de mudas de *Magonia pubescens* produzidas em diferentes recipientes.

Tratamento	G (%)	IVG	DC (mm)	Altura (cm)	QR
T1	80,0 a	0,210 a	3,508 a	11,74 a	3,606 a
T2	90,0 a	0,316 a	3,422 a	13,33 a	3,916 a
T3	60,0 a	0,148 a	2,874 a	11,00 a	3,860 a
T4	60,0 a	0,170 a	2,950 a	8,20 b	2,758 a

Fonte: Autores (2026).

3.1 GERMINAÇÃO E ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO DAS SEMENTES

Para o percentual de germinação, a análise de variância apresentou valor de $p = 0,1546$, indicando ausência de diferenças estatísticas entre os tratamentos. A média geral de germinação foi de 72,5%, com coeficiente de variação de 32,71%. Apesar da ausência de significância estatística, observou-se variação entre as médias dos tratamentos, sendo T2 (90%) o que apresentou maior valor, seguido por T1 (80%), enquanto T3 e T4 apresentaram 60% de germinação.

Resultados semelhantes foram observados para o índice de velocidade de germinação (IVG), cuja análise de variância indicou $p = 0,2321$, não evidenciando diferenças estatísticas entre os tratamentos. A média geral foi de 0,211, com coeficiente de variação relativamente elevado (62,76%), indicando maior variabilidade entre as repetições. Ainda assim, o tratamento T2 apresentou o maior IVG (0,316), sugerindo tendência de maior rapidez na germinação nesse substrato.

A ausência de diferenças estatísticas para essas variáveis sugere que os recipientes biodegradáveis utilizados não interferiram negativamente no processo germinativo das sementes de *Magonia pubescens*, indicando que os materiais avaliados apresentam potencial de utilização na produção de mudas dessa espécie.

3.2 DESENVOLVIMENTO INICIAL E QUALIDADE DAS MUDAS

Para o diâmetro do coleto, a análise de variância também não indicou efeito significativo dos tratamentos ($p = 0,1546$). A média geral observada foi de 3,19 mm, com coeficiente de variação de 16%.

Entre os tratamentos, os maiores valores médios foram observados em T1 (3,508 mm) e T2 (3,422 mm), enquanto T3 (2,874 mm) e T4 (2,950 mm) apresentaram valores ligeiramente inferiores. Entretanto, essas diferenças não foram suficientes para gerar distinção estatística entre os tratamentos.

O quociente de robustez (QR) também não apresentou diferença significativa entre os tratamentos ($p = 0,2519$), com média geral de 3,535 mm e coeficiente de variação de 27,62%. Esse resultado indica que, independentemente do tipo de recipiente utilizado, as mudas apresentaram padrão morfológico semelhante quanto ao equilíbrio entre altura e diâmetro.

Diferentemente das demais variáveis analisadas, a altura da parte aérea apresentou diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos ($p = 0,0115$). A média geral foi de 11,07 cm, com coeficiente de variação de 19,18%. No teste de comparação de médias indicou a formação de dois grupos distintos, sendo o tratamento T4 (8,2 cm) estatisticamente inferior aos demais tratamentos. Por outro lado, T3 (11,0 cm), T1 (11,74 cm) e T2 (13,33 cm) formaram um grupo estatisticamente superior, não diferindo entre si.

O maior valor médio foi observado no tratamento T2, indicando que o recipiente contendo caroço de açaí pode ter proporcionado condições mais favoráveis ao crescimento inicial das mudas.

Por outro lado, o menor crescimento observado no tratamento T4 sugere que o material utilizado nesse recipiente pode apresentar características físicas menos favoráveis ao desenvolvimento radicular ou à retenção hídrica, refletindo diretamente na altura das mudas.

3.3 QUALIDADE FÍSICO-ESTRUTURAL DOS RECIPIENTES BIODEGRADÁVEIS

A avaliação da qualidade físico-estrutural dos recipientes biodegradáveis foi realizada aos 1, 15, 30, 45, 60 e 75 dias, considerando os critérios resistência, presença de rachaduras, atratividade de pragas e biodegradação.

No dia 1, observou-se ausência de rachaduras, pragas e sinais de biodegradação em todos os tratamentos. Quanto à resistência estrutural, o tratamento T2 apresentou ausência de resistência, enquanto T3 e T4 apresentaram presença de resistência inicial.

RECIPIENTES SUSTENTÁVEIS: PRODUÇÃO DE MUDAS DE *MAGONIA PUBESCENS* EM RECIPIENTES BIODEGRADÁVEIS DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Tabela 2. Avaliação estrutural dos recipientes biodegradáveis no dia 1.

Critérios	T2	T3	T4
Resistência	A	P	P
Rachaduras	A	A	A
Pragas	A	A	A
Biodegradação	A	A	A

Legenda: P = presente; A = ausente; I = intermediário. Fonte: Autores (2026).

Aos 15 dias, o tratamento T2 manteve ausência de alterações estruturais, enquanto T3 apresentou resistência intermediária e T4 manteve presença de resistência. Rachaduras foram observadas em T3 e T4, enquanto T2 permaneceu sem ocorrência. Não foram registrados sinais de pragas. Sinais iniciais de biodegradação foram observados apenas em T4.

Tabela 3. Avaliação estrutural dos recipientes biodegradáveis no dia 15.

Critérios	T2	T3	T4
Resistência	A	I	P
Rachaduras	A	P	P
Pragas	A	A	A
Biodegradação	A	A	P

Legenda: P = presente; A = ausente; I = intermediário. Fonte: Autores (2026).

Na avaliação realizada aos 30 dias, o tratamento T2 manteve ausência de firmeza estrutural, enquanto T3 e T4 apresentaram resistência intermediária. Rachaduras permaneceram presentes em T3 e T4, enquanto T2 permaneceu sem ocorrência. Não foram observados sinais de pragas. A biodegradação permaneceu registrada apenas em T4.

Tabela 4. Avaliação estrutural dos recipientes biodegradáveis no dia 30.

Critérios	T2	T3	T4
Resistência	A	I	I
Rachaduras	A	P	P
Pragas	A	A	A
Biodegradação	A	A	P

Legenda: P = presente; A = ausente; I = intermediário. Fonte: Autores (2026).

Aos 45 dias, todos os tratamentos apresentaram ausência de firmeza estrutural, porém foram observadas rachaduras em todos os recipientes. A presença de pragas foi registrada em T2 e T3, enquanto T4 permaneceu sem ocorrência. Sinais de biodegradação foram observados em T2 e T4.

Tabela 5. Avaliação estrutural dos recipientes biodegradáveis no dia 45.

Critérios	T2	T3	T4
Resistência	A	A	A
Rachaduras	P	P	P
Pragas	P	P	A
Biodegradação	P	A	P

Legenda: P = presente; A = ausente; I = intermediário. Fonte: Autores (2026).

Na avaliação realizada aos 60 dias, todos os tratamentos apresentaram ausência de resistência, entretanto foram observadas rachaduras, presença de pragas e sinais de biodegradação em todos os recipientes avaliados.

Tabela 6. Avaliação estrutural dos recipientes biodegradáveis no dia 60.

Critérios	T2	T3	T4
Resistência	A	A	A
Rachaduras	P	P	P
Pragas	P	P	P
Biodegradação	P	P	P

Legenda: P = presente; A = ausente; I = intermediário. Fonte: Autores (2026).

Na avaliação realizada aos 75 dias, todos os tratamentos permaneceram sem resistência, enquanto rachaduras e biodegradação permaneceram presentes em todos os recipientes. Em relação à presença de pragas, foi observada ocorrência intermediária em T2 e T3, enquanto T4 permaneceu sem sinais de pragas.

Tabela 7. Avaliação estrutural dos recipientes biodegradáveis no dia 75.

Critérios	T2	T3	T4
Resistência	A	A	A
Rachaduras	P	P	P
Pragas	I	I	A
Biodegradação	P	P	P

Legenda: P = presente; A = ausente; I = intermediário. Fonte: Autores (2026).

Os resultados obtidos indicam que os recipientes biodegradáveis produzidos a partir de resíduos agroindustriais não interferiram negativamente no processo germinativo de *Magonia pubescens*. A ausência de diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para o percentual de germinação e para o índice de velocidade de germinação demonstra que os materiais utilizados na confecção dos recipientes apresentaram desempenho semelhante ao recipiente convencional. Resultados semelhantes têm sido relatados em estudos recentes que avaliam recipientes biodegradáveis para produção de mudas florestais, indicando que materiais alternativos podem manter desempenho germinativo equivalente ao de recipientes plásticos tradicionais (Mendonça *et al.*, 2016; Parida *et al.*, 2021).

Em relação ao crescimento inicial das mudas, os parâmetros altura da parte aérea e diâmetro do coleto também não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. Esses parâmetros são amplamente utilizados na avaliação da qualidade de mudas florestais produzidas em viveiro, pois estão associados ao vigor das plantas e ao potencial de sobrevivência após o plantio em campo (Grossnickle & Macdonald, 2018). Dessa forma, a similaridade observada entre os tratamentos indica que os recipientes biodegradáveis avaliados forneceram condições adequadas para o desenvolvimento inicial das mudas.

A avaliação qualitativa da integridade estrutural dos recipientes demonstrou que, ao longo do período experimental, ocorreram alterações físicas como rachaduras e sinais progressivos de biodegradação. Esse comportamento é esperado em recipientes produzidos a partir de materiais orgânicos, uma vez que esses materiais tendem a sofrer degradação gradual em função da ação de fatores ambientais como umidade, temperatura e atividade microbiológica (Anirudh *et al.*, 2024). Ainda assim, os recipientes mantiveram estabilidade estrutural suficiente para a condução das mudas durante o período de viveiro.

A presença ocasional de pragas observada em alguns tratamentos pode estar relacionada à natureza orgânica dos materiais utilizados na confecção dos recipientes, especialmente resíduos lignocelulósicos, como serragem e fibras vegetais. Materiais orgânicos podem atuar como fonte potencial de abrigo ou alimento para determinados organismos, favorecendo a ocorrência eventual de insetos ou outros organismos em ambientes de viveiro (Angelotti, Ghini & Bettiol, 2017). No entanto, no presente estudo, essa ocorrência foi pontual e não comprometeu o desenvolvimento das mudas nem a funcionalidade estrutural dos recipientes durante o período experimental.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que os recipientes biodegradáveis produzidos a partir de resíduos agroindustriais são tecnicamente viáveis para a produção de mudas de *Magonia pubescens*. Os tratamentos não influenciaram significativamente a germinação, o índice de velocidade de germinação, o diâmetro do coleto e o quociente de robustez, sendo observada diferença apenas para a altura da parte aérea, com menor crescimento no tratamento à base de serragem. Embora tenham apresentado sinais de biodegradação ao longo do tempo, os recipientes mantiveram integridade suficiente para a condução das mudas em viveiro, demonstrando potencial como alternativa sustentável aos recipientes plásticos convencionais. Estudos futuros devem avaliar seu desempenho em condições de campo e em períodos mais longos de produção.

REFERÊNCIAS

- AL-MUSAWI, T.; AL-KHAFADI, M.; AL-ANSARI, N.; KNUTSSON, S. Production of biodegradable pots from cattle manure and wood wastes: effects of natural binders on mechanical performance and biodegradability. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, p. 20265–20278, 2022.
- ANGELOTTI, F.; GHINI, R.; BETTIOL, W. Como o aumento da temperatura interfere nas doenças de plantas?. **Aquecimento global e problemas fitossanitários**, p. 116, 2017.
- ANIRUDH, M. K.; LAL, A. M. NANDHU; HARIKRISHNAN, M. P.; JOSE, JJO; THASIM, J.; WARRIER, ASWIN S.; VENKATESH, RANGASWAMY; VADDEVOLU, UDAY BHANU PRAKASH; KOTHAKOTA, ANJINEYULU. Sustainable seedling pots: development and characterisation of banana waste and natural fibre-reinforced composites for horticultural applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 270, art. 132070, 2024.
- ARAÚJO, E. P. de; DIAS, L. B. da S.; CATUNDA, P. H. de A. **Relatório Técnico de Pedologia do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão (ZEE)**. São Luís: IMESC, 2019. 88 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2010. v. 4.
- CONDUAH, J. K.; KUMI, F.; MURANGAZA, H. F.; OSEI, S. Biodegradable seedling pots made from sawdust and spent mushroom compost. **Research in Agricultural Engineering**, v. 71, n. 4, p. 247–258, 2025.
- FUENTES, R. A.; BERTHE, J. A.; BARBOSA, S. E.; CASTILLO, Luciana A. Development of biodegradable pots from different agroindustrial wastes and byproducts. **Sustainable Materials and Technologies**, v. 30, art. e00338, 2021.
- GROSSNICKLE, S. C.; MACDONALD, J. E. Seedling quality: history, application, and plant attributes. **Forests**, v. 9, n. 5, art. 283, 2018.
- HAASE, D. L.; BOUZZA, K.; EMERTON, L.; FRIDAY, J. B.; LIEBERG, B.; ALDRETE, A.; DAVIS, A. S. The high cost of the low-cost polybag system: a review of nursery seedling production systems. *Land*, v. 10, n. 8, art. 826, 2021.
- HAASE, D. L.; DAVIS, A. S. Developing and supporting quality nursery facilities and staff are necessary to meet global forest and landscape restoration needs. *Reforesta*, n. 4, p. 69-93, 2017.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 9. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2025.
- MENEZES, R. H. N. **Caracterização agroclimática e análise do rendimento agrícola do Estado do Maranhão, Brasil**. 2009. 188f. (Tese de Doutorado em Meteorologia), Programa de Pós-graduação em Meteorologia, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande – Paraíba – Brasil, 2009.
- MORA-VILLALOBOS, J. A. *et al.* Tropical agroindustrial biowaste revalorization through integrative biorefineries—review part I: coffee and palm oil by-products. **Biomass Conversion and Biorefinery**, v. 13, p. 1469–1487, 2023.

NCUBE, L. K.; UDE, A. U.; OGUNMUYIWA, E. N.; ZULKIFLI, Rozli; BEAS, Isaac Nongwe. Environmental impact of food packaging materials: a review of contemporary development from conventional plastics to polylactic acid based materials. **Materials**, v. 13, n. 21, art. 4994, 2020.

PARIDA, S.; KUNHAMU, T. K.; JIJEEESH, C. M.; ANOOP, E. V.; SURESHKUMAR, P. K. Performance of teak seedlings in different biodegradable containers. **Indian Forester**, v. 147, n. 7, p. 615–620, 2021.

PHILIPPINI, R. R. *et al.* Agroindustrial byproducts for the generation of biobased products: alternatives for sustainable biorefineries. **Frontiers in Energy Research**, v. 8, 2020.

SATO, M. K. *et al.* Biochar as a sustainable alternative to açai waste disposal in Amazon, Brazil. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 139, p. 36–46, 2020.

SOUZA, T. C. S. de; SILVA, B. A. da; MACHADO, L. C.; UCHÔA, B. C.; SOBRAL, C. T. C.; ROSÁRIO, G. L. do. Potencial biotecnológico e nutracêutico da polpa *in natura* e do caroço do açai. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 7, n. 9, 2024.

PRODUÇÃO E QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO NO SUL DO BRASIL: CENÁRIO ATUAL, ASPECTOS TECNOLÓGICOS E CONTRIBUIÇÕES PARA A NUTRIÇÃO DE RUMINANTES

CORN SILAGE PRODUCTION AND QUALITY IN SOUTHERN BRAZIL: CURRENT SCENARIO, TECHNOLOGICAL ASPECTS, AND CONTRIBUTIONS TO RUMINANT NUTRITION

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.054-006>

Fabielly de Jesus Depra Santos

Doutoranda em Zootecnia

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

E-mail: fa.elly@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9273-9811>

Érica Dambros de Moura Bueno

Doutoranda em Zootecnia

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

E-mail: ericadambros@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1685-5890>

Alessandro Fernandes da Rosa

Engenheiro Agrônomo

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

E-mail: rosafernandesaula@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9927-8711>

Eduarda Proença de Oliveira

Doutoranda em Zootecnia

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

E-mail: dudapoliveira@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8647-1599>

Bruna Fernandes Machado

Doutoranda em Zootecnia

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

E-mail: brunafmachado17@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2628-3240>

Paloma Betega Ahmad

Zotecnista

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

E-mail: palomabetegaa@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1218-4035>

Edson Roberto Bueno

Técnico em Agropecuária
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
E-mail: edson.roberto@ufsm.br
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4032-0643>

Manuela Xavier Chaves

Graduanda em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
E-mail: manuelaxavierchaves@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2454-2576>

Vitória Xavier Dutra dos Santos

Graduanda em Zootecnia
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
E-mail: vitoriadutra047@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9273-9811>

Clarissa Ramos Rodrigues

Zootecnista
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
E-mail: clarissa.rod@outlook.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7498-9446>

Ricardo Zambarda Vaz

Professor Doutor em Zootecnia
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
E-mail: ricardo.vaz@ufsm.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4505-1277>

Luciana Pötter

Professora Doutora em Zootecnia
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
E-mail: luciana.potter@ufsm.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6288-4468>

RESUMO

A região Sul, a segunda maior produtora de milho do Brasil, é responsável por 18,8% da produção nacional. O objetivo deste trabalho é analisar o cenário atual da produção de milho para silagem no Sul do Brasil, destacando os aspectos produtivos, tecnológicos e de qualidade. Na safra 2022/2023, o estado do Rio Grande do Sul produziu 3.960.494 toneladas de milho grão, movimentando, aproximadamente, mais de 5 milhões de reais. A maior dispersão na produção de milho no Rio Grande do Sul reflete um complexo conjunto de fatores climáticos, econômicos, técnicos e tecnológicos. Isso ocorre devido à diversidade de sistemas de produção no estado. A silagem de milho tem papel fundamental na nutrição de ruminantes, o valor nutricional é influenciado pela composição morfológica da planta, estádios de maturação, enchimento do grão e pela relação entre a fração fibrosa e a densidade energética. O que torna a silagem um alimento

distinto, considerando a união entre a fração forrageira e os grãos. Portanto, a produção de silagem de milho na região sul do país vem sendo intensificada com o passar dos anos. Mesmo com uma área cultivada menor, o Rio Grande do Sul aumentou sua produção e produtividade por hectare cultivado.

Palavras-chave: Alimentação animal; Forragem conservada; Produtividade.

ABSTRACT

The Southern region, the second largest corn producer in Brazil, is responsible for 18.8% of national production. The objective of this work is to analyze the current scenario of corn silage production in Southern Brazil, highlighting productive, technological, and quality aspects. In the 2022/2023 harvest, the state of Rio Grande do Sul produced 3,960,494 tons of grain corn, generating approximately more than 5 million reais. The greater dispersion in corn production in Rio Grande do Sul reflects a complex set of climatic, economic, technical, and technological factors. This occurs due to the diversity of production systems in the state. Corn silage plays a fundamental role in ruminant nutrition; its nutritional value is influenced by the morphological composition of the plant, maturation stages, grain filling, and the relationship between the fibrous fraction and energy density. This makes silage a distinct feed, considering the combination of the forage fraction and the grains. Therefore, corn silage production in the southern region of the country has been intensifying over the years. Even with a smaller cultivated area, Rio Grande do Sul has increased its production and productivity per hectare cultivated.

Keywords: Animal feed; Conserved forage; Productivity.

1 INTRODUÇÃO

A expansão da agricultura brasileira a partir da década de 1970 consolidou o Brasil como um dos maiores produtores e exportadores de culturas agrícolas, conferindo ao país o título de "celeiro do mundo". A produção de milho apresentou crescimento significativo, alcançando o recorde de 131,89 milhões de toneladas na safra 2022/2023, conforme dados da (CONAB, 2023). Nos últimos 20 anos a produção brasileira de milho cresceu, em média, 5,2% ao ano, posicionando o Brasil como o terceiro maior produtor mundial (FAO, 2018).

A região Sul, a segunda maior produtora de milho do Brasil, é responsável por 18,8% da produção nacional, com uma área colhida de aproximadamente 3.948.321 hectares (IBGE, 2023). Apesar desse destaque, a área destinada ao cultivo de milho na região tem apresentado uma redução significativa nos últimos anos, acompanhada por uma queda na produtividade, decorrente dos desequilíbrios climáticos. No

Rio Grande do Sul, houve uma redução de cerca de 23,45% na área cultivada com milho entre 2010 e 2023 (IBGE, 2023).

Grande parte da produção de milho no Brasil é direcionada para a alimentação animal, sendo utilizada tanto na fabricação de rações pela indústria quanto nos processos de ensilagem (Oliveira et al., 2007). A silagem de milho representa uma estratégia, especialmente durante períodos de escassez de pastagens, conhecidos como vazio forrageiro. Estima-se que aproximadamente 15% da produção nacional de milho seja destinada à produção de silagem, mesmo diante da limitada disponibilidade de sementes específicas para esse propósito. O objetivo deste trabalho é analisar o cenário atual da produção de milho para silagem no Sul do Brasil, destacando os aspectos produtivos, tecnológicos e de qualidade.

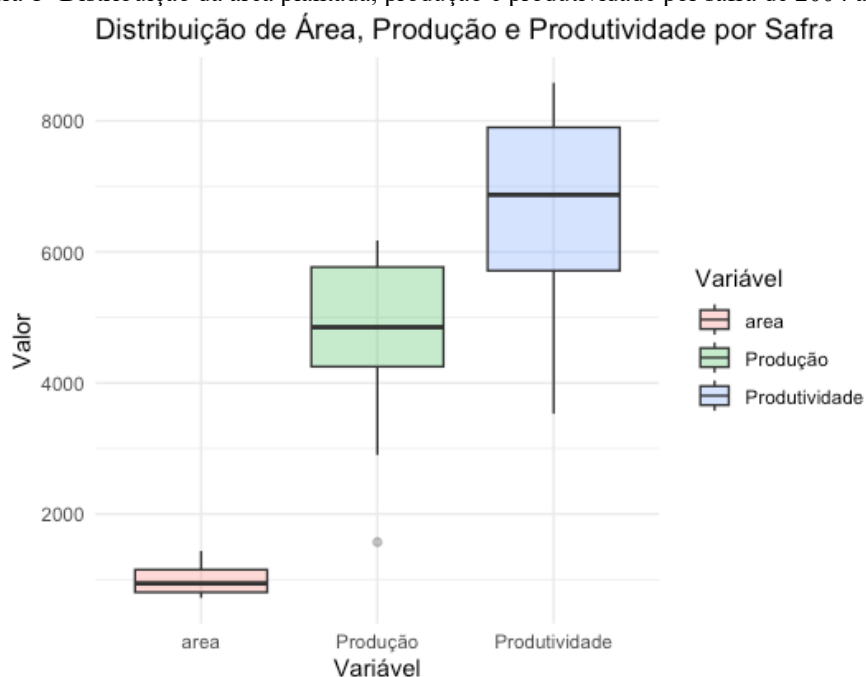
2 PRODUÇÃO DE MILHO NO RIO GRANDE DO SUL

A crescente demanda por milho impulsionou o crescimento, tanto em área plantada como em produtividade. Nos últimos 20 anos, a expansão de área cultivada no Brasil foi de 45,79%, enquanto a produção cresceu cerca de 193,55%, mostrando o grande potencial produtivo do país (Artuzo et al., 2019).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), na safra 2022/2023, o estado do Rio Grande do Sul produziu 3.960.494 toneladas de milho grão, movimentando, aproximadamente, mais de 5 milhões de reais. O potencial de produção do milho varia de acordo com cada região, sendo extremamente dependente da variabilidade ambiental, como temperatura, condições de solo, relevo e precipitação. Ao longo dos últimos 20 anos, a área cultivada no Rio Grande do Sul diminuiu de 1.237.900 hectares na safra 2004/2005 para 814.900 hectares na safra 2023/2024 (CONAB, 2023). Embora a redução seja numericamente expressiva, a variação anual não se apresenta significativa entre as safras, indicando uma certa estabilidade. A redução de área cultivada de milho pode ser atribuída à alta competitividade entre as principais culturas de verão, como a soja. Nos últimos anos, com maior destaque para o período de 2020 a 2023, o crescimento da soja, impulsionado pelos altos preços, tem favorecido sua expansão por todo o território nacional, o que tem levado à redução da área destinada ao cultivo de milho.

A maior dispersão na produção de milho no Rio Grande do Sul (Figura 1), reflete um complexo conjunto de fatores, que ocorrem devido à diversidade de sistemas de produção no estado, que variam desde os altamente tecnificados até os de agricultura convencional. Esses fatores contribuem para a grande amplitude observada nas médias de produção e produtividade. No entanto, é importante destacar que, apesar dessa variação, houve um crescimento expressivo tanto na produção quanto na produtividade do milho durante as safras analisadas.

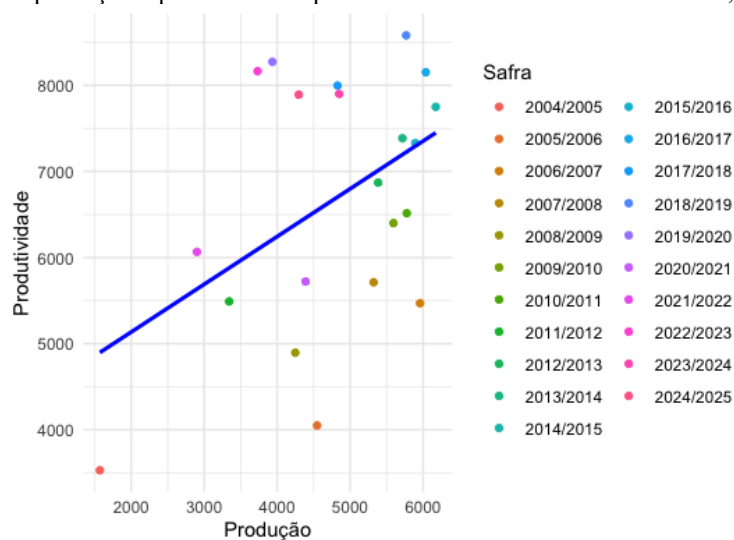
Figura 1- Distribuição da área plantada, produção e produtividade por safra de 2004 a 2024.



A padronização dos sistemas de produção, com a introdução de técnicas de manejo adequadas, como o plantio direto e a agricultura de precisão, melhora a capacidade produtiva, otimizando a utilização dos recursos disponíveis (Corá et al., 2004). Assim como o uso de tecnologias, além de impulsionar a produtividade, também potencializa o retorno financeiro da atividade, gerando maior lucratividade para o produtor (Oliveira et al., 2006).

O gráfico (Figura 2) apresenta a relação entre a produção e a produtividade de milho no estado do Rio Grande do Sul ao longo de diferentes safras. Observa-se uma tendência positiva entre os dois parâmetros analisados, indicando que, à medida que a produção aumenta, a produtividade também tende a crescer. No entanto, há certa dispersão dos pontos em torno da linha, evidenciando variações entre safras que podem ser atribuídas principalmente a condições climáticas.

Figura 2 - Relação entre produção e produtividade para as safras de milho de 2004 a 2024, no Rio Grande do Sul.



3 IMPORTÂNCIA DO MILHO PARA SILAGEM NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Na safra 2023/2024, foram cultivados 362.131 hectares, conforme dados da EMATER (2024), para silagem, já para a safra 2024/2025, estima-se um aumento de 24,33%, apesar de uma pequena redução na área plantada. Os parâmetros para definir a qualidade do material a ser ensilado incluem, como principal indicador, a porcentagem de grãos na matéria seca (Embrapa, 2015). No passado as cultivares de milho para silagem eram escolhidas a partir do seu potencial de produção de matéria verde, as cultivares da época apresentavam ciclo longo, porte alto e baixa produção de grãos (Oliveira, 1998). O principal objetivo da época era minimizar os custos com a alimentação do rebanho.

Embora a variável custo ainda seja um fator determinante na escolha de alimentos para a nutrição de ruminantes, os parâmetros de qualidade do material ensilado vêm sendo levados em consideração. Segundo Lauer et al. (2001), os avanços em melhoramento genético de plantas para a produção de silagem evoluíram pouco quando comparados aos avanços para a produção de grãos. Mesmo observando aumento no rendimento e qualidade das silagens, Lauer et al. (2001), atribui essa melhoria à evolução na produção de grãos.

A silagem da planta inteira é um dos principais constituintes da TMR (Ração Totalmente Misturada), sendo responsável por 40 a 70% da MS da forragem (Shaver e Kai-ser, 2011). Em um estudo meta-analítico Ferraretto et al. (2015), ao analisar trabalhos com diferentes híbridos de milho para silagem, observaram que as cultivares selecionadas para maior digestibilidade da fibra estimulou o consumo de forragem por vacas-leiteiras, aumentando assim a produção de leite e o teor de proteína bruta do leite.

3.1 PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA SILAGEM

Na safra 2023/2024, o Rio Grande do Sul produziu, em média, 31.329 kg ha^{-1} de silagem de milho, com estimativas apontando um aumento de 22,7% para o ano de 2025 (EMATER, 2024). A região norte do estado se destaca nesse cenário, impulsionada pela forte presença da cadeia de produção leiteira. De acordo com avaliação realizada em 50 propriedades leiteiras da região Nordeste do estado, 97% delas utilizam a silagem de milho como principal fonte de alimentação (Machado et al., 2017).

A qualidade da silagem é expressa principalmente por sua composição bromatológica. De acordo com Keplin (1992), uma silagem de qualidade deve apresentar proteína bruta dentro da faixa de 7,1 a 8% de PB e 64 a 70% de NDT. Ferraretto et al. (2018), evidenciam que o ponto de maturidade do milho no momento da colheita é o principal fator que determina a qualidade da silagem. O avanço da maturidade influencia de forma negativa a digestibilidade mesmo em híbridos modernos.

Para obter o máximo rendimento da silagem, recomenda-se a colheita do milho com cerca de 30 a 33% de matéria seca (MS) (Oliveira, 1998). Esse ponto é alcançado quando a espiga apresenta 2/3 da linha do leite, ou seja, quando os grãos do terço médio da espiga contêm aproximadamente 70% do amido acumulado. Em um estudo avaliando diferentes híbridos de milho, Zopollatto et al. (2009) relatam que o teor de matéria seca da planta inteira, ideal para ensilagem, é de 32 a 35%. Esse parâmetro foi atingido dos 98 a 112 dias após a semeadura para a safra 2001/2002 e de 94 a 105 dias para a safra 2002/2003.

Darby & Lauer (2002), ao avaliar o efeito da maturação do milho na produtividade e qualidade da silagem, observaram que a fração fibrosa atingiu sua produção máxima no início da fase reprodutiva. Havendo uma redução gradativa na qualidade do material com o avanço do ciclo fenológico da planta.

Em uma pesquisa realizada pela EMBRAPA, Oliveira (2009) avaliou diferentes híbridos de milho em duas cidades do Rio Grande do Sul e observou uma produtividade média de 10,9 e 10,3 tha^{-1} de matéria seca. O valor nutricional da silagem de milho é influenciado pela composição morfológica da planta, estádios de maturação, enchimento do grão e pela relação entre a fração fibrosa e a densidade energética. O que torna a silagem de milho um alimento distinto, considerando a união entre a fração forrageira e os grãos. (Oliveira et al., 2013).

Ao avaliar o teor de matéria seca nos componentes estruturais das plantas de milho e nos grãos, Oliveira et al., (2013) constataram que com o avanço dos estádios fenológicos o teor de matéria seca e a participação percentual dos grãos aumentou linearmente, enquanto a participação de colmos e folhas decresceram de forma linear. Segundo os autores, houve uma redução nos teores de FDN e FDA da silagem, quando ensilado nos estádios de maturação com 25,6% de MS e 32,6% de MS. Já os teores de proteína bruta, lignina e digestibilidade não apresentaram diferença em relação aos estádios de maturação, e mantiveram valores médios de 7,71%, 4,14%, 69,12%, respectivamente.

Para a produção de uma silagem de qualidade, com elevados níveis nutricionais, além do momento ideal para colheita, outros fatores relacionados ao processo de ensilagem são fundamentais para o êxito desse processo. O pH é fator importante para conservação do material ensilado e na preservação da qualidade da silagem. Segundo McDonald et al. (1991), a faixa de pH ideal é entre 3,6 e 4,5.

Uma silagem com pH fora da faixa recomendada terá danos em níveis de qualidade do material ensilado, assim como poderá ocasionar prejuízos à saúde dos animais, além de prejuízos econômicos. A elevação do pH, decorrente da presença de oxigênio, favorece o aparecimento e crescimento de microrganismos e metabólitos prejudiciais à qualidade, como fungos filamentosos, esporos aeróbicos e anaeróbicos, entre outros (Borreani et al., 2013; Driehuis et al., 2017).

De acordo com Kim & Adesogan (2006), ao avaliarem o efeito da temperatura, umidade e tempo de selagem durante o processo de ensilagem, observaram que tanto a umidade quanto altas temperaturas no momento da colheita do milho afetam a qualidade da silagem. Evidenciando que o processo de perdas de qualidade ocorre de forma integral durante todo o processo de ensilagem, desde a colheita até o momento de alimentar os animais (Borreani et al., 2017). Essas perdas podem ser minimizadas quando o processo de ensilagem é realizado de forma criteriosa, incluindo cuidados específicos como teor de matéria seca no momento da colheita, tamanho do picado, densidade de compactação e o tempo para a adequada fermentação (Grant & Ferraretto, 2017).

O tipo de estrutura, assim como a quantidade de forragem armazenada, são fatores determinantes para o processo fermentativo e a manutenção da temperatura no núcleo do silo. Kung (2011) observou temperatura média no interior do silo de 32 °C após 90 dias de fechamento do silo, de silagem de milho. As perdas em silagens podem ser minimizadas com o uso de aditivos, enzimas e inoculantes, capazes de manter o pH próximo do ideal.

Borreani et al. (2017), revisaram trabalhos visando avaliar as perdas de qualidade e de matéria seca das silagens e concluíram que o uso de inoculantes pode auxiliar a minimizar as perdas. Para silagens de milho, onde a deterioração é a principal preocupação, recomenda-se a inoculação com a combinação entre cepas homofermentativas tradicionais e *L. buchneri*, promovendo rápida queda no pH nos estágios finais do armazenamento. Borreani et al. (2017) ressaltam, ainda, que os sistemas de vedação e compactação devem ser realizados de forma eficiente e o mais rápido possível, mantendo uma densidade de 705 kgm⁻³, em silos horizontais para limitar a porosidade.

3.2 DESAFIOS CLIMÁTICOS E AMBIENTAIS

O Brasil, por ser considerado um país de amplitude continental, tem uma grande variação climática, o que favorece o seu potencial produtivo. Considerar a alocação geográfica para o cultivo do milho, seu zoneamento agrícola, é fundamental para potencializar sua produção e produtividade (Artuzo et al., 2019).

A região sul, diferentemente de outras regiões como a centro-oeste e norte, tem sua produção de milho em uma única safra, enquanto outras regiões são capazes de produzir até três safras por ano.

A variabilidade climática, as amplitudes térmicas, umidade e relevo também interferem na qualidade do material ensilado. Borreani et al. (2017), evidenciaram a influência da temperatura ambiental no momento da colheita e ensilagem, temperaturas próximas de 40 °C aumentam as perdas de matéria seca na silagem.

Em condições de chuvas e alta umidade, Kim e Adesogan (2006) relataram observar interferência significativa na fermentação da silagem, alterando assim sua qualidade bromatológica e nutricional. A produção de silagem em temperaturas superiores a 40 °C pode causar danos nutricionais à silagem, interferindo na disponibilidade de aminoácido pela desnaturação das proteínas (Borreani et al., 2017).

A produção de milho na região sul já vem sendo afetada pelas alterações climáticas, principalmente relacionadas a secas extremas, uma vez que a cultura é pouco tolerante à deficiência hídrica. A falta de água se torna crítica para a produção, principalmente nos estágios de pendramento e espigamento (EMBRAPA, 2002). Segundo Figueredo JR (2004), as condições climáticas as quais a cultura é submetida, estão diretamente relacionados a produtividade, independente da tecnologia aplicada.

As variações nas condições climáticas, como estiagens prolongadas, chuvas irregulares e altas temperaturas, geram impactos diretos sobre o desenvolvimento das plantas. Em resposta, diversos estudos sugerem que o aprimoramento das práticas agrícolas e o investimento em tecnologias adaptativas são essenciais para mitigar esses efeitos.

4 CONCLUSÃO

A produção de silagem de milho na região Sul do Brasil tem apresentado intensificação significativa ao longo dos anos. Apesar da redução na área cultivada, o estado do Rio Grande do Sul apresentou um notável aumento na produção e na produtividade por hectare, refletindo os avanços técnicos e o uso eficiente dos recursos disponíveis. A silagem de milho se destaca como uma fonte alimentar de alta qualidade, constituindo uma excelente base para a formulação da TMR e contribuindo para a eficiência produtiva e nutricional dos rebanhos. Esses fatores reforçam o papel estratégico da silagem de milho como um alimento essencial no cenário agropecuário do Sul do Brasil, garantindo sustentabilidade e competitividade para a produção leiteira regional.

REFERÊNCIAS

ARTUZO, F. D. et al. O potencial produtivo brasileiro: uma análise histórica da produção de milho. 332 In: **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**. v. 12, n. 2, p. 515-540, 2019.

- BORREANI, G. et al. Aerobic deterioration stimulates outgrowth of spore-forming *Paenibacillus* in corn silage stored under oxygen-barrier or polyethylene films. **Journal of Dairy Science**. 2013. V. 96, p. 5206-5216, 2013.
- BORREANI, G. et al. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 3952–3979, 2017.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura e Pecuária. Milho**. Brasília: MAPA. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Série histórica das safras: milho**. Brasília: CONAB, 2023/2024.
- CORÁ, J. E.; ARAUJO, A. V.; PEREIRA, G. T.; BERALDO, J. M. G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 1013-1021, 2004.
- DARBY, H.M.; LAUER, J.G. Harvest date and hybrid influence on corn forage yield, quality, and preservation. **Agronomy Journal**, v.94, p.559-566, 2002.
- DRIEHUIS, F. et al. Silage review: Animal and human health risks from silage. **Journal of Dairy Science**. v. 101, n. 5, p. 4093–4110, 2017.
- EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (EMATER/ RS). **Safra Tabela**. Porto Alegre: EMATER, 2024.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Fisiologia do milho**. Brasília, dez. 2002. 23.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sete passos para a produção de silagem de milho de alta qualidade**. Milho e Sorgo: Comunicado Técnico, Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015.
- FERRARETTO, L. F.; SHAVER, R. D.; LUCK, B. D. Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. **Journal of Dairy Science**. v. 101, n. 5, p. 3937-3951, 2018.
- FERRARETTO, L. F.; SHAVER R. D. Impact of whole-plant corn silage hybrid type on intake, digestion, ruminal fermentation and lactation performance by dairy cows through a meta-analysis. **Journal of Dairy Science**. V. 98, p. 2662-2675, 2015.
- FIGUEREDO JR, L. G. M. **Modelo para Estimação da Produtividade de Grãos de Milho no Estado de São Paulo**. 2004. 85 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.
- GRANT, R.J.; FERRARETTO, L.F. Silage review: Silage feeding management: Silage characteristics and dairy cow feeding behavior. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 4111–4121, 2017.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de Milho em grão**. 2023.
- KEPLIN, L.A.S. **Recomendação de sorgo e milho (silagem) safra 1992/93**. ENCARTE TÉCNICO DA REVISTA BATAVO. CCLPL, Castro, PR. Anais. Ano I, n.8, p.16-19.

KIM, S. C.; ADESOGAN, A. T. Influence of ensiling temperature, simulated rainfall, and delayed sealing on fermentation characteristics and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**. V. 89, p. 3122–3132, 2006.

KUNG, L., Jr. Silage temperatures: how hot is too hot. 2011.

LAUER, J. G., COORS, J. G.; FLANNERY, P. J. Forage yield and quality of corn cultivars developed in different eras. **Crop Science**. V.41, p. 1449–1455, 2001.

MACHADO, S. C. ET AL. Seasonal variation, method of determination of bovine milk stability, and its relation with physical, chemical, and sanitary characteristics of raw milk. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 46, n. 4, p. 340-347, 2017.

McDONALD, P. et al. The Biochemistry of Silage. 2. ed. Marlow. **Chalcombe Publications**, 1991. 226 p.

SHAVER, R.; KAISER, R. 2011. **Top producing dairy herds in Wisconsin feed more forage than you may think**.

OLIVEIRA, J. S. **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Embrapa Gado de Leite Circular Técnica (INFOTECA-E), 1998.

OLIVEIRA, J. S.; SOUZA SOBRINHO, F. de. **Cultivares de milho para silagem: resultados das safras 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006 nos municípios de Ijuí e Lages da Região Sul do Brasil**. Circular Técnica, Embrapa Gado de Leite, 2009.

OLIVEIRA, J. S. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho destinados à silagem em bacias leiteiras do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v.1, p. 45-50, 2007 a.

OLIVEIRA, M. R. et al. Composição morfológica e nutricional de plantas e silagens de milho em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 2, p. 183-192, 2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA (FAO). **Anuário estatístico da FAO 2018: agricultura, nutrição e desenvolvimento sustentável**. Roma: FAO, 2018. v. 1. 312 p.

ZOPOLLATTO, M. et al. Relações biométricas entre o estágio de maturação e a produtividade de híbridos de milho para a produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.2, p.256-264, 2009b.

USO DO BIOCHAR COMO FERTILIZANTE E SUAS INLUÊNCIAS NAS PROPRIEDADES QUÍMICAS, FÍSICAS E BIOLÓGICAS DO SOLO

THE USE OF BIOCHAR AS FERTILIZER AND ITS INFLUENCE ON THE CHEMICAL, PHYSICAL, AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF THE SOIL

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.054-007>

Stefhany Pereira Reis

Acadêmica do curso de Agronomia do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES)
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3700384147981762>

Mariana Thereza Rodrigues Viana

Docente do curso de Agronomia do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES)
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8547543495862002>

Luiz Leonardo Ferreira

Docente do curso de Agronomia do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES)
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8177473980862031>

Glicélia Pereira Silva

Docente do curso de Agronomia do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES)
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6421558847529228>

Deborah Amorim Martins

Docente do curso de Agronomia do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES)
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8714038892552194>

Gildomar Alves dos Santos

Docente do curso de Agronomia do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES)
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9076-4367>

Andrisley Joaquim da Silva

Docente do curso de Agronomia do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES)
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0084-0264>

Zaqueu Henrique de Souza

Docente do curso de Agronomia do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES)
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7733-4768>

Jonathan Goularte Silva

Docente do curso de Agronomia do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES)
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2445-0634>

Diego Oliveira Ribeiro

Docente do curso de Agronomia do Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES)
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2336-3042>

Resumo

Este estudo aborda o biochar (biocarvão) como uma tecnologia estratégica para a agricultura sustentável e mitigação das mudanças climáticas. O objetivo foi descrever e analisar as características físico-químicas e biológicas do biochar, bem como seus impactos nas propriedades do solo, produtividade agrícola e sequestro de carbono. A metodologia consistiu em uma revisão de literatura qualitativa e descritiva, baseada na análise de artigos científicos, teses e boletins técnicos obtidos em bases como Scielo, Web of Science e Google Acadêmico. Os resultados demonstraram que o biochar promove melhorias nas propriedades físicas do solo, reduzindo a densidade aparente, aumentando a porosidade e favorecendo a retenção de água, especialmente em solos degradados ou arenosos. Quimicamente, atua como condicionador do solo, elevando o pH e a Capacidade de Troca Catiônica (CTC), o que contribui para maior retenção de nutrientes e menor lixiviação. No aspecto biológico, o material favorece a microbiota do solo, aumentando o carbono da biomassa microbiana e estimulando enzimas relacionadas à ciclagem de nutrientes. Para fundamentação do estudo, foram analisados documentos técnico-científicos publicados entre 2011 e 2026. Apesar dos benefícios observados, a eficiência do biochar depende da matéria-prima utilizada e das condições de produção, além de existirem desafios relacionados à padronização do produto, custos logísticos e necessidade de estudos de longa duração para garantir segurança ambiental.

Palavras-chave: Biochar; Fertilidade do Solo; Pírolise; Sequestro de Carbono; Sustentabilidade Agrícola.

Abstract

This study addresses biochar as a strategic technology for sustainable agriculture and climate change mitigation. The objective was to describe and analyze the physicochemical and biological characteristics of biochar, as well as its impacts on soil properties, agricultural productivity, and carbon sequestration. The methodology consisted of a qualitative and descriptive literature review, based on the analysis of scientific articles, theses, and technical bulletins obtained from databases such as Scielo, Web of Science, and Google Scholar. The results demonstrated that biochar promotes improvements in the physical properties of the soil, reducing apparent density, increasing porosity, and favoring water retention, especially in degraded or sandy soils. Chemically, it acts as a soil conditioner, raising the pH and Cation Exchange Capacity (CEC), which contributes to greater nutrient retention and less leaching. In the biological aspect, the material favors the soil microbiota, increasing the carbon of the microbial biomass and stimulating enzymes related to nutrient cycling. For the study's foundation, technical-scientific documents published between 2011 and 2026 were analyzed. Despite the observed benefits, the efficiency of biochar depends on the raw material used and the production conditions, in addition to challenges related to product standardization, logistical costs, and the need for long-term studies to ensure environmental safety.

Keywords: Agricultural Sustainability; Biochar; Carbon Sequestration; Pyrolysis; Soil Fertility.

1 INTRODUÇÃO

O solo é um recurso natural que, apesar de se renovar constantemente por processos físicos e bioquímicos, possui taxas de formação extremamente lentas, sendo considerado não renovável na escala humana (Resende et al., 2025). A exploração intensiva desse recurso para a produção global de alimentos tem causado a degradação de cerca de 25% das terras aráveis do mundo, resultando em erosão, perda de matéria orgânica, compactação e redução da biodiversidade (Resende et al., 2025). Diante da necessidade de sistemas agrícolas mais sustentáveis, o biocarvão, ou biochar, tem despertado interesse crescente devido ao seu potencial na gestão de resíduos, remediação ambiental e melhoria da fertilidade do solo (Lima et al., 2025).

O interesse científico contemporâneo por esse material baseia-se amplamente nas descobertas das Terras Pretas de Índio (TPI) na região amazônica (Glodowska et al., 2016). Esses solos de origem antrópica, formados por populações pré-colombianas, mantêm níveis excepcionais de fertilidade e estabilidade de carbono há milênios, servindo de modelo para o desenvolvimento de condicionadores de solo modernos (Rezende et al., 2011). Assim, o biochar é visto como uma tecnologia capaz de harmonizar a produtividade agrícola com a mitigação das mudanças climáticas (Trazzi et al., 2018).

Este estudo tem como objetivo realizar uma revisão abrangente sobre as características físico-químicas e biológicas do biochar, analisando sua influência nas propriedades do solo e sua eficácia como estratégia para a melhoria da fertilidade e sequestro de carbono (Lima et al., 2025).

2 METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida por meio de uma revisão de literatura de caráter qualitativo e descritivo, com foco na análise de conhecimentos científicos relacionados ao biochar e suas influências nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. O estudo foi fundamentado na investigação de artigos científicos, teses, dissertações e boletins técnicos que abordam a utilização do biochar na agricultura, sua produção por pirólise e seus efeitos no sistema solo-planta.

Para a composição do referencial teórico, os materiais foram obtidos em bases de dados científicas reconhecidas, como Scielo, Google Acadêmico e Web of Science, além de repositórios institucionais. O levantamento bibliográfico foi realizado utilizando descritores como “biochar”, “biocarvão”, “pirólise”, “fertilidade do solo” e “sequestro de carbono”.

A seleção das referências considerou a relevância científica, a relação direta com o tema proposto e a atualidade das publicações, priorizando estudos publicados entre os anos de 2011 e 2026. Após a seleção,

os materiais foram analisados de forma comparativa e sistemática, possibilitando a identificação das principais evidências sobre a atuação do biochar como condicionador do solo e seu potencial na mitigação de impactos ambientais e no aumento da qualidade do solo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 SOLO E SUA IMPORTÂNCIA PARA OS SISTEMAS AGRÍCOLAS

O setor agrícola é, de fato, um pilar fundamental da economia brasileira, contribuindo para o desenvolvimento econômico, criação de empregos e distribuição de alimentos para os mercados interno e externo. (Equipe Fieldviw, 2021). A produtividade agrícola está diretamente ligada ao solo, uma vez que é nele que as plantas obtêm os nutrientes essenciais para seu crescimento e desenvolvimento. Ademais, o tipo de solo é fundamental tanto para o plantio quanto para o progresso do setor agropecuário brasileiro (Pes, 2017)

Logo, o solo desempenha um papel crucial como reservatório de carbono, auxiliando na regulação do clima global. A função do solo é prejudicada pela perda de matéria orgânica resultante de práticas agrícolas inadequadas, o que torna imprescindível a implementação de estratégias que incentivem o aumento do carbono no solo e a melhoria de suas características (Lal, 2004; Sohi et al., 2010).

Esse contexto leva à redução da renda dos agricultores e tem um efeito prejudicial na economia como um todo (Eltz; Amado; Lovato, 2005). Ademais, o solo é um corpo natural estruturado, formado por diferentes horizontes e camadas, que são o resultado de processos geológicos, biológicos, químicos e físicos ao longo do tempo (Barros, 2020). A diminuição dos nutrientes no solo brasileiro é causada por vários fatores, entre os quais a ocorrência de chuvas, que contribui para a lixiviação dos nutrientes (Calpar, 2018).

Nesse cenário, a literatura indica que práticas de manejo sustentável são essenciais para manter a qualidade do solo. Na agricultura, aprimora a qualidade do solo, diminui as emissões de N₂O e favorece a microbiota benéfica. Com base em evidências científicas, o biochar se estabelece como uma abordagem eficiente, acessível e promissora para reduzir os efeitos das mudanças climáticas no setor agropecuário (Ramiro, J., Pollo, M.P. 2025).

Portanto, essa aplicação é particularmente importante em regiões afetadas pela mineração, atividades industriais ou uso intensivo de fertilizantes e pesticidas (Ramiro, J., Pollo, M.P. 2025).

3.2 FERTILIDADE DO SOLO E MANEJO SUSTENTÁVEL

A fertilidade do solo é definida pela interação de fatores químicos, físicos e biológicos, que determinam a disponibilidade de nutrientes fundamentais para o crescimento das plantas. A conservação da fertilidade do solo está diretamente ligada à sua gestão adequada, que deve se esforçar para reduzir a perda de nutrientes e garantir o equilíbrio dos sistemas produtivos (Weber; Quicker, 2018).

Nesse contexto, pesquisas como a de Lita et al. (2022) ressaltam a utilização da casca de coco como matéria-prima ideal para a produção de biochar, em virtude de suas características físico-químicas singulares, que englobam elevada capacidade de adsorção e potencial para aumentar a fertilidade do solo.

Portanto, a conversão de biomassa em biochar e sua utilização nos solos têm sido sugeridas como uma das maneiras mais eficazes de reduzir as mudanças climáticas, promovendo o sequestro de carbono no solo (Lehmann et al., 2008). O biochar pode ser utilizado tanto de forma isolada quanto em conjunto com outras fontes de nutrientes, contribuindo para a melhoria das características do solo, aumentando a eficácia do uso de fertilizantes e potencializando o rendimento das culturas (Abiola et al., 2023).

3.3 BIOCHAR: CONCEITO E PRODUÇÃO

O biochar, também chamado de biocarvão, é um material sólido carbonáceo que possui um alto teor de carbono, geralmente superior a 50%. A decomposição térmica da biomassa em condições de ausência ou presença limitada de oxigênio resulta na sua produção (Lehmann & Joseph, 2015). Esse material é principalmente produzido pelo processo de pirólise, que consiste na decomposição térmica de moléculas orgânicas a temperaturas que geralmente variam de 300 °C a 900 °C (Lopes et al., 2023).

De acordo com Weber; Quicker, 2018, a gaseificação, a torrefação e a carbonização hidrotérmica são outros métodos, além da pirólise, empregados para sua síntese. A produção de biochar utiliza uma grande diversidade de biomassas, que inclui desde resíduos agrícolas (como palhas, cascas e borra de café) e florestais (madeira de eucalipto e pinus), até estrumes animais (como cama de frango) e resíduos industriais ou urbanos, como o lodo de esgoto (Lopes et al., 2023).

As características finais do material são diretamente afetadas por variáveis de produção, como temperatura de pico, tempo de residência e taxa de aquecimento (Nobrega et al., 2011). A pirólise lenta, caracterizada por baixas taxas de aquecimento e tempos prolongados, favorece o rendimento sólido, enquanto a pirólise rápida tende a produzir um material de menor granulometria e com decomposição ainda mais lenta no solo (Woiciechowski et al. 2018). Por outro lado, temperaturas mais altas geralmente aumentam o teor de carbono fixo e a área superficial, embora diminuam o rendimento gravimétrico total devido à maior volatilização de compostos (Wang; Wang, 2019).

Para evitar que ocorra a combustão completa, é necessário reduzir a presença de oxigênio, permitindo que o carbono permaneça retido em estruturas mais estáveis, de caráter aromático e policondensado.

3.4 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO BIOCHAR

O biochar possui propriedades físicas que se caracterizam por uma alta porosidade e uma extensa área superficial específica, características que estão intrinsecamente ligadas à biomassa original e à temperatura de pirólise (Farhangi Abriz et al., 2021). Conforme pesquisas anteriores de Chen et al., 2019 e Rawat et al., 2019, a estrutura porosa abrange desde nanoporos até macroporos, sendo que esses últimos favorecem a aeração do solo e o crescimento de microrganismos benéficos.

No entanto, no contexto do biochar ele tem uma alta capacidade de hidrofobicidade, onde está relacionada à capacidade do material em repelir água, afetando processos como infiltração, retenção hídrica e disponibilidade de água no solo. Essa característica está associada principalmente à presença de estruturas aromáticas e ao grau de carbonização do biochar, sendo geralmente mais pronunciada em materiais produzidos a temperaturas mais elevadas.

Quimicamente, o biochar destaca-se pela presença de grupos funcionais superficiais (como hidroxila, carboxila e carbonila), responsáveis por sua capacidade de troca catiônica (CTC) e afinidade por contaminantes e nutrientes (Xiao et al., 2018). De acordo também com Xiao et al., 2018 o pH do material é predominantemente neutro a alcalino, variando geralmente entre 7,8 e 11,6, o que é atribuído à presença de sais minerais e cinzas formadas durante a carbonização.

Além disso, a composição elementar inclui macro e micronutrientes, como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, cuja disponibilidade e estabilidade são moldadas pelas condições de pirólise; biocarvões produzidos abaixo de 550 °C costumam reter maiores teores de nutrientes lábeis, enquanto os produzidos acima dessa faixa funcionam melhor como adsorventes (Trazzi, et al. 2018).

3.5 INFLUÊNCIA DO BIOCHAR NAS PROPRIEDADES QUÍMICAS-FÍSICAS DO SOLO

A adição de biochar resulta em melhorias estruturais importantes, como a diminuição da densidade aparente e o incremento da porosidade total, o que facilita a infiltração de água e diminui a erosão (Lima et al., 2025). Esses efeitos aumentam a capacidade de retenção de água e a disponibilidade hídrica para as plantas, o que é especialmente importante em solos arenosos ou degradados, como os encontrados no semiárido brasileiro (Silva et al., 2017).

O biochar contribui para a melhoria da agregação e estabilidade das partículas do solo ao interagir com a matéria orgânica e minerais, resultando na formação de complexos organominerais estáveis (Resende et al., 2025).

No contexto químico, a utilização de biochar aumenta o pH e a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, funcionando como um corretivo para a acidez e diminuindo a toxicidade do alumínio trocável (Lopes et al., 2023). O material auxilia no aumento dos níveis de carbono orgânico e na retenção de

nutrientes essenciais, atuando como um reservatório de liberação lenta que reduz as perdas por lixiviação (Trazzi et al. 2018).

A presença de sílica nas cinzas do biochar pode ocupar os locais de adsorção de fósforo nas argilas, elevando a disponibilidade desse elemento para as culturas (Torres et al., 2020; Brtnicky et al., 2021). Essas alterações químicas contribuem para tornar a adubação mineral mais eficiente e favorecem a correção de solos que apresentam alto grau de intemperismo.

3.6 INFLUÊNCIA DO BIOCHAR NAS PROPRIEDADES BIOLÓGICAS DO SOLO

O biochar pode servir como um ambiente favorável para o desenvolvimento da microbiota do solo, oferecendo proteção aos microrganismos contra organismos predadores, como protozoários e ácaros, além de reduzir os efeitos da perda de água devido à sua estrutura porosa (Enaime; Lubken, 2021). Sua aplicação também está relacionada ao aumento do carbono da biomassa microbiana (Cmic) e a alterações na atividade metabólica dos microrganismos, observadas por meio da respiração basal e do quociente metabólico (qCO₂) (Resende et al., 2025). Pesquisas mostram ainda que aplicações em doses moderadas tendem a estimular a atividade microbiana, enquanto quantidades excessivas podem diminuir a decomposição da matéria orgânica nativa em razão do efeito conhecido como priming negativo (Lopes et al., 2023).

Além de influenciar a abundância microbiana, o biochar também pode modificar a diversidade funcional dos microrganismos do solo, promovendo efeitos positivos no índice de Shannon e contribuindo para comunidades mais estáveis e resilientes (Lopes et al., 2023). Sua presença ainda favorece a atividade de enzimas extracelulares importantes nos ciclos biogeoquímicos dos nutrientes, como β -glicosidase no ciclo do carbono, fosfatases no ciclo do fósforo, urease no ciclo do nitrogênio e arilsulfatase no ciclo do enxofre, além de estimular a atividade microbiana total avaliada pelo diacetato de fluoresceína (FDA) (Lopes et al., 2023).

O biochar também pode beneficiar relações simbióticas no solo, como aquelas estabelecidas com fungos micorrízicos arbusculares, aumentando a densidade de esporos e a produção de glomalina, proteína importante para a agregação e estabilidade estrutural do solo (Vega et al., 2024).

3.7 BIOCHAR COMO ESTRATÉGIA PARA MELHORIA DA FERTILIDADE DO SOLO

Como estratégia de manejo, o biochar funciona como um condicionador que provê nutrientes e melhora a eficiência de fertilizantes minerais aplicados conjuntamente (Stpopa et al., 2023; El-Naggar et al., 2019; Lehmann; Joseph, 2015). A utilização de fertilizantes organominerais granulados à base de biochar tem se mostrado promissora, permitindo uma liberação mais gradual de nutrientes, o que reduz desbalanços nutricionais e favorece culturas de ciclo longo (Vega et al., 2024). Ele é particularmente eficaz

em solos tropicais ácidos e pobres, onde a melhoria da retenção de fósforo e potássio impacta diretamente a produtividade (Barbosa et al., 2025).

O uso de biochar, tanto de forma isolada quanto em combinação com fertilizantes NPK, melhora a eficácia das adubações minerais, diminuindo as perdas por lixiviação e aumentando a fixação no solo (Abiola et al., 2023). Em solos que são muito intemperizados ou arenosos, o uso de biochar enriquecido pode funcionar como uma alternativa parcial aos fertilizantes inorgânicos convencionais, promovendo de maneira sustentável a melhoria do estado nutricional das plantas (Vega et al., 2024).

Em culturas como a cana-de-açúcar, a utilização de biochar tem proporcionado maior crescimento das plantas e aumento da produtividade de colmos, resultados relacionados às melhorias no estado nutricional das plantas e nas condições físicas do solo (Vega et al., 2024). Além do fornecimento de nutrientes, o material também contribui para a recuperação de áreas degradadas pela mineração ou pelo uso agrícola intensivo, auxiliando no restabelecimento dos serviços ecossistêmicos do solo (Santos et al., 2023).

Outra característica importante do biochar é sua capacidade de imobilizar metais pesados e outros contaminantes por meio da biorremediação, ampliando sua aplicação para além da fertilidade do solo e favorecendo a segurança ambiental no sistema solo-planta (Silva et al., 2017).

3.8 BIOCHAR E O SEQUESTRO DE CARBONO

O biochar desempenha uma função ecológica importante ao atuar como um sumidouro de carbono de longo prazo, o que é essencial para a mitigação das mudanças climáticas (Nobrega et al., 2011). Ao contrário da matéria orgânica in natura, o carbono presente no biochar é extremamente recalcitrante, permanecendo no solo por períodos que podem variar de centenas a milhares de anos, em função de sua estrutura aromática estável (Trazzi et al. 2018). Esse sequestro acontece quando a biomassa de rápida decomposição é convertida em carbono pirogênico, que é resistente à biodegradação microbiana (Maia et al., 2012).

O uso de biochar contribui para a diminuição das emissões líquidas de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) (Rezende et al., 2011). Além do armazenamento direto, o material pode causar um efeito priming negativo, o que retarda a mineralização do carbono orgânico total (COT) nativo do solo e eleva o estoque estável de C (Vega et al., 2024). Essa estabilidade permite que o biochar desempenhe um papel crucial no alcance das metas climáticas globais, como as estabelecidas no Acordo de Paris, ao remover o carbono da atmosfera e armazená-lo de maneira inerte no solo, sendo classificado como uma tecnologia de "carbono negativo" (Vega et al., 2024).

3.9 DESAFIOS E PERSPECTIVAS DO USO DO BIOCHAR NA AGRICULTURA

Embora tenha potencial, a utilização do biochar se depara com obstáculos ligados aos custos de produção e à logística, além da inconsistência na qualidade do produto, que varia conforme a matéria-prima, e à ausência de normas de classificação (Barbosa et al., 2025). Segundo Brtnicky et al. (2021), há preocupações sobre a presença de contaminantes residuais, como hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs), dioxinas e metais pesados, particularmente em biochars derivados de lodos de esgoto.

A aplicação em grande escala requer precauções para prevenir a perda de partículas finas por deriva e os riscos de inalação pelos aplicadores, em razão da baixa densidade e da poeira do material (Nobrega et al., 2011).

Na análise realizada por Vega et al., 2024, as tendências futuras indicam o avanço de tecnologias para o enriquecimento e modificação (ativação) do biochar, a fim de aprimorar características específicas, como a capacidade de sorção de fosfatos ou a remediação de solos salinos. A incorporação do biochar em modelos de economia circular, convertendo resíduos agrícolas e urbanos em insumos de alto valor, reforça a sustentabilidade do setor (Santos et al., 2023). Pesquisas de longo prazo em condições de campo continuam sendo fundamentais para fortalecer as recomendações de doses e entender as interações complexas entre o biochar, a microbiota e o ecossistema agrícola (Trazzi et al. 2018).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão de literatura evidenciou que o biochar apresenta grande potencial como alternativa sustentável para a agricultura e para a redução dos impactos das mudanças climáticas. A partir da análise dos estudos selecionados, verificaram-se que os benefícios desse material estão diretamente relacionados à estabilidade do carbono e à sua estrutura altamente porosa, características responsáveis por diversas melhorias no sistema solo-planta.

Em relação às propriedades físicas do solo, a aplicação de biochar contribui para melhorias estruturais importantes, promovendo redução da densidade aparente e aumento da porosidade. Como consequência, observa-se maior retenção e disponibilidade de água para as plantas, aspecto especialmente relevante em solos arenosos e áreas degradadas.

Quanto às propriedades químicas, o biochar atua como condicionador do solo, favorecendo a elevação do pH e da Capacidade de Troca Catiônica (CTC). Essas alterações aumentam a retenção de nutrientes essenciais, como fósforo, potássio, cálcio e magnésio, além de reduzir perdas por lixiviação e minimizar problemas relacionados à toxicidade por alumínio.

No aspecto biológico, os estudos apontam que o biochar proporciona condições favoráveis ao desenvolvimento da microbiota do solo, funcionando como abrigo para microrganismos devido à presença

de microporos em sua estrutura. Sua utilização está associada ao aumento do carbono da biomassa microbiana, da diversidade funcional e da atividade enzimática ligada à ciclagem de nutrientes, favorecendo o desenvolvimento das culturas agrícolas.

Do ponto de vista ambiental, destaca-se a capacidade do biochar de atuar no sequestro de carbono a longo prazo, mantendo o carbono estabilizado no solo por extensos períodos. Entretanto, ainda existem desafios relacionados à variabilidade da matéria-prima, aos custos de produção, à padronização do material e à necessidade de estudos de longa duração que garantam sua viabilidade econômica e segurança ambiental.

DECLARAÇÃO

Declaro (amos) que foram empregadas ferramentas de Inteligência Artificial em etapas específicas deste trabalho, exclusivamente como apoio linguístico, revisão textual, organização, análise auxiliar, mantendo-se a responsabilidade integral pela interpretação, argumentação e resultados apresentados.

REFERÊNCIAS

ABIOLA, W. A.; DIOGO, R. V. C.; TOVIHOUDJI, P. G.; MIEN, A. K., & SCHALLA, A. Biochar-based smart fertilizers as an option for the sustainable agricultural land management-a bibliometric review. **Frontiers in Soil Science**, v. 3, p. 11. 2023.

BARBOSA, Eline Dias et al. Propriedades de Biochars e Sua Eficácia na Retenção de Fósforo. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 18, n. 1, p. 456-470, 2025. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>.

BARROS, José F. C. **Fertilidade do solo e Nutrição das plantas**. Évora 2020. ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA.

BRTNICKY, M.; DATTA, R.; HOLATKO, J.; BIELSKA, L.; GUSIATIN, Z. M.; KUCERIK, J.; HAMMERSCHMIEDT, T.; DANISH, S.; RADZIEMSKA, M.; MRAVCOVA, L.; FAHAD, S.; KINTL, A.; SUDOMA, M.; AHMED, N.; PECINA, V. A critical review of the possible adverse effects of biochar in the soil environment. **Science of the Total Environment**, 796, p.2-14, 2021.

CALPAR. **Saiba como é a fertilidade dos solos no Brasil**. Publicado: 30/05/2018 18h39. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/parana/especial/publicitario/calpar/produtividadesem-fronteiras/noticia/saiba-como-e-a-fertilidade-dos-solos-no-brasil.ghtml>. Acesso em: 19 out. 2022.

ELTZ, F. L. F.; AMADO, T. J. C.; LOVATO, T. **Apostila de manejo e conservação do solo**. Santa Maria, 2005. 102 p.

ENAIME, G.; LÜBKEN, M. Agricultural Waste-Based Biochar for Agronomic Applications. **Applied Sciences**, v. 11, n. 19, p. 8914, 2021.

EQUIPE FIELDVIEW. **Quais são os principais tipos de agricultura praticados no Brasil?** Disponível em: <https://blog.climatefieldview.com.br/tipos-de-agricultura>. Publicado em: 11 nov. 2021 às 19h41min.

FARHANGI ABRIZ, S., YOUSEFI, H., & BAHRAMI, M. (2021). Biochar effects on yield of cereal and legume crops using meta-analysis. **Science of the Total Environment**, 775, 145869. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145869>

GŁODOWSKA, M., HUSK, B., SCHWINGHAMER, T., & SMITH, D. (2016). Biochar is a growth-promoting alternative to peat moss for the inoculation of corn with a pseudomonad. **Agronomy for Sustainable Development**, 36, 1–10.

LEHMANN, J. et al. Australian climate-carbon cycle feedback was reduced by soil black carbon. **Nature Geoscience**, v. 1, n. 12, p. 832-835, 2008.

LEHMANN, J., & JOSEPH, S. (2015). **Biochar for environmental management: Science, technology and implementation** (2nd ed.). Routledge

LIMA, Natália Teixeira de et al. Biocarvão: Características químico-físicas e uso na agricultura. Uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 14, n. 6, e7114648949, 2025. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v14i6.48949>.

LOPES, Érika Manuela Gonçalves. **Biomassa e diversidade microbiana em solo adubado com biocarvão e cultivado com cana-de-açúcar**. 2023. 59 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) — Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2023

MAIA, C. M. B. F. Biochar: uma nova ferramenta no manejo de solos. In: **SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL**, 2.; SEMANA DE ESTUDOS FLORESTAIS, 11., 2012, Irati. Anais... Irati: Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2012.

NÓBREGA, Ísis Patrícia Cardoso. **Efeitos do Biochar nas propriedades físicas e químicas do solo: sequestro de carbono no solo**. 2011. 46 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) — Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

PES, Luciano Zucuni Conservação do solo / Luciano Zucuni Pes, Diego Antonio Giacomini. — **Santa Maria**: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico; Rede e-Tec Brasil, 2017. 69 p.: il.; 28 cm ISBN: 978-85-9450-024-3

RAMIRO, J., POLLO, M.P. **Biochar Biochar: Um Potencial Sustentável para Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas na Agricultura e Pecuária**. CCarbon/USP, 2026. Disponível em: <https://ccarbon.usp.br/pt/biochar-um-potencial-sustentavel-para-mitigacao-e-adaptacao-as-mudancas-climaticas-na-agricultura-e-pecuaria/>. Acesso em: April 25, 2026

RESENDE, Gabriel Cunha et al. **Atributos físicos e químicos como indicadores de qualidade do solo**. [S. l.]: Atena Editora, 2025. cap. 8. DOI: 10.22533/at.ed.961112518038.

SANTOS, Andressa Luiza Machado dos et al. Biochar: aplicações na remediação ambiental e no sequestro de carbono. In: **Microbiologia e Biotecnologia ambiental in foco: tema sustentabilidade**. [S. l.]: Atena Editora, 2023. v. 2, cap. 6, p. 110-122

SANTOS, Andressa Luiza Machado dos et al. Biochar: aplicações na remediação ambiental e no sequestro de carbono. In: **Microbiologia e Biotecnologia ambiental in foco: tema sustentabilidade**. [S. l.]: Atena Editora, 2023. v. 2, cap. 6, p. 110-122.

SILVA, Gualter Guenther Costa da et al. Uso do biochar para fins agrícolas: principais vantagens. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO**, 2., 2017, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Realize Editora, 2017.

SILVA, Gualter Guenther Costa da et al. **Uso do biochar para fins agrícolas: principais vantagens**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 2., 2017, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Realize Editora, 2017.

STOPA, W.; WRÓBEL, B.; PASZKIEWICZ-JASIŃSKA, A.; STRZELCZYK, M. Effect of Biochar Application and Mineral Fertilization on Biomass Production and Structural Carbohydrate Content in Forage Plant Mixture. **Sustainability**, 15, 14333. <https://doi.org/10.3390/su151914333>, 2023.

TRAZZI, Paulo André et al. Biocarvão: realidade e potencial de uso no meio florestal. **Ciência Florestal, Santa Maria**, v. 28, n. 2, p. 875-887, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509832128>.

VEGA, César Florentino Puma. **Propriedades químicas e biológicas do solo enriquecido com biocarvão e cultivado com cana-de-açúcar**. 2024. 80 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) — Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2024.

WANG, J.; WANG, S. Preparation, modification and environmental application of biochar: A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 227, p. 1002–1022, 2019.

WEBER, K.; QUICKER, P. Properties of biochar. **Fuel**, v. 217, p. 240–261, 2018.

WOICIECHOWSKI, Thiago et al. Nutrientes e umidade do solo após a incorporação de biocarvão em um plantio de *Eucalyptus benthamii*. **Ciência Florestal, Santa Maria**, v. 28, n. 4, p. 1455-1464, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509835053>.

XIAO, X., CHEN, B., CHEN, Z., ZHU, L., & SCHNOOR, J. L. (2018). Insights into multilevel structures of biochars and their potential environmental applications: A critical review. **Environmental Science & Technology**, 52, 5027–5047.

CONSERVAÇÃO DE POLINIZADORES EM PAISAGENS AGRÍCOLAS

POLLINATOR CONSERVATION IN AGRICULTURAL LANDSCAPES

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.054-008>

José Francisco de Moura Júnior

Especialização em Docência em Geografia e Práticas Pedagógicas

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/4221872046873462>

Resumo

A crise global dos polinizadores, impulsionada pela intensificação agrícola, representa uma grave ameaça à segurança alimentar e à estabilidade dos ecossistemas. Este artigo realiza uma revisão bibliográfica crítica, baseada exclusivamente em fontes literárias consolidadas em livros de autores consagrados no meio científico, com o objetivo de sintetizar estratégias de manejo do habitat voltadas à conservação de polinizadores em paisagens agrícolas. A justificativa reside na dependência crítica de culturas alimentares chave pelos serviços de polinização e no declínio documentado desses organismos devido à perda e degradação de habitat. A metodologia consistiu na análise sistemática de obras de referência nas áreas de agroecologia, ecologia da paisagem e biologia da polinização. Os resultados da revisão demonstram de forma consistente que a simplificação das paisagens agrícolas, com a consequente redução da diversidade de recursos florísticos e locais de nidificação, é o principal fator de declínio. A discussão evidencia que a inserção estratégica de elementos naturais na matriz agrícola bem como a manutenção e criação de corredores ecológicos, a preservação de fragmentos de vegetação nativa e o cultivo de plantas apícolas em bordaduras se constitui uma resposta eficaz para mitigar esses impactos. Conclui-se que a adoção de práticas de manejo que restaurem a heterogeneidade da paisagem é fundamental para a sustentabilidade dos agroecossistemas, promovendo sinergias entre produção agrícola e conservação da biodiversidade. A conservação de polinizadores emerge não como um custo, mas como um investimento essencial para a resiliência e produtividade agrícola a longo prazo.

Palavras-chave: Agroecologia; Manejo de Habitat; Serviço de Polinização.

Abstract

The global pollinator crisis, driven by agricultural intensification, poses a serious threat to food security and ecosystem stability. This article conducts a critical bibliographic review, based exclusively on consolidated literary sources from renowned scientific authors, aiming to synthesize habitat management

strategies for pollinator conservation in agricultural landscapes. The rationale lies in the critical dependence of key food crops on pollination services and the documented decline of these organisms due to habitat loss and degradation. The methodology consisted of a systematic analysis of reference works in the fields of agroecology, landscape ecology, and pollination biology. The review results consistently demonstrate that the simplification of agricultural landscapes, with the consequent reduction in floral resource diversity and nesting sites, is the primary factor driving decline. The discussion highlights that the strategic insertion of natural elements into the agricultural matrix, as well as the maintenance and creation of ecological corridors, preservation of native vegetation fragments, and cultivation of bee-friendly plants in field margins, constitutes an effective response to mitigate these impacts. It is concluded that adopting management practices that restore landscape heterogeneity is fundamental to the sustainability of agroecosystems, promoting synergies between agricultural production and biodiversity conservation. Pollinator conservation emerges not as a cost, but as an essential investment for long-term agricultural resilience and productivity.

Keywords: Agroecology; Habitat Management; Pollination Service.

1 INTRODUÇÃO

A polinização trata-se de um serviço ecossistêmico de um valor incalculável, fundamental para a reprodução da maioria das plantas que possuem flores silvestres e para a produtividade de aproximadamente 75% das culturas agrícolas globais (Buchmann; Nabhan, 1996). A produção de alimentos como maçãs, maracujás, café e melões depende diretamente ou é significativamente aumentada pela ação de polinizadores, em especial as abelhas (Kevan; Imperatriz-fonseca, 2002). No entanto, nas últimas décadas, um declínio alarmante nas populações de polinizadores tem sido observado em diversas partes do mundo, um fenômeno que ameaça a segurança alimentar e a integridade dos ecossistemas (Pimentel, 2011).

A justificativa para este estudo assenta no reconhecimento de que a principal causa deste declínio é de origem antrópica, relacionada diretamente com as práticas da agricultura convencional (Altieri, 1999). A homogeneização extrema das paisagens, substituindo mosaicos complexos de habitats por vastas extensões de monocultura, resulta na fragmentação e perda crítica de recursos para os polinizadores, como néctar, pólen e locais para nidificação (Forman; Godron, 1986). Este processo de simplificação ecológica cria "desertos verdes" que são incapazes de sustentar comunidades diversificadas de polinizadores ao longo do ano (Gliessman, 2007). Diante deste cenário, é imperativo deslocar o foco da problemática para a busca de soluções práticas e integradas ao sistema produtivo. Este artigo se propõe a revisar, a partir de um corpus bibliográfico constituído exclusivamente por livros de referência, as estratégias de manejo da paisagem agrícola que se mostram mais promissoras para a conservação dos polinizadores.

Este enfoque teórico, fundamentado em obras clássicas, permite uma compreensão profunda dos princípios ecológicos subjacentes às intervenções práticas, sem se prender a estudos de caso específicos que podem limitar a generalização dos resultados. A opção metodológica por uma revisão baseada em livros justifica-se pela necessidade de acessar sínteses consolidadas e visões de conjunto oferecidas por autores de referência, cujas contribuições formam a base do pensamento nas áreas de agroecologia e conservação. A complexidade do tema exige uma abordagem que articule diferentes escalas, desde a biologia individual dos polinizadores até a configuração da paisagem, o que é frequentemente melhor explorado em obras literárias de fôlego do que em artigos pontuais. A crise dos polinizadores não é um fenômeno isolado, mas parte de uma crise ecológica mais ampla, relacionada com o modelo de desenvolvimento agrícola hegemônico.

Portanto, se faz necessário compreendê-la e enfrentá-la uma vez que existe uma demanda e uma perspectiva sistêmica, capaz de integrar conhecimentos de diversas disciplinas, como ecologia, agronomia e ciências sociais. As estratégias de conservação aqui revisadas representam, assim, não apenas técnicas de manejo, mas um paradigma alternativo de produção, que busca a coexistência harmoniosa entre atividade agrícola e os processos ecológicos essenciais que a sustentam. A revisão demonstra que a conservação eficaz dos polinizadores exige uma mudança de perspectiva da gestão de uma praga ou recurso isolado para a gestão de todo o agroecossistema como um organismo complexo e interdependente. Neste sentido, o manejo do habitat surge como a ferramenta mais poderosa e sustentável a longo prazo, pois atua na raiz do problema, restaurando as funções ecológicas da paisagem. A adoção dessas práticas não só beneficia os polinizadores, mas também contribui para a saúde do solo, a regulação hídrica e a resiliência do sistema produtivo como um todo, criando um ciclo virtuoso de sustentabilidade.

A relação entre a agricultura e os polinizadores é paradoxal, a produção de alimentos depende vitalmente de um serviço no qual as suas próprias práticas convencionais os degradam. Os autores Buchmann & Nabhan (1996) cunharam o termo "a crise dos polinizadores esquecidos" para descrever esta contradição, onde a demanda pelo serviço de polinização aumenta na mesma proporção em que suas bases naturais são destruídas. O cerne do problema "aqui" reside na transformação radical da paisagem, o homem destrói vastos campos antes cobertos por árvores e outras plantas para o plantio e criação de animais, com isso, acaba destruindo plantas que produziram os alimentos de um grande número de polinizadores, abelhas, borboletas e beija-flores são exemplos desses polinizadores. Conforme explica Forman & Godron (1986), a paisagem agrícola moderna é caracterizada por uma matriz homogênea (a monocultura) que substitui a complexa estrutura de manchas (habitats diversos) e corredores que sustentam a biodiversidade, o que é visto hoje são vastos campos de cultivos ou pastagens e muito poucas plantas florísticas.

Esta homogeneização leva a uma drástica redução na diversidade e abundância de recursos florísticos, que devem ser continuamente disponíveis para sustentar as diferentes espécies de polinizadores

ao longo de suas estações de atividade (Kevan; Imperatriz-Fonseca, 2002). Além da escassez de alimento, a compactação do solo, o revolvimento constante e a remoção de madeira morta eliminam os sítios de nidificação para abelhas solitárias, que constituem a maioria das espécies polinizadoras (Wilson, 1992), a abelha mangangaba (*Xylocopa frontalis*), é uma abelha solitária que constrói seu ninho justamente em árvores em decomposição, essa mesma abelha é a polinizadora natural do maracujá. O uso intensivo de pesticidas, particularmente os inseticidas neonicotinóides, agrava ainda mais este cenário, intoxicando diretamente os polinizadores e contaminando os recursos florais (Pimentel, 2011).

Os neonicotinóides são um tipo de inseticida neurotóxico, amplamente usado na agricultura e veterinária para controlar pragas como pulgões e besouros. Eles agem de forma semelhante à nicotina natural, ligando-se aos receptores do sistema nervoso dos insetos e causando excitabilidade prolongada, levando-os à morte.

Em contrapartida, a literatura agroecológica oferece um caminho alternativo. Altieri (1999) e Gliessman (2007), defendem que o desenho de agroecossistemas deve mimetizar a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas naturais. Nesse contexto, a teoria da ecologia da paisagem, detalhada por Forman & Godron (1986), fornece o ferramental conceitual para intervenções práticas. A manutenção de fragmentos de vegetação nativa, por exemplo, atua como um "banco de recursos" essencial, fornecedor de alimento sequencial e abrigo (Primack, 1993). Da mesma forma, a implantação de corredores ecológicos e cercas-vivas com espécies nativas facilita o movimento dos polinizadores pela matriz hostil, conectando populações e prevenindo o isolamento genético (Soule; Piper, 1992). A tolerância a plantas espontâneas com valor apícola e o plantio intencional de faixas de flores nas bordaduras das lavouras são estratégias complementares que enriquecem a matriz agrícola, aumentando sua capacidade de suporte para os polinizadores (Caporal; Costabeber, 2004). A dimensão temporal desse processo de empobrecimento é crucial.

Conforme alerta Wilson (1992), a extinção de espécies em paisagens simplificadas não é um evento instantâneo, mas um "efeito de débito" que se manifesta ao longo de décadas, onde populações gradualmente diminuem até desaparecerem, mesmo após a cessação imediata de novas perturbações. Este fenômeno é particularmente crítico para polinizadores especialistas, que possuem exigências ecológicas mais restritas em relação a plantas hospedeiras específicas (Primack, 1993). A arquitetura da paisagem, portanto, determina não apenas a diversidade atual, mas a trajetória futura das comunidades biológicas.

A conectividade funcional entre os remanescentes de habitat natural surge como um conceito fundamental para reverter este cenário. De acordo com a teoria da Ecologia da Paisagem, corredores e "stepping stones" (ilhas de habitat) são essenciais para permitir o movimento de organismos entre fragmentos isolados, mantendo o fluxo gênico e a viabilidade populacional em longo prazo (Forman; Godron, 1986). Para polinizadores de pequeno porte, uma cerca-viva florística pode representar uma ponte

vital através de uma matriz agrícola hostil, enquanto para espécies de maior mobilidade, a presença de fragmentos florestais estratégicos pode cumprir essa função (Soule; Piper, 1992).

A qualidade intrínseca desses habitats é igualmente importante. Um fragmento de vegetação nativa, para funcionar como um efetivo "banco de recursos", deve possuir uma comunidade vegetal diversificada que garanta a disponibilidade sequencial de recursos florais (néctar e pólen) ao longo de todas as estações do ano (Gliessman, 2007). A simples presença de vegetação não é suficiente; é necessária uma estrutura complexa que ofereça não apenas alimento, mas também locais protegidos para nidificação, como cavidades em troncos mortos, solo exposto e ocos de árvores (Primack, 1993). Neste sentido, a tolerância a plantas espontâneas ("ervas daninhas") com valor apícola nas entrelinhas das culturas ou em áreas marginais da propriedade pode ser uma estratégia de baixo custo e alto impacto para enriquecer a matriz agrícola (Caporal; Costabeber, 2004). A abordagem agroecológica propõe uma reconceitualização do sistema produtivo. Altieri (1999) defende que a diversificação é a base da sustentabilidade. A introdução de consórcios de culturas, sistemas agroflorestais e a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) são exemplos de como se pode aumentar drasticamente a heterogeneidade estrutural e florística da paisagem, criando condições favoráveis para uma gama muito maior de polinizadores do que a monocultura pura (Gliessman, 2007). Estes sistemas complexos mimetizam a estrutura dos ecossistemas naturais, promovendo as interações ecológicas benéficas que são suprimidas na agricultura convencional.

O papel dos polinizadores manejados, como a abelha *Apis mellifera*, também deve ser contextualizado. Embora sejam importantes polinizadores de muitas culturas, sua presença não compensa a perda da fauna de polinizadores silvestres. Kevan & Imperatriz-Fonseca (2002) destacam que a polinização é um serviço prestado por uma comunidade diversificada de organismos, onde diferentes espécies possuem eficiências e comportamentos complementares. A abelha-doméstica, por exemplo, é ineficaz na polinização de algumas culturas como o maracujá e a berinjela, que dependem de abelhas de grande porte com comportamento de vibração (como as mamangabas, já citada). Portanto, a conservação visa manter todo o espectro de espécies e suas funções ecológicas únicas. A questão dos agrotóxicos merece uma análise aprofundada. Pimentel (2011) demonstra que os impactos vão além da mortalidade aguda. Os efeitos subletais, como a desorientação espacial causada por neonicotinóides, impedem que as abelhas retornem às suas colmeias, debilitando as colônias a longo prazo. A contaminação persistente do pólen e do néctar armazenados no ninho representa uma fonte de exposição crônica para as larvas, comprometendo o desenvolvimento das populações. A transição para o Manejo Integrado de Pragas (MIP), com redução drástica no uso de inseticidas de amplo espectro, é, portanto, um pilar inseparável da conservação de polinizadores (Altieri, 1999).

A efetividade das estratégias de manejo do habitat é, em última instância, uma questão de escala espacial e temporal. Soule & Piper (1992) argumentam que intervenções isoladas em uma única propriedade

podem ter efeitos limitados se a paisagem regional for intensamente degradada. A conservação eficaz requer planejamento em escala de bacia hidrográfica ou região, com a criação de redes de habitats interconectados. Da mesma forma, os benefícios ecológicos são cumulativos e se manifestam plenamente apenas após alguns anos, exigindo um compromisso de longo prazo por parte dos gestores da terra. A paisagem agrícola, quando manejada com inteligência ecológica, pode se tornar um mosaico dinâmico onde a produção de alimentos e a conservação da biodiversidade se reforçam mutuamente, concretizando o princípio agroecológico da multifuncionalidade.

2 METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa e exploratória, baseada exclusivamente na análise de livros. O método empregado seguiu as etapas de: (1) Identificação, por meio de busca em catálogos de bibliotecas universitárias e bases de dados de livros, de obras clássicas e seminais nas áreas de Agroecologia, Ecologia da Paisagem, Biologia da Conservação e Entomologia; (2) Seleção, priorizando autores de referência e obras amplamente citadas pela comunidade científica, publicadas por editoras acadêmicas de renome; (3) Análise Crítica, que envolveu a leitura aprofundada dos textos para extrair conceitos, evidências e argumentos relacionados ao tema; e (4) Síntese Interpretativa, na qual os conceitos foram integrados para construir uma discussão coerente e fundamentada sobre as estratégias de conservação. Foram consultadas várias obras, as quais estão referenciadas neste texto, garantindo a profundidade e o embasamento teórico requeridos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise detalhada da literatura selecionada permitiu consolidar um corpo robusto de evidências que suporta a viabilidade da conservação de polinizadores por meio do manejo adaptativo da paisagem agrícola, o consenso sobre as causas do declínio entre os autores de que a principal ameaça é a perda de habitat em decorrência da simplificação ecológica. Wilson (1992) alerta que a erosão da diversidade de habitats leva a uma correspondente erosão da diversidade de espécies, um princípio que se aplica integralmente aos polinizadores. A matriz agrícola homogênea não oferece os recursos necessários para a completude do ciclo de vida da maioria das espécies, funcionando como um filtro que permite a sobrevivência apenas de poucas espécies generalistas (Forman; Godron, 1986).

Eficácia das Estratégias Baseadas em Habitat: As obras analisadas convergem ao apontar que a restauração da heterogeneidade espacial e temporal é a chave para reverter o declínio. Fragmentos de vegetação nativa, conforme descrito por Primack (1993), não são meros resquícios, mas sim manchas vitais que funcionam como fontes de polinizadores para as áreas cultivadas adjacentes. Da mesma forma, os corredores ecológicos, conceituados por Forman & Godron (1986), mitigam os efeitos negativos da

fragmentação, permitindo o fluxo gênico e a recolonização de áreas locais, o que é crucial para a resiliência das populações face a perturbações. Sinergias com a Produção Agrícola: A abordagem agroecológica, defendida por Altieri (1999) e Caporal & Costabeber (2004), demonstra que estas estratégias transcendem o benefício único da polinização. A diversificação da paisagem promove o controle biológico de pragas, pois também fornece habitat para inimigos naturais, reduzindo a dependência de inseticidas (Pimentel, 2011). Além disso, sistemas agrícolas diversificados são mais resilientes às mudanças climáticas e às flutuações de mercado (Gliessman, 2007).

Portanto, o manejo do habitat para polinizadores configura uma prática de "ganho duplo" ou "triplo", onde o investimento em conservação gera retornos múltiplos em termos de sustentabilidade econômica, social e ecológica (Soule; Piper, 1992).

4 CONCLUSÃO

A conservação de polinizadores em paisagens agrícolas é uma necessidade premente e perfeitamente exequível quando abordada através da lente do manejo integrado da paisagem. A literatura clássica revisada, mesmo restrita ao formato livro, oferece evidências contundentes de que a crise dos polinizadores é, em grande medida, uma crise de desenho do agroecossistema. As estratégias discutidas para a preservação de fragmentos, implantação de corredores e enriquecimento da matriz com flora apícola, são intervenções baseadas em sólidos princípios ecológicos, capazes de transformar paisagens agrícolas empobrecidas em ambientes multifuncionais. A transição para este novo paradigma, entretanto, depende da superação de barreiras que vão além do técnico. É necessário o estabelecimento de políticas públicas robustas, como programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que reconheçam e remunerem os produtores rurais pela provisão de serviços ecossistêmicos essenciais, como a polinização. O futuro de uma agricultura verdadeiramente sustentável e produtiva depende da nossa capacidade de reconciliar a produção de alimentos com a conservação da biodiversidade, e a proteção dos polinizadores é o ponto central desta reconciliação.

A implementação bem-sucedida dessas estratégias, contudo, requer uma abordagem participativa que envolva os agricultores como agentes centrais da conservação, por meio de processos de capacitação e troca de conhecimentos tradicionais e científicos. Programas de educação e extensão rural são, portanto, fundamentais para disseminar os princípios agroecológicos e demonstrar os benefícios econômicos diretos da presença dos polinizadores na produtividade das culturas. A pesquisa futura deve priorizar a geração de indicadores concretos que quantifiquem o retorno financeiro do investimento em práticas de manejo do habitat, tornando o argumento econômico tão forte quanto o ecológico. A conservação dos polinizadores representa, em última análise, um passo indispensável na construção de sistemas alimentares verdadeiramente resilientes e adaptados aos desafios das mudanças climáticas globais.

Cabe à sociedade como um todo apoiar essa transição, valorizando os produtos originários de sistemas agroecológicos e cobrando dos formuladores de políticas o compromisso com uma agricultura que valorize a vida em todas as suas formas.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: A dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1999.
- BUCHMANN, S. L.; NABHAN, G. P. **The Forgotten Pollinators**. Washington, DC: Island Press, 1996.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia**: alguns conceitos e princípios. Brasília: MDA/SAF-DATER-IICA, 2004.
- FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecology**: The Ecology of Sustainable Food Systems. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.
- KEVAN, P. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. (Eds.). **Pollinating Bees**: The Conservation Link Between Agriculture and Nature. Brasília: Ministry of Environment, 2002.
- PIMENTEL, D. (Ed.). **Integrated Pest Management**: Innovation-Development Process. Dordrecht: Springer, 2011.
- PRIMACK, R. B. **Essentials of Conservation Biology**. Sunderland: Sinauer Associates, 1993.
- SOULE, J. D.; PIPER, J. K. **Farming in Nature's Image**: An Ecological Approach to Agriculture. Washington, DC: Island Press, 1992.
- WILSON, E. O. **The Diversity of Life**. Cambridge: Harvard University Press, 1992.

REALIZAÇÃO:

Aurum
EDITORA

CNPJ: 589029480001-12
contato@aurumeditora.com
(41) 98792-9544
Curitiba - Paraná
www.aurumeditora.com