

Ações de Mitigação Climática Adotadas por Produtores de Suínos na Microrregião de Erechim/RS

Bruna Guareski¹
Zenicleia Angelita Deggerone²
Cibele Lúcia Bombardelli³

Resumo

Este estudo teve por objetivo identificar as ações de mitigação climática adotadas por produtores de suínos na microrregião de Erechim/RS. Do ponto de vista metodológico, a pesquisa adotou uma abordagem qualiquantitativa, de caráter exploratório-descritivo, quando foram realizadas entrevistas semiestruturadas, no primeiro semestre de 2025, com 20 produtores de suínos residentes em diferentes municípios da microrregião. Os resultados demonstraram que os produtores vêm adotando práticas e tecnologias voltadas à mitigação de impactos ambientais e ao aumento da resiliência dos sistemas produtivos frente a eventos climáticos extremos. Constatou-se a realização de ações como o tratamento e o aproveitamento de dejetos líquidos, o manejo adequado de resíduos sólidos, o uso eficiente da água, a adoção de medidas de eficiência energética e de promoção ao bem-estar animal. Por fim, conclui-se que, embora haja avanços na adoção de práticas de enfrentamento às mudanças do clima, a atividade produtiva ainda necessita ampliar a implementação de biodigestores para o tratamento de dejetos, visando uma ação mais efetiva na redução da emissão dos gases causadores do efeito estufa.

Palavras-chave: Suinocultura; Gases do efeito estufa; Mudanças Climáticas.

Climate Mitigation Actions Adopted by Pig Farmers in the Microregion of Erechim/RS

Abstract

This study objective to identify the climate mitigation actions adopted by pig producers in the micro-region of Erechim/RS. From a methodological standpoint, the research adopted a qualitative-quantitative approach of an exploratory-descriptive nature, involving semi-

¹ Acadêmica do Curso de Administração na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - Unidade Universitária de Erechim/RS; Brasil; E-mail: bruh_guareski@hotmail.com; Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-7030-2175>.

² Doutora em Desenvolvimento Rural pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre; Brasil; Docente no Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sustentabilidade da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - Unidade Universitária de Erechim/RS; E-mail: zenicleia-deggerone@uergs.edu.br; Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4286-4686>; Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3092811041778894>.

³ Mestra em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Erechim; Brasil; Docente Colaboradora na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - Unidade Universitária de Erechim/RS; E-mail: cibelbombardelli@yahoo.com.br; Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3357-9621>; Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2217108814948272>.

structured interviews conducted in the first half of 2025 with 20 pig farmers residing in different municipalities in the micro-region. The results showed that producers have been adopting practices and technologies aimed at mitigating environmental impacts and increasing the resilience of production systems in the face of extreme weather events. Actions such as the treatment and use of liquid waste, proper management of solid waste, efficient use of water, adoption of energy efficiency measures, and promotion of animal welfare were observed. Finally, it was concluded that, although there have been advances in the adoption of practices to combat climate change, productive activity still needs to expand the implementation of biodigesters for waste treatment, aiming at more effective action to reduce greenhouse gas emissions.

Keywords: Pig farming; Greenhouse gases; Climate change.

1 Introdução

O consumo de carne suína tem registrado um crescimento expressivo nos últimos anos, consolidando-se como a proteína animal mais consumida mundialmente (EMBRAPA, 2023). No contexto brasileiro, até o ano de 2017, o consumo per capita era de aproximadamente 14,7 kg/habitante/ano. No entanto, em 2022, observou-se um aumento significativo, atingindo 18 kg/habitante/ano, conforme dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2023).

Esse aumento no consumo está diretamente relacionado à expansão da suinocultura nacional, que posicionou o Brasil entre os principais produtores e exportadores de carne suína do mundo (ABPA, 2023). Em 2022, o país ocupou a quarta colocação em volume de produção e exportação, com uma produção total de 4,983 milhões de toneladas. Deste montante, cerca de 22% foram destinados à exportação para 88 países, enquanto o restante supriu a demanda do mercado interno (ABPA, 2023).

A suinocultura, impulsionada pelo aumento contínuo no consumo de carne suína, encontra-se em um momento decisivo diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas. A intensificação de eventos climáticos extremos (Nobre *et al.*, 2024; IPCC, 2019), bem como a crescente escassez de recursos naturais, impõem à atividade produtiva a necessidade de transição para sistemas mais sustentáveis.

Nesse contexto, torna-se necessária a adoção de práticas que integrem a eficiência no uso dos recursos disponíveis, a redução das emissões de gases de efeito estufa e a promoção do bem-estar animal, configurando-se como estratégias fundamentais para alinhar a produção de alimentos às exigências ambientais contemporâneas.

O setor agropecuário está entre os mais afetados pelos impactos decorrentes das mudanças do clima (Cunha e Oliveira, 2023). De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas-IPCC (2019), as mudanças climáticas têm afetado a segurança alimentar por meio do aumento das temperaturas, alteração dos padrões de precipitação e maior frequência de alguns eventos extremos, bem como pela ampliação da vulnerabilidade dos sistemas pastoris.

Entretanto, as atividades pecuárias também são as principais responsáveis por emissões de gases que contribuem para o efeito de estufa, representando cerca de 27% de emissões brutas (577 MtCO₂e) (Cruz e Miranda, 2022). Desse contingente, 46% (388 Gg CH₄ /ano) são provenientes da criação de suínos (Kunz *et al.*, 2025). Essa atividade produtiva é responsável por emitir dióxido de carbono - CO₂, óxido nitroso - N₂O e metano - CH₄ e amônia - NH₃ para a atmosfera (Nunes, *et al.*, 2023).

Dessa forma, verifica-se que, além de representar uma importante fonte de emissões de gases de efeito estufa, a suinocultura também se mostra vulnerável aos impactos decorrentes das alterações do clima, que podem comprometer sua eficiência produtiva, sanitária e econômica.

De acordo com Tavares (2023), a atividade pode sofrer com diversos problemas de produtividade devido às alterações climáticas, como: redução da taxa de fertilidade, redução na ingestão de alimento, aumento da incidência de moscas transmissoras de doenças; aumento nos custos de produção (ventilação, proteína e energia); redução da produção agrícola, que resulta na diminuição da oferta dos principais componentes para a produção de ração animal.

Nesse sentido, estudos realizados recentemente demonstram que a atividade suinícola tem buscado adotar sistemas de produção sustentáveis. Exemplos que ilustram essa situação são apresentados por Kruger *et al.* (2022) que buscou reduzir as emissões dos gases que causam o efeito estufa e auxiliar na mitigação das alterações do clima. Ainda, Kruger e Petri (2019) destacam que muitas unidades de produção têm buscado implantar tecnologias e ferramentas que minimizem os impactos ambientais nas atividades produtivas que desenvolvem.

Na microrregião de Erechim⁴ localizada na porção norte do estado do Rio Grande do Sul, a produção de suínos representa um segmento muito importante para a economia local.

⁴ A Microrregião de Erechim localizado no Rio Grande do Sul compreende os municípios de Aratiba, Áurea, Barão de Cotegipe, Barra do Rio Azul, Benjamin Constant do Sul, Campinas do Sul, Carlos Gomes, Centenário, Cruzaltense, Entre Rios do Sul, Erebangó, Erechim, Erval Grande, Estação, Faxinalzinho, Floriano Peixoto,

De acordo com Deggerone (2024), são produzidas aproximadamente 528.698 cabeças de suínos por ano na microrregião, em diferentes tipos de unidades de produção familiares. Apesar do importante papel econômico desempenhado por essa atividade, contatou-se a inexistência de estudos nesta região que avaliem os impactos ambientais decorrentes da produção intensiva, bem como que identifiquem as tecnologias e ferramentas adotadas pelos produtores para mitigar os efeitos das mudanças do clima.

Diante dessa lacuna de conhecimento, torna-se essencial avançar na compreensão dos impactos ambientais da atividade e das práticas adotadas pelos produtores, de modo a subsidiar ações que fortaleçam a sustentabilidade do setor. Por isso, os resultados deste estudo poderão contribuir para o desenvolvimento de boas práticas ambientais para a suinocultura na microrregião, haja vista que a atividade contribui para as emissões de gases do efeito estufa, (Nunes *et al.*, 2023). Além disso, poderá servir como referência para outras regiões produtoras, auxiliar na formulação de políticas que incentivem a adoção de práticas sustentáveis, contribuir para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, e fortalecer a promoção do desenvolvimento sustentável em diferentes territórios.

Nesse contexto, compreender de forma sistemática como os produtores de suínos têm respondido aos desafios climáticos torna-se fundamental para orientar intervenções mais efetivas, o que conduz ao propósito central desta pesquisa. Assim, este estudo teve por objetivo identificar as ações de mitigação climática adotadas por produtores de suínos na microrregião de Erechim/RS.

Para apresentar de maneira clara os fundamentos, os procedimentos adotados e os resultados obtidos, este trabalho está organizado em cinco seções. A primeira traz a contextualização do tema; a segunda aborda a estrutura do sistema agroindustrial da suinocultura, seus impactos e os efeitos das mudanças climáticas sobre a atividade produtiva. Na sequência, descreve-se a metodologia utilizada no estudo. A quarta seção discute as práticas e tecnologias voltadas à mitigação climática e, por fim, a quinta reúne as considerações finais.

2 Sistema Agroindustrial: Cadeia Produtiva de Suínos

A suinocultura, atividade de criação de suínos, desempenha um papel fundamental na economia global e brasileira, contribuindo para a segurança alimentar e geração de renda. A cadeia produtiva dos suínos abrange um complexo sistema integrado por diversos atores e etapas, desde a produção de insumos até a comercialização do produto final.

De acordo com Araújo (2013) uma cadeia produtiva é composta por uma ou mais empresas/indústrias ligadas a diferentes áreas do setor econômico. Neste sistema, estabelecem-se interações que convergem na realização de um processo produtivo, o qual compreende desde a captação de matérias primas (insumos) até a elaboração do produto/serviço final, normalmente orientado para a oferta no mercado.

A configuração da cadeia produtiva de suínos compreende um conjunto de atividades integradas que faz parte de um grande sistema agroindustrial-SAG (Figura 1). Nesse caso, esse sistema é composto por indústrias produtoras de insumos (ração, vacinas, medicamentos, equipamentos e genética), granjas (criação de animais), agroindústria (abatedouros/frigoríficos), indústria de alimentos, distribuidores (atacado e varejo) e consumidores finais (Guimarães *et al.*, 2017).

A primeira etapa desse sistema é composta por organizações que fornecem insumos (ração, vacinas, medicamentos, equipamentos e genética). Esse segmento, de acordo com Triches *et al.*, (2006) comporta as atividades antes da porteira, ou seja, atividades realizadas por empresas de pesquisa e de melhoramento genético dos animais. As indústrias produtoras de insumos (fábricas de ração), de máquinas e equipamentos, de vacinas e de medicamentos, bem como fornecedores de energia, combustíveis, entre outros, também fazem parte desse segmento de atividades.

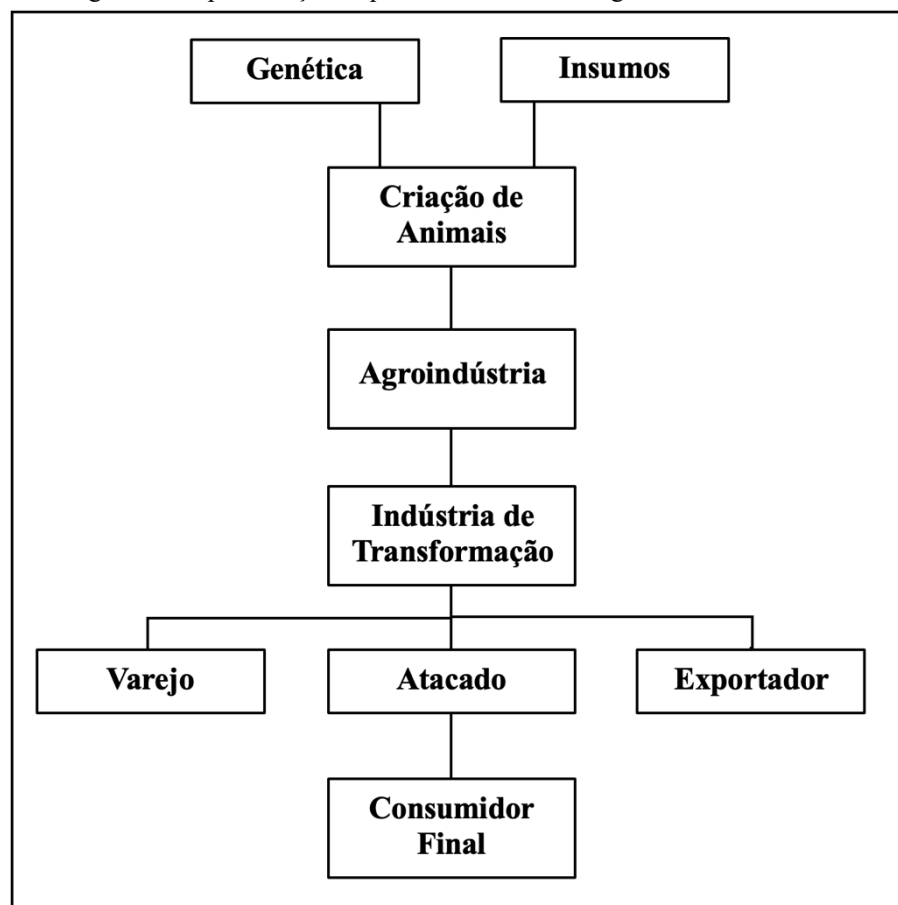
A segunda etapa envolve a produção de suínos nas unidades produtoras que são as propriedades rurais ou granjas. Estes locais podem ser segmentados em unidade de produção de leitões (UPL) 21 dias; crechário, suínos em terminação e ciclo completo. As UPL produzem leitões até uma faixa de peso entre 22 à 26 Kg, posteriormente destinados para as unidades de terminação (UT). As Unidades Produtoras de Desmamados (UPD) produzem leitões com uma faixa de peso entre 6 a 8 kg, com cerca de 21 dias de idade, que após o desmame são enviados para os crechários (ABCS, 2016).

As creches são as unidades produtivas especializadas em receber os leitões desmamados, sendo que eles permanecem nos crechários até atingirem a faixa de peso de 22 a

26 kg, após são transferidos para as UTs, que dependendo do tamanho dos crechários, podem ser transferidos para mais de uma UT (ABCS, 2016).

Já as unidades de terminação (UT) são as granjas de engorda dos leitões provenientes das UPL ou das creches com a faixa de peso de 22 a 26 kg e entregam os suínos para o abate (ABCS, 2016). E por fim, ainda existem as propriedades rurais que realizam o ciclo completo (CC), ou seja, é um sistema que envolve todas as fases de produção desde a gestação, maternidade, creche e terminação na mesma granja (ABCS, 2016).

Figura 1 - Representação esquemática do sistema agroindustrial de suínos



Fonte: Guimarães *et al.*, (2017)

Dentre todas essas fases da cadeia produtiva da suinocultura, encontram-se três modelos de integração sendo: o independente, integrado e o cooperado. No modelo independente o produtor rural adquire insumos para sua produção e comercialização para a indústria, sem vínculos de contratos formais. Geralmente são produtores tradicionais, que ficam responsáveis por tudo que é necessário, desde a produção até a negociação do produto final (ABCS, 2016).

No modelo integrado, o produtor de suínos é o fornecedor de serviços, que se especializa em alguma função da atividade produtiva. A agroindústria integradora coordena todos os processos e fornece os insumos, como: reprodutoras, matrizes, animais para as creches e unidade de terminações, rações, medicamentos, assistência técnica, que são necessários para a produção (ABCS, 2016).

O modelo cooperado se distingue do integrado, basicamente pelo objetivo social da pessoa jurídica, que nesse modelo é a cooperativa, formada por diversos cooperados, que realizam a partilha dos resultados, ou seja, o lucro (ABCS, 2016).

Após a produção nas propriedades rurais, a próxima etapa envolve o abate e processamento, que pode ser feito em unidades diferentes. Nessa etapa, os suínos são levados ao abatedouro e na sequência é realizada a evisceração, seguida de nova inspeção da carcaça e encaminhados para a câmara fria, onde permanecem por um período de 24 horas. Passado este tempo, as carcaças são encaminhadas para sala de espostejamento, onde são realizados os cortes específicos e, posteriormente, estes cortes são encaminhados ao setor de embalagem (Guimarães *et al.*, 2017).

Nesse contexto, a indústria pode ser segmentada em duas unidades de transformação: a primeira dedicada à produção de cortes e à embalagem, e a segunda responsável por elaborar novos produtos a partir da carne suína, como os embutidos (SEBRAE, 2014). Nessa etapa, também ocorre a comercialização dos derivados, que podem ser destinados a atacadistas, varejistas (supermercados e açougues) e empresas do setor de alimentação, como hotéis e restaurantes. Além disso, algumas unidades frigoríficas possuem habilitação para atuar no mercado externo, realizando suas vendas por meio de exportadores (SEBRAE, 2014).

A complexidade operacional e logística que marca a etapa industrial da cadeia produtiva de suínos evidencia que esse sistema, embora altamente organizado e tecnificado, depende diretamente de condições ambientais estáveis para assegurar eficiência, qualidade e regularidade no abastecimento. Assim, compreender como fatores externos, especialmente os relacionados ao clima, influenciam a produção torna-se fundamental para avaliar a sustentabilidade do setor.

Nesse sentido, a discussão sobre as mudanças climáticas e seus efeitos sobre a suinocultura ganha centralidade, uma vez que fenômenos climáticos extremos, variações de temperatura e alterações nos regimes hídricos impactam tanto o bem-estar animal quanto os custos produtivos e o desempenho das unidades de criação.

2.1 Mudanças Climáticas e a Produção de Suínos

As mudanças climáticas podem ser compreendidas como alterações no clima atribuídas, direta ou indiretamente, à ação humana, capazes de modificar a composição da atmosfera global e que se somam à variabilidade climática natural observada ao longo do tempo (IPCC, 2019). Ainda de acordo com o (IPCC, 2019), as mudanças climáticas estão diretamente associadas ao aquecimento global e à intensificação de eventos extremos, tais como estiagens, enchentes, ondas de calor e frio, furacões e tempestades.

A Federação das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) evidencia que os principais efeitos das mudanças climáticas para produção primária são: a) aumento de temperatura do planeta, com reflexos na produtividade agropecuária; b) mudanças nos padrões de precipitação; c) mudanças em outras variáveis e padrões climáticos e hidrológicos; d) surgimento de padrões climáticos sazonais; e) aumento do nível do mar; f) mudanças remotas nas condições climáticas com efeito em outras regiões; g) eventos climáticos extremos: mais intensos, frequentes, anormais e duradouros, como secas, inundações e ciclones tropicais (FAO, 2003).

As emissões de gases que causam o efeito de estufa são provenientes das atividades pecuárias, que representam cerca de 27% de emissões brutas (577 MtCO₂e) (Cruz e Miranda, 2022). Desse contingente, 46% (388 Gg CH₄ /ano) são provenientes da criação de suínos (Kunz *et al.*, 2025). Essa atividade produtiva é responsável por emitir dióxido de carbono - CO₂, óxido nitroso - N₂O e metano - CH₄ e amônia - NH₃ para a atmosfera (Nunes, *et al.*, 2023).

A partir da emissão desses gases causadores do efeito estufa, os principais impactos ambientais gerados pela suinocultura encontram-se associados ao risco à biodiversidade, a disposição inadequada dos dejetos no solo e a contaminação de ambientes aquáticos, tanto por emissão direta dos efluentes da produção de animais em corpos hídricos, como por contaminação indireta (Kunz, Miele, Steinmetz, 2009).

As sucessivas aplicações dos dejetos no solo podem ocasionar desequilíbrios químicos, físicos e biológicos devido à composição química diversificada da água residuária de suinocultura. O grau de gravidade desses dejetos varia de acordo com a composição do resíduo, a quantidade aplicada, a capacidade de extração das plantas, o tipo de solo e o tempo de utilização dos dejetos (Ceretta *et al.*, 2005).

O excesso de dejetos no solo pode gerar um acúmulo de nutrientes e assim alterar as características químicas, físicas e biológicas do solo, gerando um desequilíbrio e impacto direto na redução da produtividade de lavouras. Nas pastagens, quando aplicado em excesso, os dejetos podem causar as alterações citadas acima e ocasionar a intoxicação dos animais pelo consumo (Pinto *et al.*, 2014).

O lançamento indiscriminado de dejetos no solo pode contaminar os recursos hídricos, como rios, córregos e lençóis freáticos. Esse tipo de contaminação está associado ao surgimento de doenças, como hepatite, verminoses e alergias, além de favorecer a proliferação de insetos e a emissão de odores desagradáveis (Bley Junior, 1997). Além disso, quando despejados diretamente nos cursos hídricos, os dejetos provocam desequilíbrios ecológicos e poluição, reduzindo o teor de oxigênio dissolvido, disseminando patógenos e comprometendo a qualidade da água potável pela presença de amônia, nitratos e outros compostos tóxicos (Konzen, 2000).

Além dos impactos sobre a água e o solo, os dejetos também geram efeitos na qualidade do ar, ampliando os riscos ambientais e sanitários associados à atividade. O odor desagradável dos dejetos, resultante da evaporação dos compostos voláteis, traz efeitos prejudiciais ao bem-estar humano e animal. Os contaminantes do ar mais comuns nos dejetos são: amônia, metano, ácidos graxos voláteis, H₂S, N₂O, etanol, *propanol*, *dimetil sulfidro* e carbono *sulfidro*. Esses gases podem causar graves prejuízos às vias respiratórias do homem e animais, bem como, a formação de chuva ácida através de descargas de amônia na atmosfera, além de contribuírem para o aquecimento global da terra (Dartora, Perdomo, Tumelero, 1998).

Constata-se que a suinocultura, é uma das principais fontes de emissões de gases de efeito estufa, a atividade produtiva é igualmente afetada pelos impactos decorrentes das mudanças climáticas. De acordo com Tavares (2023) a atividade pode sofrer com diversos problemas de produtividade, devido as alterações climáticas, sendo: diminuição da taxa de fertilidade: as fêmeas podem dar à luz a leitões de menor tamanho, além de aumentar a incidência de abortos e até mesmo de natimortos; queda na ingestão de alimentos: o calor intenso e o estresse relacionado a ele fazem com que os animais consumam menos ração, impactando diretamente seu crescimento; elevação na presença de moscas vetores de doenças: que potencialmente causam enfermidades e elevam os custos com medicações; aumento dos custos de produção, abrangendo, por exemplo, ventilação, proteína e energia; e, redução da

produção agrícola em decorrência de secas ou tempestades severas: essa situação provoca uma diminuição na disponibilidade dos principais ingredientes da ração animal (Tavares, 2023).

Nesse contexto, embora a suinocultura desempenhe papel fundamental na oferta de alimentos e na economia nacional, torna-se evidente a necessidade de adotar práticas sustentáveis na produção, a fim de minimizar os impactos ambientais que comprometem o desenvolvimento das atividades produtivas e a própria qualidade de vida humana no planeta.

3 Metodologia

A metodologia empregada neste estudo fundamentou-se em uma abordagem qualiquantitativa, de natureza exploratório-descritiva que permitiram compreender de forma integrada as dimensões produtivas e ambientais relacionadas à atividade suinícola. Conforme Marconi e Lakatos (2008) o método qualitativo favorece a análise detalhada de significados e percepções, enquanto o método quantitativo possibilita o exame estatístico de dados e a identificação de relações entre variáveis.

A natureza exploratória da pesquisa possibilitou um contato mais direto com os produtores entrevistados, ampliando a troca de informações (Gil, 2017). Já o caráter descritivo contribuiu para identificar e caracterizar as estratégias adotadas no enfrentamento das mudanças climáticas, bem como as inter-relações entre as variáveis observadas (Gil, 2017).

Os procedimentos técnicos utilizados compreenderam três etapas complementares: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e pesquisa de campo. A pesquisa bibliográfica consistiu em uma revisão de publicações sobre produção suinícola, cadeia produtiva, mudanças climáticas, com base em livros, artigos científicos e relatórios institucionais (Gil, 2017). A pesquisa documental (Gil, 2017) envolveu a análise de materiais e registros utilizados pelos próprios produtores, como manuais técnicos, planos de manejo e documentos operacionais. Por fim, a pesquisa de campo ocorreu no primeiro semestre de 2025, por meio de entrevistas semiestruturadas realizadas com 20 produtores de suínos residentes em diferentes municípios da microrregião de Erechim/RS, e também na observação participante (Marconi; Lakatos, 2008) com o intuito de verificar o uso das práticas e tecnologias para o enfrentamento das mudanças do clima.

As informações obtidas foram submetidas a dois tipos de tratamento: análise de conteúdo, para os dados qualitativos, e estatística descritiva, para os dados quantitativos. A

integração dessas técnicas permitiu sistematizar os resultados e interpretar as estratégias adotadas pelos produtores frente às mudanças climáticas.

4 Resultados e Discussões

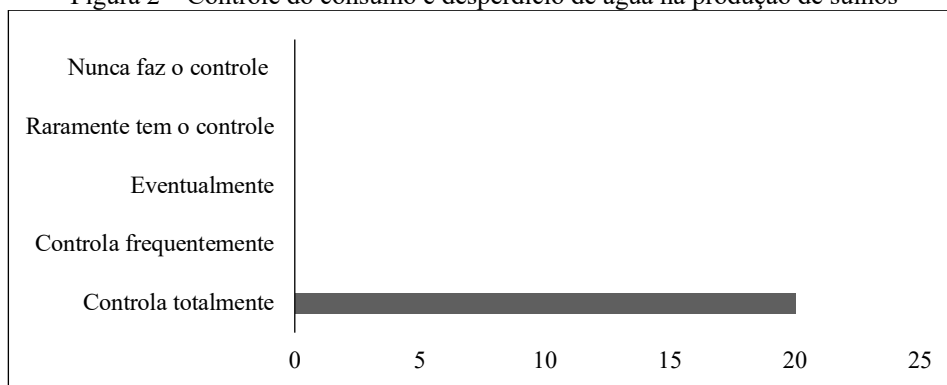
A suinocultura é considerada de alto impacto ambiental e tem contribuído para as emissões de gases causadores de efeito estufa. Diante desse cenário, é relevante mapear e estimular a adoção de práticas e tecnologias que têm sido implementadas na produção de suínos, visando mitigar as mudanças do clima e promovendo uma atividade mais resiliente.

4.1 Práticas Associadas ao Controle Hídrico

O controle eficiente do uso da água na produção suinícola é um fator muito importante para a sustentabilidade da atividade, com influência direta na minimização do consumo hídrico e na geração de efluentes. A Figura 2, mostra a representação gráfica da adoção de práticas para o controle do consumo e desperdício de água na produção de suínos.

Os dados apresentados na Figura 2 demonstram que todos os produtores entrevistados (100%) controlam o consumo e da água no desenvolvimento da atividade. O controle eficiente da água reflete uma gestão responsável, que contribui para a redução dos impactos ambientais da atividade, especialmente no que se refere à geração dos efluentes líquidos.

Figura 2 – Controle do consumo e desperdício de água na produção de suínos



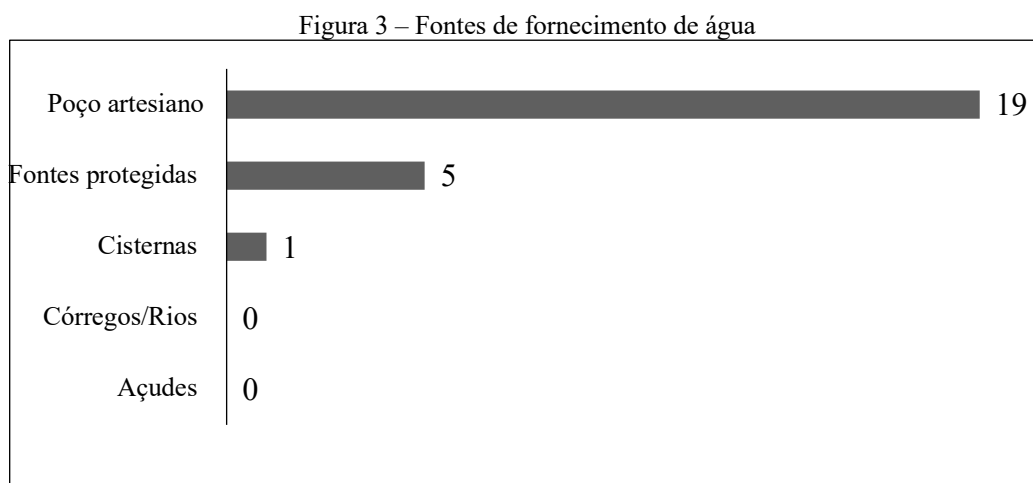
Fonte: Elaborada pelas autoras com base nos dados da pesquisa (2025).

As principais práticas utilizadas pelos produtores de suínos para o controle do consumo e desperdício de água, são: a) adoção do hidrômetro para controle do consumo; b) utilização de equipamentos adequados para cada fase produtiva; c) manutenção periódica nos

equipamentos (bebedouros) e na estrutura de fornecimento de água, para que não ocorra o desperdício.

A adoção de boas práticas de manejo hídrico permite aos produtores de suínos monitorarem de forma eficiente o volume de água consumido e a quantidade de efluentes gerados, exercendo, ainda, influência nos custos de produção, especialmente no que se refere aos processos de captação, transporte, armazenamento, tratamento e disposição final dos resíduos no ambiente.

Diante dessa relevância do manejo hídrico para a eficiência produtiva e ambiental, torna-se igualmente importante compreender como os produtores garantem o abastecimento de água em suas propriedades. O estudo também identificou as principais fontes de abastecimento de água utilizadas na atividade produtiva, conforme ilustrado na Figura 3.



Fonte: Elaborada pelas autoras com base nos dados da pesquisa (2025).

A pesquisa revelou que a principal fonte de água em 19 unidades de produção são as fontes subterrâneas⁵, proveniente de poços artesianos, frequentemente de grande profundidade, alguns alcançando o Aquífero Guarani. Adicionalmente, cinco unidades produtivas utilizam água de fontes protegidas, enquanto apenas uma propriedade rural utiliza água armazenada em cisternas.

Esse padrão de abastecimento revela uma forte dependência de águas subterrâneas. O uso de água do Aquífero Guarani para atividades intensivas como a suinocultura exige atenção, pois, embora garanta segurança hídrica a atividade produtiva, trata-se de um

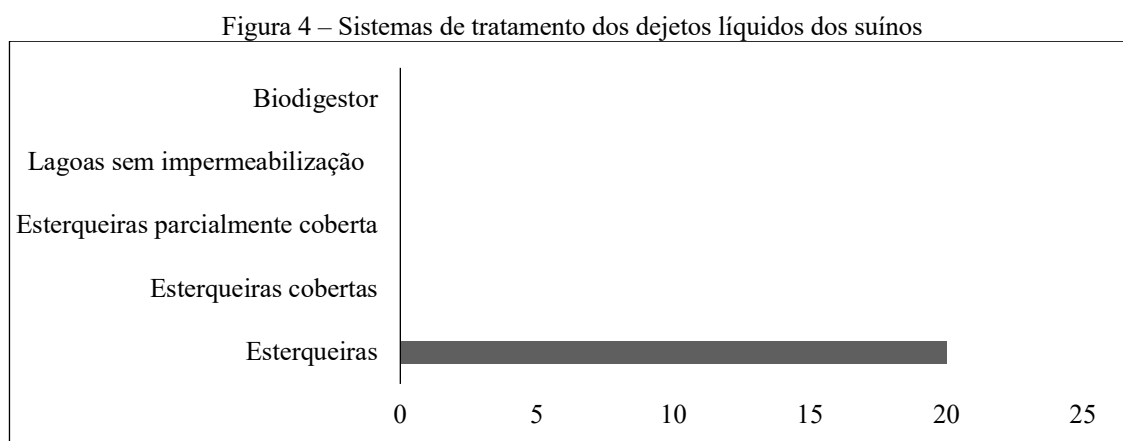
⁵ Fontes subterrâneas significam que utilizam água proveniente de poço artesiano e de fontes protegidas.

reservatório estratégico e de recarga lenta, cujo uso indiscriminado para fins produtivos pode comprometer sua disponibilidade futura (Gomes, Spadotto, Filizola, 2004).

Diante dos riscos associados ao uso intensivo da água do Aquífero Guarani, torna-se necessário considerar alternativas que reduzam a pressão sobre os recursos subterrâneos e promovam maior autonomia hídrica nas propriedades rurais. De acordo com a Embrapa (2016) a utilização da água proveniente das chuvas, aliada ao seu armazenamento por meio de cisternas, configura-se como uma alternativa eficiente de aproveitamento de águas superficiais. Essa prática contribui para a sustentabilidade da produção agropecuária, ao colaborar com a preservação das fontes hídricas superficiais e subterrâneas. Ademais, apresenta-se como uma estratégia recomendada para períodos de estiagem, uma vez que pode reduzir a dependência da captação de mananciais sujeitos à escassez.

4.2 Práticas Associadas ao Tratamento de Dejetos

Os sistemas de tratamento de dejetos suínos representam um dos mais importantes meios para mitigar os efeitos do clima. A diversidade de tecnologias disponíveis abrange desde métodos mais simples, como esterqueiras até processos mais complexos, como biodigestores. A Figura 4, apresenta os principais sistemas de tratamento de dejetos adotados pelos produtores de suínos.



Fonte: Elaborada pelas autoras com base nos dados da pesquisa (2025).

A pesquisa revelou que as unidades produtivas utilizam esterqueiras impermeabilizadas para a armazenagem e o tratamento dos dejetos líquidos. Contudo, nenhuma delas possui cobertura, o que contribuiria para reduzir a entrada de água das chuvas nesses locais e, conseqüentemente, o volume total de efluentes a serem gerenciados.

O estudo também constatou que nenhuma das unidades produtivas pesquisadas possuem biodigestores para tratar os efluentes. Os biodigestores de acordo com Proença e Machado (2018) podem se constituir enquanto soluções de saneamento e energia (Proença e Machado, 2018). Além disso, os biodigestores demonstram capacidade de reduzir emissões de metano, otimizar a gestão de resíduos e fomentar práticas da economia circular, reforçando sua relevância estratégica frente às políticas de mitigação e sustentabilidade (Kunz, *et al.*, 2025; Hollas *et al.*, 2023; Menezes *et al.*, 2023; Costa, 2022; Geremias e Nordberg, 2020).

Porém, destaca-se que a implementação eficiente desses sistemas não apenas reduz a emissão de gases de efeito estufa e a contaminação de corpos d'água e solos, mas também pode gerar benefícios econômicos e promover uma produção mais sustentável. A suinocultura gera um volume expressivo de dejetos líquidos conforme é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Produção média diária de dejetos nas diferentes fases de produção dos suínos

Categoria	Estercos + Urina (kg/dia)
Suínos (25 – 100 kg)	4,9
Porca em Gestação	11,0
Porca em Lactação + Leitões	18,0
Cachaço	6,0
Leitões na Creche	0,95

Fonte: Adaptado de Fraga (2019).

De acordo com Fraga (2019), um suíno na fase de crescimento ou terminação (25 a 100 kg) pode gerar, em média, 4,9 kg de dejetos (fezes e urina) por dia. Em uma unidade de produção com 1.000 animais, esse volume atinge 4.900 kg diários, totalizando cerca de 490 toneladas ao longo de um ciclo produtivo de 100 dias.

Diante desse expressivo volume de resíduos, todas as unidades produtivas pesquisadas utilizam os dejetos líquidos como fertilizantes em lavouras e pastagens. Contudo, essa prática exige cuidados quanto à dosagem, ao período de aplicação e às condições do solo, a fim de evitar riscos de contaminação ambiental, como a lixiviação de nutrientes, o escoamento superficial e a possível poluição de cursos d'água.

De acordo com Kunz, Miele e Steinmetz (2009) a ausência de tratamento adequado desses resíduos pode acarretar sérias consequências ambientais, como a contaminação do solo e de corpos d'água, seja por descarte direto, infiltração ou escoamento superficial. A aplicação contínua e excessiva dos dejetos no solo pode resultar em desequilíbrios químicos,

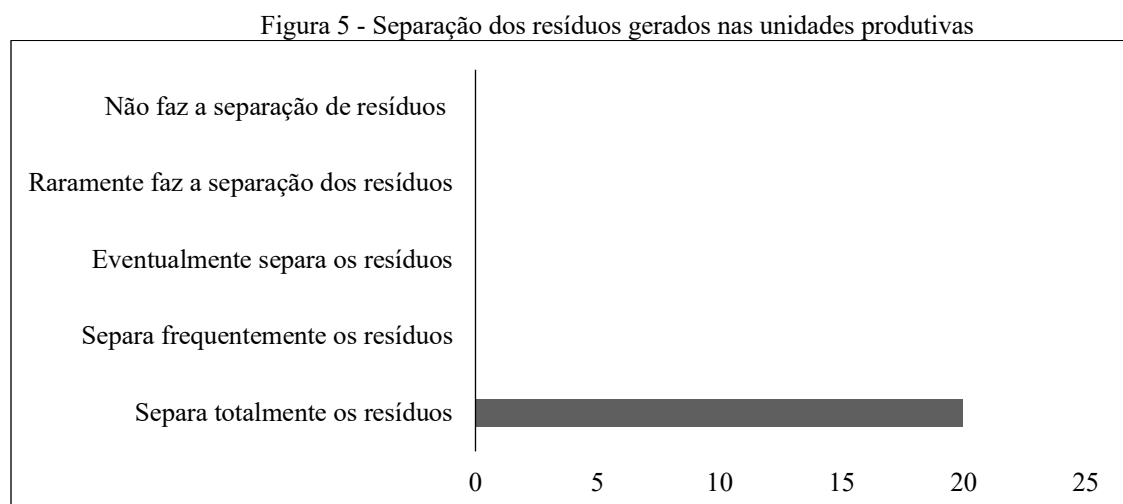
físicos e biológicos, comprometendo sua estrutura e fertilidade, conforme destacam Ceretta *et al.* (2005). Esse desequilíbrio, ocasionado pela acumulação de nutrientes como nitrogênio e fósforo, afeta negativamente a produtividade das lavouras e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

Em áreas de pastagem, além dos impactos ao solo, o uso indiscriminado de dejetos pode gerar riscos de intoxicação aos animais, devido à ingestão de forragens contaminadas (Pinto *et al.*, 2014). Diante disso, a gestão ambientalmente responsável dos efluentes da suinocultura é fundamental para assegurar a viabilidade da atividade produtiva e preservar a qualidade dos recursos naturais.

4.3 Práticas Associadas ao Controle de Resíduos Sólidos

A produção de suínos, além da geração de dejetos líquidos, também acarreta a produção de resíduos sólidos diversos, como embalagens de medicamentos, papéis utilizados nos processos administrativos, materiais de construção descartados em reformas ou ampliações, equipamentos obsoletos e resíduos potencialmente infectantes.

De acordo Bernardi e Souza (2014) o manejo inadequado desses resíduos pode gerar impactos ambientais, incluindo a contaminação do solo e da água, a proliferação de vetores de doenças e a degradação da paisagem. A Figura 5 apresenta graficamente como é realizada a separação dos resíduos gerados na atividade produtiva.



Fonte: Elaborada pelas autoras com base nos dados da pesquisa (2025).

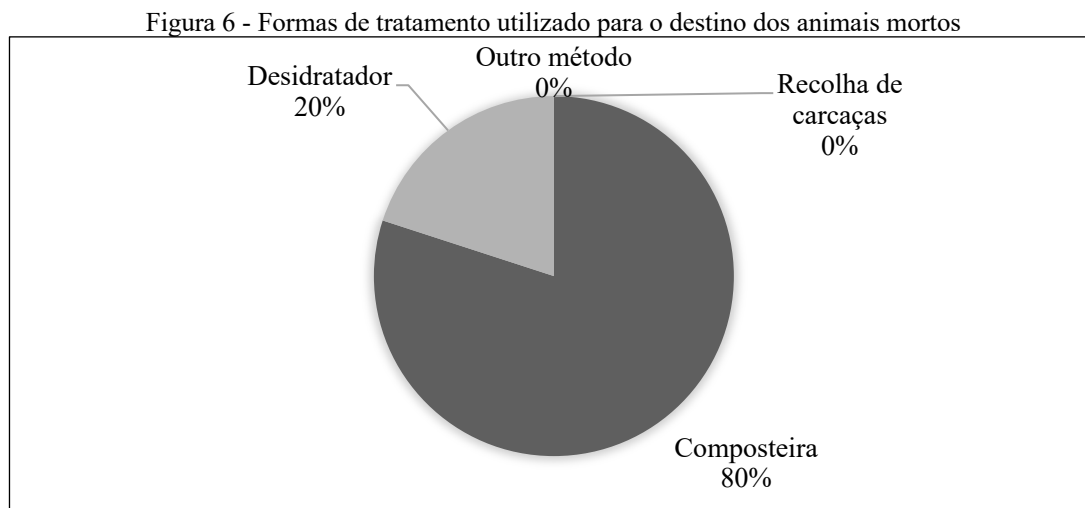
Os produtores pesquisados devem realizar em suas unidades de produção a identificação, segregação e armazenando dos resíduos gerados em centrais de resíduos. Nessas centrais, os resíduos são separados em cinco categorias, sendo: 1. papel; 2. vidro; 3. metal; 4. plásticos; 5. resíduos contaminados com risco biológico A (luvas, propés, aventais); risco biológico B (embalagem de medicamentos, e embalagens de vacinas) e grupo E perfurocortantes (agulhas, lâminas de bisturis, etc.). Os resíduos potencialmente infectantes são recolhidos anualmente por uma empresa parceria da empresa integradora, e os resíduos (papel, vidro, meta, plásticos) são recolhidos pela coleta seletiva dos municípios.

A gestão adequada dos resíduos sólidos nas unidades produtivas de suínos é uma prática fundamental para garantir a sustentabilidade e a biossegurança no setor agropecuário. De acordo com Silva *et al.* (2017) a segregação correta dos resíduos é essencial para evitar a contaminação cruzada, facilitar o reaproveitamento de materiais recicláveis e assegurar a destinação ambientalmente adequada dos resíduos perigosos. Ainda, enfatiza-se que a adoção dessas práticas de segregação e destinação estão alinhada com os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), promovendo a proteção ambiental, a saúde pública e a eficiência do sistema produtivo (Brasil, 2010).

A gestão adequada dos resíduos nas unidades de produção de suínos decorre de um programa implementado pela empresa integradora. Essa ação de logística reversa constitui um dos requisitos para a renovação da licença ambiental de operação do empreendimento e, além disso, a integradora concede aos produtores uma bonificação como forma de incentivar a adoção de boas práticas de gestão ambiental. Segundo Shibao, Moori e Santos (2010) a adoção da logística reversa contribui para reduzir o volume de descarte e antecipar o atendimento às exigências legais e regulatórias. Além disso, essa prática possibilita a diminuição da poluição ambiental por meio da contenção de resíduos e da mitigação dos riscos associados à destinação inadequada em aterros sanitários.

No contexto das práticas de gestão ambiental observadas, a Figura 6 apresenta o tratamento empregado para o destino dos animais mortos, destacando as estratégias adotadas pelos produtores para reduzir impactos ambientais e riscos sanitários. A pesquisa constatou que 80% dos produtores de suínos utilizam composteiras e 20% empregam o desidratador para tratar os animais mortos. A compostagem é um processo biológico de decomposição da matéria orgânica realizado por bactérias e fungos, que reciclam os resíduos (Nicoloso e Barros, 2019). Os animais mortos são fracionados e colocados em células de compostagem,

onde as carcaças são cobertas com serragem e permanecem em decomposição por aproximadamente quatro meses. Após esse período, o material resultante pode ser utilizado como composto orgânico (Nicoloso e Barros, 2019).



Fonte: Elaborada pelas autoras com base nos dados da pesquisa (2025).

Já o desidratador é um equipamento que busca minimizar os riscos ambientais, movido por uma fonte de calor. De acordo com Nicoloso (2024) o processo de desidratação promove o tratamento térmico das carcaças ao reduzir o volume por meio da perda parcial de água. Após essa etapa, o material desidratado é encaminhado às células de compostagem para a finalização do tratamento.

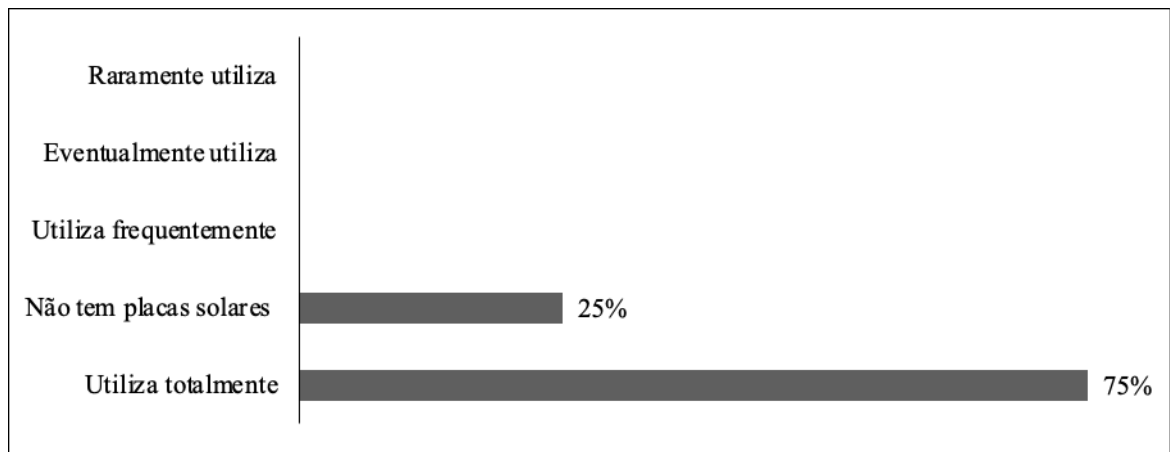
O manejo adequado dos animais mortos na produção suinícola é muito importante, e isso inclui a destinação a locais apropriados para acondicionamento e decomposição controlada. Essa prática, segundo a Embrapa (2016), evita a proliferação de vetores de doenças, proteção dos plantéis, a contaminação do solo e da água, e a geração de odores desagradáveis, contribuindo para a biossegurança da propriedade e a proteção da saúde pública e ambiental.

4.4 Adoção de Energias Renováveis

A incorporação de energias renováveis na suinocultura tem se consolidado como uma estratégia muito importante para reduzir os custos energéticos da atividade. Entre as principais fontes utilizadas, destacam-se a energia solar fotovoltaica e os biodigestores empregados na geração de eletricidade.

Com base na pesquisa realizada, constatou-se uma predominância da adoção de energia solar fotovoltaica nas unidades produtivas pesquisadas. Os dados mostram que 75% dessas unidades utilizam painéis solares para a geração de energia elétrica, conforme ilustrado na Figura 7. As demais unidades produtivas (25%) ainda não adotaram essa tecnologia, devido a barreiras de natureza regulatória junto à concessionária de energia.

Figura 7 – A atividade utiliza energia elétrica proveniente das placas solares



Fonte: Elaborada pelas autoras com base nos dados da pesquisa (2025).

Ainda de acordo com a pesquisa realizada, verificou-se que unidades produtivas não implementaram biodigestores no processo de tratamento de dejetos que poderiam ser utilizados para a geração de energia elétrica. Essa decisão baseia-se na percepção dos produtores de que a instalação desses sistemas é inviável economicamente, em razão dos elevados custos de implantação.

A constatação deste estudo corrobora com os resultados apurados por Oliveira *et al.* (2020). Ao analisarem a adoção de biodigestores em propriedades rurais do Sul do Brasil, os autores identificaram dificuldades semelhantes, sobretudo relacionadas ao elevado investimento inicial necessário para aquisição e instalação dos sistemas, à exigência de área física adequada para a construção das estruturas e ao baixo volume de dejetos gerado em unidades produtivas de menor porte, fatores que comprometem diretamente a viabilidade econômica da tecnologia (Oliveira, *et al.*, 2020).

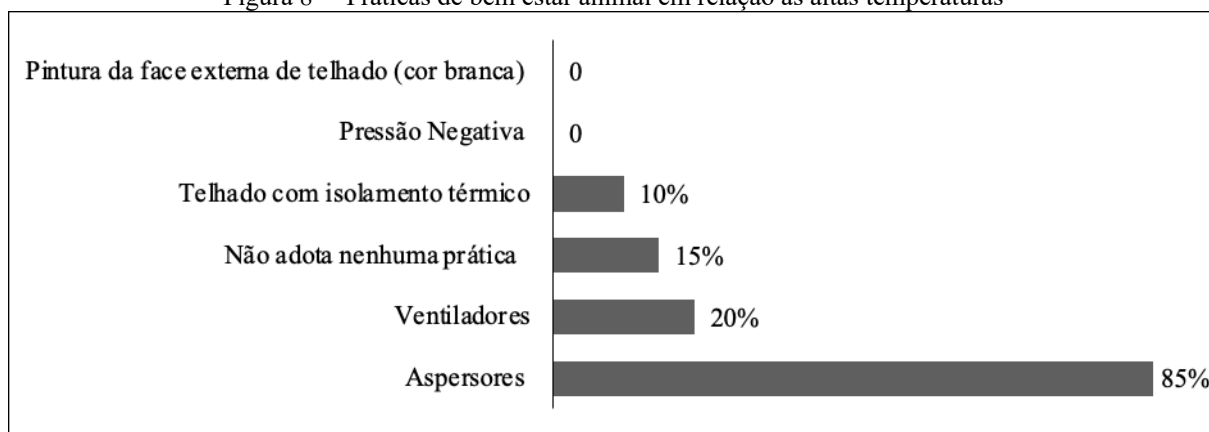
4.5 Práticas Associadas ao Bem-Estar Animal

O bem-estar animal tornou-se um tema central nas discussões sobre sustentabilidade na produção agropecuária, à medida que as mudanças climáticas impõem novos desafios à

manutenção das condições ideais de criação. Assim, os produtores rurais vêm implementando práticas voltadas à mitigação do estresse térmico, buscando preservar tanto a saúde quanto o desempenho produtivo dos animais.

A Figura 8, apresenta as diferentes medidas que vêm sendo implementadas nas unidades produtivas: 10% utilizam telhados com isolamento térmico, 20% fazem uso de ventiladores, 85% adotam sistemas de aspersão, enquanto apenas 15% das unidades produtivas não recorrem a nenhuma das alternativas mencionadas anteriormente.

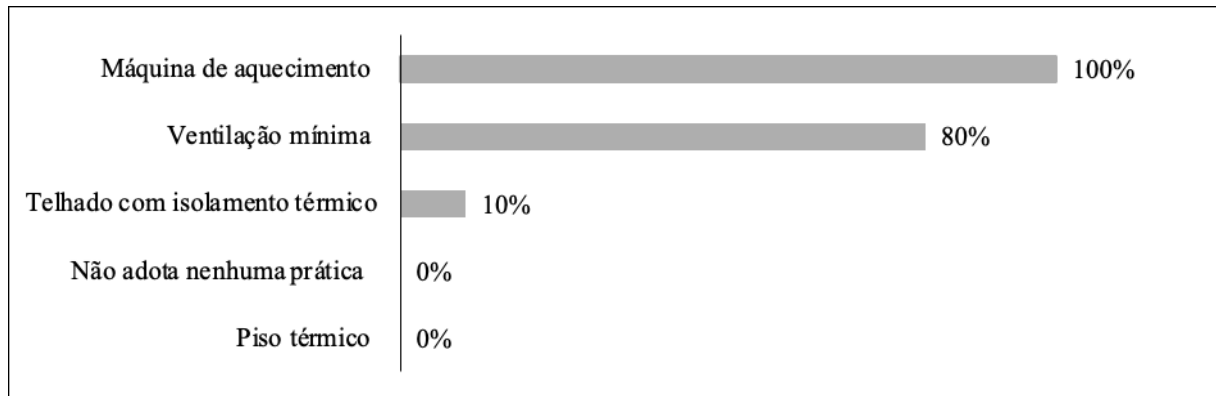
Figura 8 – Práticas de bem estar animal em relação as altas temperaturas



Fonte: Elaborada pelas autoras com base nos dados da pesquisa (2025).

Além das estratégias adotadas para o enfrentamento do estresse térmico causado por altas temperaturas, os produtores também empregam medidas específicas para minimizar os impactos das baixas temperaturas na produção dos suínos. Conforme demonstrado na Figura 9, todas as unidades produtivas (100%) utilizam máquinas de aquecimento térmico. Além disso, 10% das unidades produtivas dispõem de telhados térmicos e 80% adotam o sistema de ventilação mínima, que consiste na utilização de exaustores e entradas de ar (*inlets*) com o objetivo de manter condições adequadas de temperatura e qualidade do ar, conforme exigências técnicas para o desempenho produtivo e bem-estar dos animais.

Figura 9 – Práticas de bem estar animal em relação as baixas temperaturas



Fonte: Elaborada pelas autoras com base nos dados da pesquisa (2025).

As práticas adotadas pelos produtores de suínos evidenciam um compromisso com o controle e a redução do desperdício hídrico, o manejo adequado dos resíduos, o tratamento dos dejetos líquidos, a incorporação de energias renováveis e ações voltadas ao bem-estar animal. Entretanto, essas práticas, embora relevantes para a gestão ambiental das unidades produtivas, não incidem de forma direta e substancial sobre a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE).

O estudo observou que grande parte das ações adotadas pelos produtores de suínos está orientada para minimizar os impactos das mudanças climáticas sobre a atividade produtiva, como garantir abastecimento hídrico, reduzir desperdícios, aprimorar a destinação de resíduos e melhorar o conforto térmico animal, em vez de focar na mitigação das causas estruturais do problema. Ou seja, as ações predominantes têm caráter adaptativo, visando proteger a produção animal frente a um cenário climático instável, ao invés de promover transformações capazes de reduzir efetivamente as emissões provenientes da suinocultura.

Nesse contexto, a alternativa mais eficaz para mitigar as emissões de gases de efeito estufa é a implantação de biodigestores (digestão anaeróbia) no tratamento dos dejetos líquidos, pois essa tecnologia contribui para a redução dos GEE e assegura um manejo ambientalmente mais adequado (Kunz et al., 2025; Hollas et al., 2023; Geremias e Nordberg, 2020).

De acordo com Kunz *et al.*, (2025) o tratamento dos dejetos líquidos por meio dos biodigestores (digestão anaeróbia ou DA) possibilita a mitigação de diversos impactos ambientais, sobretudo pela redução das emissões de gases de efeito estufa, pela diminuição do potencial de contaminação do solo e da água e pela estabilização da matéria orgânica. Além

disso, a DA promove a recuperação de energia renovável na forma de biogás e gera um subproduto, o digestato, que pode ser utilizado como fertilizante orgânico, e para o fortalecimento de práticas associadas à economia circular nas unidades produtivas.

Kunz *et al.*, (2025) evidencia também que o tratamento dos resíduos gerados pela suinocultura tem o potencial de transformar as adversidades em ativos econômicos, oportunidades de negócios e geração de novas receitas. Por isso, este estudo revela uma lacuna importante entre adaptação e mitigação, indicando a necessidade de políticas, incentivos econômicos e programas de assistência técnica que orientem e viabilizem a adoção de tecnologias e práticas mais alinhadas à descarbonização do setor.

5 Considerações Finais

Os resultados deste estudo evidenciam que os produtores de suínos da microrregião de Erechim/RS têm avançado na adoção de práticas de gestão ambiental voltadas, sobretudo, para o uso eficiente da água, o manejo adequado de resíduos, tratamento de dejetos, adoção de energias renováveis e a promoção do bem-estar animal. Essas ações demonstram uma preocupação com a sustentabilidade da atividade e com a manutenção da eficiência produtiva frente às mudanças climáticas, revelando uma forte orientação para práticas adaptativas que permitem reduzir vulnerabilidades e garantir a continuidade da produção.

Entretanto, os dados também revelam desafios no que se refere à mitigação efetiva das emissões de gases de efeito estufa (GEE), especialmente no tratamento de dejetos líquidos, principal fonte de impactos ambientais da suinocultura. Apesar de todos os produtores utilizarem esterqueiras impermeabilizadas, a ausência de cobertura e a inexistência de biodigestores nos sistemas produtivos impedem o aproveitamento energético dos resíduos e a redução das emissões de metano, deixando de explorar tecnologias que poderiam transformar passivos ambientais em ativos econômicos.

Diante do conjunto de práticas analisadas, conclui-se que, embora a suinocultura regional tenha incorporado medidas relevantes de adaptação climática e gestão ambiental, ainda há uma lacuna expressiva na adoção de estratégias de mitigação capazes de reduzir as emissões de GEE. Desse modo, tecnologias como os biodigestores representam caminhos para alinhar a atividade às agendas de descarbonização e à economia circular. Por fim, destaca-se que a redução dos impactos ambientais da suinocultura depende de uma ação articulada entre produtores, empresas integradoras, instituições de pesquisa, órgãos públicos e

políticas que viabilizem economicamente a transição para sistemas produtivos de menor impacto e alinhados aos objetivos climáticos globais.

O estudo apresenta limitações decorrentes de seu delineamento metodológico. Destaca-se, inicialmente, o número reduzido de propriedades analisadas, que, embora permita uma descrição detalhada das práticas adotadas pelos produtores entrevistados, não possibilita extrapolações para todo o setor suinícola da região. Ademais, o estudo não teve como propósito realizar análises comparativas ao longo do tempo ou entre diferentes territórios, o que restringe a identificação de tendências evolutivas e a avaliação do impacto histórico das práticas observadas.

Como perspectivas futuras, recomenda-se o desenvolvimento de estudos longitudinais que permitam acompanhar, de forma contínua, os efeitos da adoção de práticas de mitigação sobre o desempenho produtivo e ambiental das unidades produtivas. Investigações comparativas entre distintas microrregiões ou sistemas de produção podem contribuir para o entendimento das variabilidades territoriais e dos fatores que influenciam a adoção de tecnologias como os biodigestores. Outra linha consiste em analisar o papel das empresas integradoras, das políticas públicas e dos instrumentos financeiros na viabilização da transição para sistemas de menor impacto climático, considerando modelos cooperativos, incentivos e mecanismos de pagamento por serviços ambientais.

Referências bibliográficas

- ABCS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS. **Mapeamento da Suinocultura Brasileira**. Associação Brasileira dos Criadores de Suínos. – Brasília, DF, 2016. Disponível em: <http://www.embrapa.br/documents/1355242/0/Maperamento%20da%Suinocultura%20Brasileira.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2025.
- ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2023**. 2023. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/04/Relatorio-Anual-2023.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2025.
- ARAÚJO, M. J. **Fundamentos de Agronegócios**. 2013. São Paulo. Editora Atlas S.A. 2013.
- BERNARDI, R. C.; SOUZA, F. R. Presença de fármacos nos recursos hídricos: uma revisão. **Interbio - Faculdade de Ciência Biológicas e da Saúde – UNIGRAN**. Dourados, Minas Gerais, v. 8, n. 1, 2014. Disponível em: http://www.unigran.br/interbio/paginas/ed_antiores/vol8_num1/arquivos/artigo3.pdf. Acesso em: 10 jun. 2025.

BLEY JUNIOR, C. Instalações para tratamento de dejetos. In: Ciclo de Palestras Sobre Dejetos Suínos, Manejo e Utilização do Sudoeste Goiano, 1., 1997, Rio Verde. **Anais...** Rio Verde: Fundação de Ensino Superior de Rio Verde, ESUCARV, 1997. p. 48-68.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 10 jun. 2025.

CERETTA, C. A. *et al.* Dejeito líquido de suínos: I - perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1296-1304, nov./dez. 2005.

COSTA, S. O. **O uso de biodigestores no contexto da economia circular: uma análise dos ganhos econômicos, sociais e ambientais.** 2022. 122 f. Dissertação (Mestrado em Energia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Energia e Ambiente, São Paulo, 2022.

CRUZ, G. M. da; MIRANDA, S. H. G. de. Reflexões para uma pecuária mais sustentável. **Revista de Política Agrícola**, [S. l.], v. 31, n. 4, p. 152, 2022. Disponível em: <https://rpa.sede.embrapa.br/RPA/article/view/1827>. Acesso em: 12 nov. 2025.

CUNHA, D. A.; OLIVEIRA, L. R. **Impactos das mudanças climáticas na agricultura familiar das regiões Norte e Nordeste do Brasil.** Viçosa: IPPDS/UFV, 2023.

DARTORA, V.; PERDOMO, C. C.; TUMELERO, I. L. Manejo de dejetos de suínos. **Bipers: EMBRAPA-CNPES e EMATER-RS**, Concórdia, v. 7, n. 11, p. 1-7, 1998.

DEGGERONE, Z. A. A agricultura familiar na Microrregião de Erechim (RS): uma caracterização a partir do censo agropecuário 2017. **Revista Campo-Território**, Uberlândia, v. 19, n. 55, p. 76–98, 2024. DOI: 10.14393/RCT195573250. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/73250>. Acesso em: 21 nov. 2025.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Qualidade da carne suína.** 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-suina>. Acesso em: 10 jun. 2025.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Gestão da Água na Suinocultura.** Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/Curso%20Suinocultura%20-%20Gest%C3%A3o%20da%20%C3%81gua%20na%20Suinocultura.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2025.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **World agriculture: towards 2015/2030.** [S. l.], 2003. Disponível em: <https://www.fao.org/4/y4252e/y4252e.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2025.

FRAGA, A. Z. **Gestão De Resíduos Na Suinocultura.** 2019. Disponível em: https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/lucianohauschild/novatratamento_dejetos.pdf Acesso em: 10 jun. 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**, 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GEREMIAS, R.; NORDBERG, Å. Climate impact assessment of a pig manure storage system substituted with anaerobic digestion – a case study in Santa Catarina, Brazil. **International Journal of Environmental Technology and Management**, [S. l.], v. 23,



Multitemas, Campo Grande, MS, v. 29 n. 73, p. 95-118, set./dez., 2020. DOI: 10.1504/ijetm.2020.114141

GOMES, M. A. F.; SPADOTTO, C. A.; FILIZOLA, H. F. Uso agrícola das áreas de recarga do Aquífero Guarani no Brasil e implicações na qualidade da água subterrânea. In: Simpósio Nacional Sobre o Uso da Água na Agricultura, 2004, Passo Fundo. **Artigos...** Passo Fundo: UPF, 2004. 1 CD-ROM. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/15162>. Acesso em: 20 nov. 2025.

GUIMARÃES, D. D. *et al.* Suinocultura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 45, p. [85] -136, mar. 2017.

HOLLAS, C. E.; RODRIGUES, H. C.; BOLSAN A. C.; VENTURIN, B.; BORTOLI, M.; ANTES, F. G.; STEINMETZ, R. L. R.; KUNZ, A. Swine manure treatment technologies as drivers for circular economy in agribusiness: A techno-economic and life cycle assessment approach. **Science of The Total Environment**, [S. l.], v. 857, p. 159494, 2023. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.159494

IPCC - PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA. **Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability- Contribution of Working Group 2 to the IPCC Third Assessment Report**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

IPCC- PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Aquecimento Global de 1,5°C**. 2019. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf> Acesso em: 10 jun. 2025.

KONZEN, E. A. **Manejo e aproveitamento de dejetos suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2000.

KRUGER, S. D, *et al.* Avaliação da sustentabilidade da produção suinícola. **Revista de Economia e Agronegócio**, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 1–22, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rea/article/view/11705>. Acesso em: 10 jun. 2025.

KRUGER, S. D.; PETRI, S. M. Avaliação da sustentabilidade da produção suinícola sob o enfoque das externalidades. **Revista Universo Contábil**, v. 14, n. 1, p. 137-161, 2019. Disponível em: <http://10.4270/ruc.2018215>. Acesso em: 10 jun. 2025.

KUNZ, A.; MIELE, M.; STEINMETZ, R. L. R. Advanced swine manure treatment and utilization in Brazil. **Bioresource Technology**, v.100, n.22, p.5485-5489, 2009. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=-63f245df58d53cd34127eeebaf09e116090cefd> Acesso em: 10 jun. 2025.

KUNZ, A.; COSTA, E. C. da; TÁPPARO, D. C.; HIGARASHI, M. M. Mitigação de impactos ambientais e contribuição do manejo e tratamento de dejetos da suinocultura na resiliência climática. **Suinocultura Industrial**, Itu, ano 47, n. 3, ed. 324, p. 18-21, 2025. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1177161> Acesso em: 20 nov. 2025.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MENEZES, F. G. de *et al.* O papel dos biodigestores na mitigação das mudanças climáticas: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Energia Sustentável**, São Paulo, v. 12, n. 1,

p. 45–59, 2023. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1155537> Acesso em: 25 mai. 2025.

NICOLOSO, R. da S. Destinação dos animais mortos na granja: quais as soluções disponíveis atualmente? **Suinocultura Industrial**, Itu, ano 46, n. 2, p. 22-31, 2024. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1164530> Acesso em: 20 nov. 2025.

NICOLOSO, R. da S.; BARROS, E. C. **Manual de dimensionamento e manejo de unidades de compostagem de animais mortos para granjas de suínos e aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2019. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1110552>. Acesso em: 20 nov. 2025.

NOBRE, C. **As Metrôpoles brasileiras no contexto das mudanças climáticas**. [Entrevista cedida a] Marco Aurélio Costa; Laurita Hargreaves-Westenberger; Gustavo Luedemann; Armando Palermo Funari. In: COSTA, Marco Aurélio (Org.). 50 Anos de regiões metropolitanas no Brasil e a Política Nacional de Desenvolvimento Urbano: no cenário de adaptação das cidades às mudanças climáticas e à transição digital. Brasília, DF: Ipea, 2024. p. 237-247. DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-068-4/capitulo13>

NUNES, E. H. *et al.* Methods for determining the emission of greenhouse gases in swine farming. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, n. 3, p. 195–201, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v27n3p195-201> Acesso em: 25 mai. 2025.

OLIVEIRA, A. S. *et al.* Adoção de biodigestores em propriedades rurais familiares: entraves e perspectivas. **Revista Extensão Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 22-35, jul./dez. 2020.

PINTO, L. P. *et al.* Levantamento de dados sobre os dejetos suínos e suas características. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, [S. l.], v. 3, n. 3, 2014. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/38467>. Acesso em: 13 mai. 2025.

PROENÇA, C. A.; MACHADO, G. C. X. Biodigestores como tecnologia social: saneamento ambiental e reaproveitamento energético em áreas residenciais periféricas. **Saúde em Redes**, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p. 165–180, 2018.

SEBRAE. **Entenda a cadeia produtiva da suinocultura**. 2014. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/entenda-a-cadeia-produtiva-da-suinocultura,94f89e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso em: 25 jul. 2025.

SILVA, A. B. *et al.* Gestão adequada de resíduos sólidos na produção agropecuária: segregação, reaproveitamento e destinação ambientalmente adequados. **Revista Agrogeoambiental**, v. 9, n. 3, p. 118–126, 2017.

SHIBAO, F. Y.; MOORI, R. G.; SANTOS, M. R. dos. A logística reversa e a sustentabilidade empresarial. In: Semead – Seminários em Administração, n.12, 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2010. Disponível em: <https://joseluispriosti.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/09/a-logistica-reversa-e-a-sustentabilidade-empresarial.pdf> Acesso em: 12 nov. 2025.

TAVARES, S. **Como as mudanças climáticas podem afetar a suinocultura?** 2023. Disponível em: <https://zootecniabrasil.com/2023/11/24/como-as-mudancas-climaticas-podem-afetar-a-suinocultura/> Acesso em: 25 jul. 2025.