



## **Resíduos sólidos lançados ao meio ambiente derivados da produção animal**

## **Solid waste released into the environment derived from animal production**

## **Residuos sólidos liberados al medio ambiente derivados de la producción animal**

DOI: 10.55905/rdelosv17.n57-008

Originals received: 06/03/2024

Acceptance for publication: 07/01/2024

### **Bruno Diziderio Pereira**

Especialista em Recursos Hídricos e Ambientais

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias

Endereço: Montes Claros - Minas Gerais, Brasil

E-mail: bruno0293@yahoo.com.br

### **Júlia Ferreira da Silva**

Doutora em Microbiologia Agrícola

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias

Endereço: Montes Claros - Minas Gerais, Brasil

E-mail: juliaferreira@ufmg.br

### **RESUMO**

Este trabalho teve como objetivo identificar como os resíduos sólidos lançados ao meio ambiente, derivados da produção animal, estão sendo tratados nas propriedades rurais. Para o desenvolvimento foi utilizada a análise de revisão bibliográfica com a pesquisa qualitativa, utilizando a plataforma Scielo, revistas científicas, jornais e a legislação brasileira. Foram avaliados temas como sustentabilidade e leis de proteção ambiental para descartes dos resíduos. Este estudo propiciou demonstrar que não são todos os proprietários rurais que fazem o descarte incorreto dos resíduos sólidos produzidos em suas propriedades. Ao pesquisar sobre o conhecimento que os agricultores tinham sobre o uso dos resíduos de suas propriedades para a produção de energia e biodigestores e o biogás, notou-se pouco ou nenhum conhecimento desta atividade. Concluiu-se que existe um desconhecimento por parte dos produtores rurais sobre o manejo dos resíduos e o seu descarte em locais adequados, e sobre a tecnologia do biodigestor, com produção de biogás e biofertilizante. Ainda foi constatado que existe omissão dos órgãos competentes em dar mais suporte e fazer investimentos nessa área.

**Palavras-chave:** impacto ambiental, produção animal, sustentabilidade, biodigestor.

### **ABSTRACT**

This study aimed to identify how solid waste from animal production is being managed on rural properties. The development involved a bibliographic review analysis with qualitative research, using the Scielo platform, scientific journals, newspapers, and Brazilian legislation. Topics such as sustainability and environmental protection laws for waste disposal were evaluated. This study



demonstrated that not all rural property owners improperly dispose of solid waste produced on their properties. When investigating the farmers' knowledge about using waste from their properties for energy production and biodigesters and biogas, little to no knowledge of this activity was observed. It was concluded that there is a lack of awareness among rural producers about waste management and proper disposal locations, as well as about biodigester technology, which produces biogas and biofertilizer. It was also found that competent authorities are failing to provide more support and investments in this area.

**Keywords:** environmental impact, animal production, sustainability, biodigester.

## RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo identificar cómo se están tratando los residuos sólidos derivados de la producción animal que se vierten al medio ambiente en las propiedades rurales. Para el desarrollo se utilizó el análisis de revisión bibliográfica con la investigación cualitativa, utilizando la plataforma Scielo, revistas científicas, periódicos y la legislación brasileña. Se evaluaron temas como la sostenibilidad y las leyes de protección ambiental para la eliminación de residuos. Este estudio demostró que no todos los propietarios rurales eliminan incorrectamente los residuos sólidos producidos en sus propiedades. Al investigar sobre el conocimiento que los agricultores tenían sobre el uso de los residuos de sus propiedades para la producción de energía y biodigestores y biogás, se observó poco o ningún conocimiento de esta actividad. Se concluyó que existe un desconocimiento por parte de los productores rurales sobre la gestión de residuos y su eliminación en lugares adecuados, y sobre la tecnología del biodigestor, con la producción de biogás y biofertilizante. También se constató que existe omisión por parte de las autoridades competentes en brindar más apoyo y realizar inversiones en esta área.

**Palabras clave:** impacto ambiental, producción animal, sostenibilidad, biodigestor.

## 1 INTRODUÇÃO

O uso do campo para o desenvolvimento do setor agropecuário tem gerado preocupação para o meio ambiente no cenário brasileiro, sendo considerado um dos principais temas discutidos por especialistas e órgãos governamentais relacionados à proteção ambiental. A expansão da cadeia produtiva agrícola e a produção de alimentos de origem animal têm sido um dos fatores preocupantes para os ambientalistas. Isso ocorre devido aos problemas que surgem em razão do trabalho inadequado utilizado para a produção e manejo animal no campo. Além disso, a conscientização insuficiente sobre os problemas sanitários e ambientais causados pela falta de seguimento de etapas necessárias para preservação do solo e da água quando o animal é manejado no campo pelo produtor rural (Barros *et al.*, 2017).



Acredita-se que as atividades relacionadas à produção animal e pecuária estejam ocasionando significativas alterações no meio ambiente, devido a causas como desmatamento, degradação do solo e poluição aos recursos hídricos (Silva, 2022).

Segundo os dados apresentados pelo relatório da Humane Society International (HSI, 2011), o setor da produção animal é visto como o terceiro maior responsável pelos sérios problemas ambientais em escala global. A expansão da produção de carne e leite destaca a importância de se atentar especialmente aos impactos decorrentes do desmatamento e perda de biodiversidade devido à agricultura.

Outro agravante do desmatamento do solo é o destino inadequado, por parte de grandes propriedades rurais e industriais, dos dejetos de animais *in natura* diretamente no terreno. Esses dejetos contêm contaminantes químicos e vários patógenos que acabam contribuindo para problemas sanitários, ausência de saneamento básico na região e poluição dos recursos hídricos existentes próximos àquela propriedade (HSI, 2011).

De acordo com um levantamento realizado pela Embrapa (2021), há um consenso por parte dos especialistas de que na lógica linear da cadeia produtiva, o processo “usar de forma consciente” não tem funcionado bem. É necessário rever a questão ecológica e sustentável a tempo para não comprometer as gerações futuras em suas necessidades.

O presente estudo se justifica por causa dos impactos ambientais causados pela falta de saneamento básico, dejetos animais e mau uso do solo, que ainda representam um grande problema enfrentado nas propriedades rurais. São poucos os estudos destinados a esta região no que se refere à produção animal e vegetal, o que conseqüentemente favorece ao desmatamento, a ausência de saneamento e ineficiência no uso de medidas sustentáveis.

Este trabalho teve como objetivo identificar como os resíduos sólidos lançados ao meio ambiente, derivados da produção animal, estão sendo tratados nas propriedades rurais.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS RESULTANTES DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA**

A agropecuária brasileira tem desempenhado um papel importante na economia brasileira (Embrapa, 2021). O setor agropecuário é uma das principais bases que compõe a economia no



Brasil. No ano de 2023, o PIB do país registrou aumento de 3%. Somente o setor agrícola registrou avanço de 15,8% no ano passado, o que corresponde 30% do produto total do país (Azevedo, 2024).

Historicamente, há alguns anos, a atividade relacionada à produção animal não causava danos ambientais como os dias de hoje, especialmente na criação de bovinos, onde a pastagem era realizada em áreas ambientais com uma quantidade reduzida de animais para manejo. Os resíduos resultantes desse tipo de atividade eram destinados e absorvidos em proporções menores ao meio ambiente, sem causar grande impacto ao ecossistema. Todavia, com a expansão dessa cultura, a quantidade de áreas disponibilizadas era pequena para criação e produção animal. Dessa forma, as grandes propriedades rurais modificaram o sistema de produção desses animais, com o intuito de expandir a produtividade e obter melhores ganhos e retornos econômicos (Barros *et al.*, 2017).

De acordo com o relatório (HSI, 2017), a produção animal aparece como uma das principais atividades responsáveis pelos problemas ambientais em toda esfera global. Para Barros *et al.* (2017), embora trouxessem diversos ganhos para grande parte da cadeia produtiva para o setor agropecuário, trouxeram, do mesmo modo, graves problemas para a atmosfera. Isso ocorre uma vez que, ao buscar melhores ganhos e maximizar a produção, medidas essenciais para a proteção e conservação do solo, da água, da fauna e flora e da biodiversidade existente naquele espaço foram ignoradas.

No decorrer dos próximos anos, estima-se que a produção de derivados da atividade pecuária tende a dobrar, aproximando-se de um volume maior de desmatamento e contaminação dos recursos hídricos e do solo. (HSI, 2017). Para Barros *et al.* (2017), os resíduos devem ser destinados a locais apropriados após a atividade, não podendo permanecer no mesmo ambiente no qual foi produzido. O lançamento desses resíduos no meio ambiente, após serem depositados, só deve acontecer após serem tratados por especialistas, seguindo as normas estabelecidas por órgãos ambientais, de modo a não provocarem degradação ao meio ambiente.

Steinmetze e Laviola (2022) afirmam que a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) tem constantemente levantado diversos diálogos acerca da transição de uma economia de baixo carbono para uma economia sustentável, sendo promovidas discussões com o intuito de debater novas possibilidades para produção de energia e de biofertilizantes no agronegócio.



Durante a digestão anaeróbia da matéria orgânica, ocorre a produção de biogás. Este processo acontece há milhares de anos e o tema voltou a ser debatido pela sociedade devido à busca por fontes de energia sustentável. A matéria-prima utilizada para a produção do gás tem como origem a massa orgânica dos animais, mas existem outros materiais como culturas energéticas, resíduos agropecuários, efluentes domésticos e industriais e sobras alimentares, que também podem ser utilizados. Observa-se ampla disponibilidade de substratos para a produção regular de biogás, trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais, além de contribuir para a expansão sustentável do agronegócio (Giacobbo; Frota, 2021).

Steinmetze e Laviola (2022) justificam que o biogás permite a integração de cadeias produtivas, visto que se podem aproveitar resíduos para gerar energia e produzir outros produtos, como o hidrogênio e o nitrogênio verde. Comentam ainda, que esse último é conhecido como combustível do futuro por ser limpo em relação aos demais combustíveis fósseis e por ser uma riqueza disponível no meio ambiente, porém, a sua conversão de gás em combustível demanda grande quantidade de energia.

Como exemplo na agropecuária, a suinocultura é uma atividade geradora de muitos resíduos que causam preocupação ambiental, pois estes resíduos contaminam o solo e as águas. Como tentativa para lidar com esse problema de contaminação ambiental, algumas empresas têm realizado o aproveitamento desta biomassa para a produção de biogás. Essa atividade tem crescido, uma vez que existe a possibilidade energética do biogás, que pode ser convertido na geração de energia elétrica, térmica e veicular (Melo, 2023)

Contudo, as pequenas propriedades, tais como as de agricultura familiar, enfrentam várias restrições e limitações na produção de biogás, principalmente no que se refere à falta de assistência técnica e ao manuseio inadequado dos biodigestores e do uso do biogás, o que pode resultar no vazamento de metano e ter um impacto negativo no meio ambiente (Melo, 2023).

Para que haja o efetivo uso do biogás, ele precisa ser purificado (biometano) para que possa ser utilizado como gás natural veicular ou injetado diretamente na rede de gás natural. Esse processo de purificação é o que torna difícil para o pequeno produtor realizar o tratamento adequado, que consiste na limpeza do combustível removendo as suas impurezas, tais como sulfeto de hidrogênio, siloxanos, água, oxigênio, nitrogênio e partículas em suspensão.

Por sua vez, a purificação consiste na remoção de dióxido de carbono para aumentar o poder calorífico inferior (PCI) do combustível. O biogás em seu estado bruto apresenta



uma concentração de metano entre 35 a 75% e um PCI entre 5.500 a 6.500 Kcal/Nm<sup>3</sup>, o biometano apresenta um poder calorífico inferior entre 8.999 a 9.958 Kcal/Nm<sup>3</sup> (Silva, 2022, p. 17).

Diante dos dados apontados, para que as pequenas propriedades rurais façam o tratamento correto, seria necessário ter na região cooperativas ou instituições privadas com interesse no processamento do biogás, realizado conforme as legislações vigentes:

Resolução ANP n. 8/2015 que dispõe sobre regras de utilização e controle de qualidade do biometano oriundo de produtos e resíduos agrossilvopastoris para uso veicular, residencial e comercial; Resolução ANP N° 685 de 2017 (BRASIL/ANP, 2017), que estabelece regras para o controle dos padrões de qualidade do biometano necessárias para uso de abastecimento veicular; Resolução ANP n° 734, de 28 de junho de 2018 (BRASIL/ANP, 2018), que regulamenta a autorização para produção, operação e instalação de produtoras de biocombustíveis, dentre eles, o biometano (Silva, 2022, p. 17).

Silva (2022) ressalta que o Brasil possui grande potencial para geração de biogás e de biometano, mas esse potencial é subaproveitado, uma vez que, até 2019, o potencial gerado era de 84,6 bilhões de Nm<sup>3</sup>/ano, no entanto, apenas 2% desse potencial eram utilizados, enquanto em 2022, foram listadas 22 usinas de geração de energia elétrica a partir do biogás de aterro sanitário e 4 usinas de geração elétrica oriundas de biogás de resíduos agroindustriais. O autor cita como principais substratos utilizados para a obtenção de biogás os resíduos sólidos urbanos (RSU), os efluentes de tratamento de esgoto, os resíduos agrossilvopastoris e resíduos agroindustriais.

Além dos benefícios trazidos pelo biogás, tem-se o uso do digestato como fertilizante que contribui para a redução do consumo de fertilizantes minerais e ainda diminui a emissão de gases de efeito estufa associados à exploração mineral. O desperdício de alimentos é responsável por 4,4 Gt CO<sub>2eq</sub> de emissão de gases de efeito estufa, representando 8% do total. Essa emissão ocorre devido à mudança de ciclos de vida dos alimentos, à mudança do uso da terra, desmatamento, dejetos dos gados, queima de combustíveis fósseis para a produção de alimentos, produção e aplicação de fertilizantes minerais, aquecimento de edifícios agrícolas e estufas, processamento de alimentos, refrigeração e transporte de alimentos e decomposição de alimentos em lixões abertos ou aterros sanitários (Giacobbo; Frota, 2021).



## 2.2 TRATAMENTO DOS RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

### 2.2.1 Uso de Biodigestores

Garcia *et al.* (2013) ressaltam que:

um biodigestor é o melhor método para utilizar os excrementos dos porcos com o propósito de diminuir os problemas causados na natureza pelos resíduos que antes eram jogados fora, diretamente em rios sem nenhum tratamento, causando sérios problemas de poluição. O biogás é um combustível gasoso similar ao gás natural e pode ser reaproveitado na produção de eletricidade dentro da própria fazenda para iluminação das instalações. O biofertilizante é o que resta da biodigestão e é um grande adubo para fins agrícolas, além do baixo custo e outros suportes para o crescimento da colheita. Os biodigestores são soluções sustentáveis, para renovação de pastagens degradadas e para melhorar a fertilidade de terras e plantações (Garcia *et al.*, 2013, p. 51).

De acordo com Garcia *et al.* (2023) existem 4 tipos de biodigestores, sendo eles:

- a) Biodigestor indiano – com pressão de operação constante, devido ao não consumo imediato de gás e por ele se mover verticalmente aumentando o volume. O resíduo para alimentar o biodigestor não pode ter concentração de sólidos totais superior a 8%, para facilitar a circulação do resíduo dentro da câmara e evitar o entupimento das linhas de entrada e saída do material. Este tipo possui um custo elevado, devido ao gasômetro ser de metal e por ser colocado distante da residência.
- b) Biodigestor batelada – o composto se forma por meio da decomposição de matéria-orgânica, e tem o nome de biodigestão anaeróbia ou fermentação anaeróbia, sendo o processo realizado por consorcio de microrganismos. A vantagem deste tipo de biodigestor é a simplicidade do manejo operacional;
- c) Biodigestor chinês – é feito de alvenaria, trata-se de uma câmara cilíndrica onde ocorre a fermentação e possui a cobertura abobadada e impermeável que destina-se ao armazenamento do biogás. Seu funcionamento é feito por prensa hidráulica e os dejetos devem ser providos continuamente e a concentração de sólidos totais não deve ser superior a 8%, para prevenir entupimento e circulação do material;
- d) Biodigestor canadense – é o mais utilizado nas propriedades brasileiras. É horizontal com maior largura e menor profundidade que o indiano e com maior área de luz solar e, por



isso, sua produção de gás é maior nos dias quentes. Seu digestor pode ser desenvolvido enterrado ou construído na superfície do solo.

Pasqualini (2020), em seu estudo, compilou os parâmetros encontrados em literaturas sobre os resíduos gerados pelas principais atividades agropecuárias e as técnicas desejadas e estabelecidas na legislação brasileira para o controle ambiental. O objetivo era identificar se o biodigestor poderia ser um instrumento de equilíbrio para a atividade de agropecuária e os benefícios obtidos por meio dele. Como resultado apurado para manter a qualidade do ar, destacou-se a utilização do metano como combustível, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa. Além disso, concluiu que a utilização do biodigestor proporciona uma forma eficiente de tratamento de resíduos, transformando-os em biogás e biofertilizante, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e econômica da atividade agropecuária.

Os benefícios dos biodigestores são a decomposição da matéria orgânica, a proteção para o meio ambiente e para a saúde, além de ser uma tecnologia socialmente justa e economicamente viável, devido ao baixo custo da sua instalação e, ainda, pode gerar uma economia mensal em torno de 10% do salário-mínimo. Pode ser considerada ambientalmente sustentável, por reduzir a emissão de gases de efeito estufa e proteger o bem-estar das pessoas, ao remover a fumaça e a fuligem do carvão quando queimado, além de ainda reduzir, consideravelmente, a infestação de animais por vermes e moscas (Garcia *et al.*, 2023).

Para Saltos *et al.* (2019), o biogás é o resultado dos excrementos de animais quando em decomposição anaeróbia que geram gás combustível com alta proporção de metano (CH<sub>4</sub>), em concentrações superiores a 60%, com poder calorífico de 5.500 Kcal/m<sup>3</sup>. Este biogás é denominado de combustível ecológico, é obtido em biodigestores e é utilizado como energia para obter melhorias na gestão de resíduos em áreas rurais.

### **2.2.2 Uso de Compostagem**

De acordo com Lima *et al.* (2019), compostagem é uma prática que transforma a matéria orgânica, por meio de processos físicos, químicos e biológicos, em um adubo rico em nutrientes. Sendo considerado um material bastante estável e resistente a ações de alguns agentes e que, ao ser depositado diretamente no solo, oferece vários benefícios para a lavoura.

Araújo, Lima e Silva (2023) definem compostagem como:



Um sistema dinâmico, complexo e que apresenta uma significativa densidade e diversidade de mesoinvertebrados. Cada indivíduo desempenha papéis ecológicos essenciais à manutenção da biota e, conseqüentemente, contribuem para a degradação da matéria orgânica e obtenção de composto de qualidade (Araújo; Lima; Silva, 2023, p. 3473).

Para a montagem da compostagem, os compostos orgânicos são facilmente mineralizados e metabolizados por várias espécies de organismos aeróbios, mesófilos, termotolerantes e microrganismos termófilos que produzem dióxido de carbono, amoníaco, água, ácidos orgânicos e calor (Araújo; Lima; Silva, 2023).

Para que o processo de compostagem seja eficiente é preciso uma combinação de fatores, tais como a umidade, taxa de oxigênio, relação carbono/nitrogênio e porosidade, que possibilitam boas condições para vários tipos de microrganismos aeróbios crescerem e se desenvolverem na biomassa (Valente *et al.*, 2017).

O resultado da decomposição de resíduos vegetais e animais visam à produção de húmus, adubo orgânico, para a utilização na agricultura familiar e na agricultura empresarial ou ser comercializado como substrato para produção de mudas de plantas. A utilização da compostagem favorece a sustentabilidade, autonomia e redução de custos para a pequena e média propriedade, pois ela pode ser produzida na própria propriedade rural (Santos *et al.*, 2023).

### **2.2.3 Descarte de lixo na zona rural**

O descarte inadequado de resíduos ainda é um grande desafio no Brasil, uma vez que cerca da metade da população brasileira deposita seus resíduos de forma inapropriada, muitas vezes em locais a céu aberto e em lixões irregulares (Rocha; Castro; Oliveira, 2023).

Deve-se também considerar as conseqüências ambientais decorrentes da disposição inadequada de resíduos em meios rurais, uma vez que a geração de resíduos sólidos no meio rural se tornou uma preocupação semelhante à observada no meio urbano. Isso ocorre, principalmente, devido à coleta de lixo rural ser realizada apenas em alguns municípios, resultando em mais de 70% dos domicílios rurais queimando, enterrando ou lançando seus resíduos em terrenos baldios, rios, lagos, igarapés e açudes (Rocha; Castro; Oliveira, 2023).

Segundo Lacerda (2019):



O lixo rural é composto tanto pelos restos vegetais da cultura e materiais associados à produção agrícola - como adubos químicos, defensivos e suas embalagens, dejetos animais, produtos veterinários, quanto por sobras semelhantes às produzidas nas cidades - como restos de alimentos, vidros, latas, papéis, papelões, plásticos, pilhas e baterias, lâmpadas etc. Assim, destaca-se que a produção dos resíduos sólidos produzidos nas residências tem aumentado significativamente em relação à destinação adequada desses componentes (Lacerda, 2019, p. 4):

Por não haver coleta do lixo, os moradores assumem a responsabilidade de dar destinação final aos resíduos gerados, o que pode resultar na contaminação do solo, da água e, principalmente, dos alimentos produzidos na propriedade (Rocha; Castro; Oliveira, 2023).

A zona rural, por ser uma região com número reduzido de moradores, possui serviço público de limpeza e saneamento deficitário, fazendo com que os moradores escolham outros meios para se livrar do lixo, como descartá-los no mato, enterrá-los ou queimá-los, o que não é permitido por lei. No entanto, o despejo indevido de resíduos tem trazido ao meio ambiente e ao homem riscos, por isso é importante que se invista no serviço público de coleta de lixo nas áreas rurais também (Mori, 2020).

A coleta seletiva geralmente é realizada de porta em porta ou em pontos de entrega voluntária (PEV), ou em locais específicos. Esta coleta está diretamente relacionada a uma prévia seleção do material a ser capturado ou que seja dirigida a um determinado material, sendo mais comum na zona urbana, sendo pouco utilizada no meio rural. Essa seleção de material é considerada uma das melhores soluções para a redução do lixo e excelente captação dos descartáveis (Lourenço; Vasconcelos; Barbosa, 2022).

### 2.3 CONHECIMENTO DOS AGRICULTORES SOBRE BIODIGESTORES E BIOGÁS

Trindade (2020), considera que várias pesquisas vêm sendo conduzidas em relação às fontes alternativas de energia em todo o mundo, visando diminuir a poluição ambiental. Porém, o autor enfatiza que, ao mesmo tempo, essas pesquisas visam utilizar as fontes poluidoras encontradas nas propriedades rurais, como os dejetos de animais e restos de vegetais. Esses resíduos são encontrados em abundância nas propriedades rurais e têm sido alvo de pesquisas com a finalidade de proteger o meio ambiente contra as poluições decorrentes dos descartes incorretos desses resíduos, que poluem o solo e a água, e melhorar a qualidade de vida desses proprietários.



Com a finalidade de proteger o meio ambiente, a crescente demanda pelo consumo de energia e o aumento da geração de resíduos apresentaram novas formas de implantação do conceito de sustentabilidade tanto nos processos de energia gerada quanto no gerenciamento de resíduos. O biogás, que é gerado por meio de resíduos, tem um papel fundamental no futuro para compor a matriz energética mundial como alternativa aos combustíveis fósseis. Pelo biogás ser versátil, ele pode ser utilizado como energia, calor ou como combustível de veículos substituindo o gás natural. O biogás como uma “mistura de gases rica em metano produzido por microrganismos a partir da matéria orgânica por meio de digestão anaeróbia, que é a mineralização da matéria orgânica em condições de ausência de oxigênio livre” (Alcântara; Zang; Fonseca-Zang, 2022).

Diante desse contexto do uso de energia renováveis, Trindade (2020), em seu estudo, teve como objetivo diagnosticar o conhecimento prévio e o interesse dos agricultores do município de Jaguari/RS sobre o manejo de resíduos sólidos e o uso de biodigestores. Este estudo foi conduzido por meio de questionários enviados para 56 produtores rurais, dos quais apenas 11 responderam. Como resultado, a pesquisa revelou que em relação ao biodigestor, 64% dos entrevistados afirmaram ter ouvido falar, enquanto 18% já conheciam o equipamento, mas que não sabiam manuseá-lo. Desses, 64% dos produtores utilizavam os resíduos sólidos e orgânicos produzidos na propriedade para alimentação de animais; 9% descartam nos caminhões de lixo da prefeitura e 27% inserem os resíduos em locais a céu aberto ou os enterram.

Em estudo realizado por Sousa *et al.* (2020), conduzido em 37 granjas de suínos no estado de São Paulo, com amostra composta por 51.030 matrizes, representando 60% do total alojado em São Paulo, um questionário foi aplicado por meio de entrevistas diretas com os gerentes ou proprietários das granjas investigadas, com o objetivo de verificar o retorno do investimento feito no sistema de tratamento de resíduos suínos (STRS), a redução da contaminação do solo, da água e do ar, minimizando os impactos gerados pela atividade e se houve a possibilidade de utilização econômica dos resíduos tratados. Como resultado apurado na pesquisa, foram apontados:

Do total avaliado, 27,02% dos STRS geraram de um a três produtos de valor agregado, enquanto os demais não exploravam economicamente os resíduos tratados, realizando investimentos apenas para contemplar a legislação ambiental vigente. Para os que exploravam economicamente os resíduos, teve-se a TIR variando entre 8,52 3–3,86% ao ano, tendo-se melhores resultados econômicos na categoria GEEBC (8,52% a.a.) (Sousa *et al.*, 2020, p. 9)



Esses dados demonstraram que a utilização do sistema de tratamento de resíduos suínos (STRS) possui importância econômica e ambiental e, ainda, produzem produtos de valor agregado por meio do tratamento de resíduos, uma vez que ele gera receita pela atividade rural, além de promover sustentabilidade do empreendimento, que é essencial nesse ramo.

#### 2.4 SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA

A sustentabilidade está cada vez mais integrada ao setor do agronegócio, devido às regulamentações governamentais e ao aumento das exigências internacionais para as exportações. Muitos países desenvolvidos estão interessados em minimizar as emissões de gases de efeito estufa, produzindo produtos de qualidade que promovam a proteção e conservação dos recursos naturais, incluindo o tratamento adequado de resíduos e materiais orgânicos (Giacobbo; Frota, 2021).

O campo é uma área exposta a diversos desafios, incluindo erosão, vento, variações de temperatura e pisoteio animal, o que pode aumentar a densidade do solo e reduzir sua porosidade. Além disso, é comum ser utilizado como local de descarte de resíduos animais e vegetais. No entanto, também desempenham importantes funções, servindo como abrigo e habitat para a biodiversidade nas propriedades rurais, além de funcionar como reservatório para as espécies de sementes de vegetação primária. A presença de uma variedade de espécies que utilizam esse espaço como refúgio e habitat contribui para maior equilíbrio ambiental na propriedade rural, promovendo a conservação da biodiversidade ecológica (Marques *et al.*, 2012).

Barros *et al.* (2017) levantam algumas questões relacionadas à produção animal em grande escala. Segundo os autores, embora haja um esforço significativo por parte das indústrias para produzir alimentos e atender às demandas da população, esse esforço deveria ser acompanhado por uma conscientização sobre questões cruciais, como a saúde pública, a preservação ambiental, a sustentabilidade no desenvolvimento da cadeia alimentar e o bem-estar animal.

O Brasil tem se destacado devido à grande produção e exportação de carne bovina, uma vez que detém o maior rebanho comercial do mundo. A pecuária de corte é uma das mais importantes atividades de exploração agropecuária, refletindo-se em receitas internas e de exportação, bem como em lucros e investimentos em tecnologias voltadas para o aumento da



produtividade. Os frigoríficos são responsáveis por diversos impactos ambientais, principalmente devido ao elevado consumo de água e à geração de grandes volumes de efluentes líquidos com potencial poluente, bem como à produção de resíduos sólidos e emissões de gases ao longo das etapas do processo produtivo. Portanto, é fundamental propor soluções para mitigar os impactos ambientais resultantes da inadequada destinação dos resíduos gerados por essas indústrias (Guedes *et al.*, 2022).

Estudos realizados por Conceição *et al.* (2020) identificaram que os frigoríficos geram uma quantidade de resíduos que ultrapassa 1.000.000,00 kg/mês, incluindo uma variedade de materiais como peles, gorduras, partes não aproveitadas, esterco e ossos. Esses resíduos acarretam impactos ambientais, sociais e econômicos significativos.

Caso todo o esterco disponível de gado, búfalos, porcos e galinhas fosse recolhido e digerido anaerobicamente, seria possível reduzir as emissões de gases de efeito estufa entre 930 e 1.260 Mt CO<sub>2eq</sub> por ano, representando 13% a 18% das emissões atuais relacionadas à pecuária (Giacobbo; Frota, 2021).

## 2.5 LEGISLAÇÃO SOBRE DESCARTE DE RESÍDUOS NAS ÁREAS RURAIS

Conforme Marques *et al.* (2012), a regularização ambiental para o desenvolvimento de uma atividade produtiva é vista como fator positivo, sendo compreendida como uma medida sustentável e socioambiental. Os autores destacam que a legislação ambiental possibilita a limitação do uso dos recursos naturais disponíveis na natureza, ao mesmo tempo em que promove melhoria na qualidade de vida dos seres vivos que habitam aquele espaço.

No Brasil, apesar das legislações federais, estaduais e municipais, muitas empresas ainda não cumprem os requisitos impostos por estas leis, o que resulta em contaminações prejudiciais aos consumidores. Esse tema tem sido amplamente debatido, principalmente no contexto das questões ambientais e é de vital importância que a esfera agroindustrial adote práticas adequadas para lidar com essa questão, que envolve o manejo e a conservação dos recursos ambientais. Embora alguns estudos sugiram que a implementação de projetos de sustentabilidade nas agroindústrias seja complexa, a necessidade de adaptação e de reestruturação das políticas ambientais das empresas para atender às exigências do comércio exterior tem impulsionado essa mudança (Guedes *et al.*, 2022).



De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2020), tanto no cenário nacional quanto no internacional, existe ampla discussão sobre a questão dos resíduos sólidos, buscando soluções para atender às demandas ambientais, envolvendo a sociedade, o governo e as empresas privadas nesse processo.

Por outro lado, Cotica e Carniatto (2020) destacam que as políticas públicas ambientais no Brasil foram historicamente marcadas por uma economia predominantemente exploratória, baseada na exploração intensiva dos abundantes recursos naturais. Esse modelo econômico, político, como agricultura, pecuária, extração de metais preciosos e madeiras afeta de forma agressiva e predatória o meio ambiente.

No contexto legislativo brasileiro, a responsabilidade pela preservação e defesa do meio ambiente é considerada um compromisso coletivo, conforme estabelecido no artigo 225 da Constituição Federal de 1988.

Além disso, diversas leis foram promulgadas para regulamentar questões ambientais no país, tais como: a Lei n. 6.938/1981, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA); a Lei 9.605/1998, que estabelece sanções penais e administrativas para condutas e atividades lesivas ao meio ambiente; a Lei 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; a Lei n. 9.974/2000, que aborda temas como pesquisa, experimentação, produção, embalagem, rotulagem, transporte, armazenamento e comercialização de produtos químicos e biotecnológicos; a Lei n. 9.966/2000, que trata da prevenção, controle e fiscalização da poluição causada pelo lançamento de óleo e outras substâncias nocivas em águas sob jurisdição nacional. Essas leis refletem o compromisso do Brasil em proteger o meio ambiente e promover práticas sustentáveis em diversas áreas. (BRASIL, 1988; 1981; 1998; 2007; 2000).

Problemas ambientais estão se tornando cada vez mais frequentes, afetando diretamente os recursos naturais. Um desafio atualmente discutido diz respeito à geração e ao descarte inadequado de resíduos, o que frequentemente resulta em danos significativos à qualidade de vida das pessoas e ao meio ambiente. Diante disso, vários países têm implementado planos e estratégias para garantir um gerenciamento seguro e sustentável dos resíduos gerados por indústrias, população, setores agropecuários e instituições de ensino. (Rocha; Castro; Oliveira, 2023).



De acordo com a Lei n. 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o descarte adequado dos resíduos deve ser realizado por meio de coleta seletiva e destinação para os setores de reciclagem e compostagem de material orgânico. (Brasil, 2010).

As legislações brasileiras, mesmo em suas publicações, permitem alterações e reformulações de critérios de acordo com o desenvolvimento científico e tecnológico, bem como para a preservação ambiental. No que se refere à produção animal, tanto no Brasil quanto na Europa, Estados Unidos e China, existem vários problemas ambientais mesmo com as leis vigentes, e muitas vezes são instados a se adequar aos padrões ambientais atuais. Uma das infrações mais comuns é a presença de nitrato na água, resultante do uso inadequado de resíduos animais como fertilizantes. No entanto, tais problemas seriam ainda mais graves se não houvesse a legislação e uma estrutura regulatória (Palhares, 2023).

É de suma importância também trabalhar a mudança de paradigmas com um plano efetivo de educação ambiental para promover reflexões sobre questões ambientais dos resíduos sólidos e de seu destino correto, por meio de hábitos de gerenciamento que viabilize as atividades sustentáveis no meio rural, fazendo com que a cooperação da comunidade agricultora seja imprescindível (Cotica; Carniatto, 2020).

Feitosa *et al.* (2021) citam que os programas de educação ambiental voltados para a sensibilização de produtores rurais com a abordagem dos aspectos legais, o manejo e destinação adequada dos resíduos oriundos da atividade agropecuária e embalagens de agrotóxicos, entre outros.

A Lei n. 6.938/1981 menciona que qualquer atividade pecuária precisará de licença ambiental, porque utiliza recursos naturais como água e solo. Caso o manejo dos dejetos, efluentes, carcaças, fertilizantes e demais insumos e resíduos gerados na propriedade não for feito de forma correta, isso implicará em impacto ambiental e degradação dos recursos naturais. Além disso, a Resolução n. 01/1986, Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) e a Resolução Conama n. 237/1997 em seu § 1º está relacionada à criação de animais, que integra as atividades agropecuárias (Brasil, 1981, 1986, 1997).

### **3 METODOLOGIA**

Neste estudo o método utilizado foi o de revisão bibliográfica por meio de uma



abordagem qualitativa e descritiva, pautando-se na busca de estudos pesquisados em fontes de informação científica, tais como artigos científicos, revistas, jornais e dissertações e monografias para aprofundar no tema e tornar o texto mais pertinente. Foi utilizado como busca de pesquisa o *Scientific Electronic Library Online* (Scielo), revistas científicas e jornais, utilizando os descritores na busca da pesquisa: resíduos sólidos derivados de animais, contaminação ambiental por resíduos animal, biodigestores e biogás, descarte correto de dejetos animais nas propriedades rurais. Foram pesquisados artigos em língua portuguesa no período de 2011 a 2023.

#### **4 CONCLUSÃO**

Esta pesquisa evidenciou que a produção animal e a pecuária têm ocasionado significativas alterações no meio ambiente, tais como desmatamento, degradação do solo e poluição dos recursos hídricos e dos solos. O lançamento dos resíduos destas atividades no meio ambiente, só deve acontecer após serem tratados seguindo as normas estabelecidas por órgãos ambientais, de modo a não provocarem degradação ao meio ambiente.

A utilização dos resíduos produzidos na zona rural para a produção de combustível, de biogás e de biofertilizantes, deve ser incentivada. Contudo, foi verificado que muitos produtores rurais por não possuem o conhecimento e o entendimento do processo, o que dificulta seu uso. Produtores que possuem o sistema de tratamento implantado conseguem gerar resultados positivos para suas propriedades. Então, verifica-se que os órgãos competentes precisam se envolver mais nessa área para dar a destinação correta aos resíduos nas propriedades rurais.

Em relação à sustentabilidade atribuída ao setor agropecuário, os estudos mostraram que mesmo com as regulamentações, legislações e o aumento das exigências internacionais para as exportações, ainda são encontradas dificuldades de conscientização da atividade agroindustrial em investir mais em preservação ambiental e sustentabilidade.



## REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, L. P.; ZANG, J. W.; FONSECA-ZANG, W., A. A viabilidade econômica de modelo de biodigestores para a produção de biogás. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, Medianeira, v. 13, n. 32, p 1 –50, jan/abr 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/recit>. Acesso em: 15 set. 2023.

ARAÚJO, E. C. S.; LIMA, V. L. A.; SILVA, V. F. Funções ecológicas de mesoinvertebrados no sistema de compostagem de resíduos orgânicos domiciliares. **DELOS: Desarrollo Local Sostenible**, v.16, n.4, p. 3471–3487, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/rdelosv16.n48-029>. Acesso em: 15 set. 2023.

AZEVEDO, G. **Agro empurra PIB brasileiro, que cresce 3% em 2023, diz prévia da FGV**. Canal Rural. 2024. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/agricultura/agro-empurra-pib-brasileiro-que-cresce-3-em-2023-diz-previa-da-fgv/>. Acesso em: 15 set. 2023.

BARROS, J. P. *et al.* Produção animal e os impactos ao meio ambiente. Instituto Federal de Educação, **Ciência e Tecnologia Goiano**, Campus Morrinhos, v. 13, n. Especial, p. 381-390, jan./jun., 2017. Disponível em: DOI: 10.5747/ca.2017.v13.nesp.000242. Acesso em: 28 set. 2023.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Diário Oficial da União. Brasília, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 20 out. 2023.

BRASIL. Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1998. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm). Acesso em: 20 out. 2023.

BRASIL. Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o Saneamento Básico. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm). Acesso em: 20 out. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos sólidos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 15 set. 2023.

BRASIL. Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial União**. Brasília. 1981. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm). Acesso em: 28 set. 2023.

BRASIL. Lei nº 9.966 de 28 de abril de 2000. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou



perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2000. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9966.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9966.htm). Acesso em: 14 out. 2023.

CONCEIÇÃO, M. M. M.; JÚNIOR, G. C. R. B.; SANTOS, C. L.; SANTOS, W. A. S.; SILVA, J. E. V. C.; COSTA, R. S.; TAVARES, L. S.; DIAS, S. C.; GUEDES, F. L.; SILVA, N. S.; STEFANELLI, W. F. R.; BARROSO, L. L.; SILVA, M. P. Diagnóstico dos resíduos sólidos de um abatedouro frigorífico/Diagnosis of solid waste from a refrigerating slaughterhouse. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.4, p. 21063-21082, 2000. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-324>. Acesso em: 14 out. 2023.

COTICA, K. J. F.; CARNIATTO, I. A relação entre legislação, a educação ambiental e os problemas enfrentados na gestão de resíduos sólidos pelas comunidades rurais. **International Journal of Environmental Resilience Research and Science**, [S. l.], v. 2, n. 2, 2020. Disponível em: DOI: 10.48075/ijerrs.v2i2.26269. Acesso em: 15 set. 2023.

EMBRAPA. (2021). **VII Plano Diretor da Embrapa: 2020–2030**. Embrapa. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1126091/vii-plano-diretor-da-embrapa-2020-2030>. Acesso em: 15 set. 2023.

FEITOSA, A. K.; OLIVEIRA, C. W. Análise da situação ambiental de propriedades rurais no cariri cearense. **Revista Brasileira De Agropecuária Sustentável**, v.11, n.1, p. 336–348. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.21206/rbas.v11i1.12741>. Acesso em: 20 out. 2023.

GARCIA, C. J. F. R.; LOPES, E. F.; GARCIA, J. L. M.; COSTA, M. E. L.; NERES, T. C.; BUENO, V. C. P.; BORGONOV, T. F. Uma breve revisão: tipos de biodigestores. **I Simpósio InterAgro.**, v. 1, n.1, p. 49–52. Disponível em: <https://publicacoescesu.cps.sp.gov.br/interagro/article/view/202>. Acesso em: 20 out. 2023. 2023.

GIACOBBO, D. G.; FROTA, L. M. **AGRO: o papel do agronegócio brasileiro nas novas relações econômicas mundiais**. (1. ed.). São Paulo: Synergia. 2021.

GUEDES, I.N.; COUTO, L. A.; COQUEIRO, J. S.; MARTINS, N. C. G.; MEIRA, N. S.; LANDIM, L. B. Agroindústria frigorífica: legislação correlatada, destinação de resíduos e aspectos ambientais: uma revisão bibliográfica. **Meio Ambiente (Brasil)**, v.4, n.3, p. 11-25, 2022. Disponível em: <https://zenodo.org/records/7511245>. Acesso em: 28 set. 2023.

HUMANE SOCIETY INTERNATIONAL (HSI). (2011). **O Impacto da Criação de Animais para Consumo no Meio Ambiente e nas Mudanças Climáticas no Brasil: um relatório da HSI**. Disponível em: [https://www.hsi.org/wp-content/uploads/assets/pdfs/hsi-fa-white-papers/relatorio\\_hsi\\_impactos\\_pecuaria.pdf](https://www.hsi.org/wp-content/uploads/assets/pdfs/hsi-fa-white-papers/relatorio_hsi_impactos_pecuaria.pdf). Acesso em: 28 set. 2023.

LACERDA, F. C. S. (2019). **Problemas ambientais no campo: o descarte dos resíduos sólidos no distrito de Areias/Uiraúna- PB**. VI Congresso Nacional de Educação. Seminário pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em:



[https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO\\_EV127\\_MD1\\_SA14\\_ID1533\\_25092019184339.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD1_SA14_ID1533_25092019184339.pdf). Acesso em: 02 nov. 2023.

LIMA, J., F.; OLIVEIRA NETO, J. G.; MONTEIRO, S. S.; ARAÚJO, A. E.; SANTOS, D. S. Compostagem orgânica e a feira da agricultura familiar de Serraria-Paraíba. **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n.7, e-6913, 2019. Disponível em: Doi: 10.18378/cvads.v9i7.6913. Acesso em: 02 nov. 2023.

LOURENÇO, J. C.; VASCONCELOS, R. F. V.; BARBOSA, Y. M. A. L. (2022). Deposição irregular de resíduos sólidos: uma análise comparativa entre dois bairros de poder aquisitivo diferentes na cidade de Campina Grande, Paraíba - Brasil. **DELOS: Desarrollo Local Sostenible**, v.6, n. 18, 2022. Disponível em: <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/209>. Acesso em: 02 nov. 2023.

MARQUES JUNIOR *et al.* Saneamento Ambiental em atividades agropecuária. Revista Cadernos Técnicos de veterinária e Zootecnia. Universidade Federal de Minas Gerais. **Escola de veterinária**, 66. 2012. Disponível em: <https://vet.ufmg.br/caderno-tecnico/cadernos-tecnicos-de-veterinaria-e-zootecnia-no-66-saneamento-ambiental-em-atividades-agropecuarias/>. Acesso em: 02 nov. 2023.

MELO, C. B. **Viabilidade técnica e econômica de uma unidade geradora de energia elétrica a partir do biogás proveniente de dejetos suínos de pequenos produtores rurais da região do oeste do Paraná**: produção centralizada X produção descentralizada de biogás. 2023. 81f. Dissertação (Mestrado em Energia e Sustentabilidade) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana. Foz de Iguaçu. 2023. Disponível em: <http://dspace.unila.edu.br/123456789/7564https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/8569528>. Acesso em: 02 nov. 2023.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Desenvolvimento Rural**. 2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/desenvolvimento-rural.html>. Acesso em: 02 nov. 2023.

MORI, Giane F. D. **Percepção da população rural sobre os resíduos sólidos domésticos: estudo em distritos do município de Toledo – PR**. 2020. 57f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste/Campos Toledo. Toledo, 2020. Disponível em: [https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/5121/2/Giane\\_Mori\\_2020.pdf](https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/5121/2/Giane_Mori_2020.pdf). Acesso em: 12 dez. 2023.

PALHARES, J. C. P. Licenciamento ambiental da produção animal no Brasil. In: PALHARES, J. C. P. (ed.). **Produção animal e recursos hídricos: uso da água nas dimensões quantitativa e qualitativa e cenários regulatórios e de consumo**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. p.39-95. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/228828/1/LicenciamentoAmbientalProducao.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2023.

PASQUALINI, A. A. Aplicação de biodigestores na pecuária sustentável. **Revista Faculdade do Saber**, v.5. n. 9, p. 598-609, 2020. Disponível em: <https://rfs.emnuvens.com.br/rfs/article/view/89/68>. Acesso em: 15 dez. 2023.



ROCHA, S. A.; CASTRO, J. T.; OLIVEIRA, N. S. Estudo sobre a destinação dos resíduos sólidos gerados na comunidade rural do Capim, distrito Ipuacu, no município de Feira de Santana (BA). **Revista Scientia**, Salvador, v.8, n. 3, p. 136-156, aet./dez., 2023. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/scientia>. Acesso em: 15 dez. 2023.

SALTOS, T. V.; ZAMBRANO, K. H.; VILLAFUERTE, C. D.; BAJAÑA, C. L. B. (2019, junio). Evaluación em la producción de biogás com desechos avícolas y bovinos para generar energia eléctrica. **Revista Delos**, v.12, n. 34, p. 1-20, 2019. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7047882>. Acesso em: 15 dez. 2023.

SANTOS, L. L., PEREIRA, A., J., MOREIRA, V. F. Avaliação de substratos alternativos obtidos da compostagem de crotalaria e milho para a produção de mudas de alface e rúcula. **Revista Agri-Environmental Sciences**, Palmas, 9, 2023. e023025. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.36725/agries.v9i2.8674>. Acesso em: 12 dez. 2023.

SILVA, S. T. S. **Avaliação técnica e econômica da utilização de biometano proveniente de aterro sanitário da Região Sudeste do Brasil para abastecimento veicular**. (106f). Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Itaubá, Itajubá. 2022. Disponível em: <https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/handle/123456789/3219>. Acesso em: 12 dez. 2023.

SOUSA, A. P. M.; CARVALHO, B. V.; HAZOFF JUNIOR, S., F. R. M. Retorno de investimento de sistemas de tratamento de resíduos em granjas de suínos. **Cienc. anim. bras.**, v.21,p. 1- 9, 2020. Disponível em: DOI: 10.1590/1809-6891v21e-32898. Acesso em: 12 dez. 2023.

STEINMETZ, R.; LAVIOLA, R. **Especialistas da Embrapa falam sobre oportunidades para a produção de energia e biofertilizantes a partir do biogás**. Embrapa. Notícias. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.gov.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/76801376/especialistas-da-embrapa-falam-sobre-oportunidades-para-a-producao-de-energia-e-biofertilizantes-a-partir-do-biogas?pauth=ApebvloR>. Acesso em: 12 dez. 2023.

TRINDADE, F. C. M. **Diagnóstico do conhecimento prévio e do interesse de agricultores do município de Jaguari/ RS, acerca do manejo de resíduos sólidos e do uso de biodigestores**. (28f). TCC (Monografia Educação do Campo e Agroecologia) – Instituto Federal Farroupilha Campus Jaguari. Jaguari. 2020. Disponível em: [https://arandu.iffarroupilha.edu.br/bitstream/itemid/155/1/TCC\\_Flavia%20Cibele%20Monteiro%20Trindade.pdf](https://arandu.iffarroupilha.edu.br/bitstream/itemid/155/1/TCC_Flavia%20Cibele%20Monteiro%20Trindade.pdf). Acesso em: 12 dez. 2023.

VALENTE, B. S.; ANDREAZZA, R.; XAVIER, E. G.; GOMES, M. C.; PEREIRA, H. S.; ÁVILA, F. D. (2017, out.-dec.). Compostagem na valoração de resíduos de pescado marinho. **Rev. bras. saúde prod. Anim.**, v. 18, n. 4, out.;dez., 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402017000400010>. Acesso em: 12 dez. 2023.