



## **APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EM UNIDADE PRODUTORA DE LEITÕES: O CASO DA GRANJA KIST E FROELICH<sup>1</sup>**

### **ENERGY USE OF BIOGAS IN PIGLETS PRODUCING UNIT: THE CASE OF THE KIST AND FROELICH GRANJA**

**Airton Rodrigues da Silva<sup>2</sup>, Volmir Ribeiro do Amaral<sup>3</sup>, Lidiane Kasper<sup>4</sup>, Pedro Luís Büttendörfer<sup>5</sup>, Nelson José Thesing<sup>6</sup>, Jorge Oneide Sausen<sup>7</sup>**

<sup>1</sup> Projeto de pesquisa desenvolvido no PPGDR da Unijuí

<sup>2</sup> Doutorando em Desenvolvimento Regional pela UNIJUI, Bolsista CAPES, airton.rdsilva@sou.unijui.edu.br

<sup>3</sup> Doutorando em Desenvolvimento Regional pela UNIJUI, Bolsista Cooperativismo: Convênio PPGDR-UNIJUI e Sescop/RS, volmirdoamaral@gmail.com

<sup>4</sup> Doutoranda em Desenvolvimento Regional pela UNIJUI, Bolsista CAPES, servidora pública no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, lidiane.kasper@sou.unijui.edu.br

<sup>5</sup> Professor do PPGDR da UNIJUI

<sup>6</sup> Professor do PPGDR da UNIJUI

<sup>7</sup> Professor do PPGDR da UNIJUI

### **RESUMO**

A transição energética é uma temática muito importante e necessita cada vez mais, de estudos que possam contribuir na efetivação de energias menos impactantes ambientalmente e socialmente. Neste contexto, o objetivo do presente estudo consiste em analisar o aproveitamento energético de biogás em Unidade Produtora de Leitões (UPL), tendo como caso de estudo a Granja Kist e Froelich, localizada na região Fronteira Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Em termos metodológicos a pesquisa caracteriza-se como sendo descritiva, com enfoque de natureza qualitativa, mediante estudo de caso conduzido com roteiro de perguntas aplicado durante entrevista semiestruturada com os sócios proprietários da Granja Granja Kist e Froelich, local onde utiliza-se o biodigestor, com aproveitamento energético dos dejetos e saneamento ambiental. Os resultados apontam que o aproveitamento energético do biogás apresenta-se como oportunidade em duas direções: uma delas é a econômica, com a fixação de renda na região a partir da redução de consumo de energia advinda de hidroelétricas e distribuidoras que não se localizam na região e cujas empresas têm o controle acionário fora do território; outra direção é ambiental, com a possibilidade de contribuir de forma significativa na redução da emissão de gases do efeito estufa, reutilização da água e produção de adubo orgânico.

**Palavras-chave:** Energias renováveis. Biogás. Sustentabilidade.

### **ABSTRACT**

The energy transition is a very important issue and increasingly needs studies that can contribute to the realization of less environmentally and socially impacting energies. In this context, the objective of the present study is to analyze the energy use of biogas in a Piglet Producing Unit (UPL), having as a case study Granja Kist and Froelich, located in the



Northwest Frontier region of the State of Rio Grande do Sul. In methodological terms, the research is characterized as being descriptive, with a qualitative approach, through a case study conducted with a script of questions applied during a semi-structured interview with the owners of Granja Granja Kist and Froelich, where the biodigester is used, with energy use of the waste and environmental sanitation. The results indicate that the energy use of biogas presents itself as an opportunity in two directions: one of them is the economic one, with the establishment of income in the region from the reduction of energy consumption from hydroelectric plants and distributors that are not located in the region. and whose companies have controlling interest outside the territory; another direction is environmental, with the possibility of making a significant contribution to reducing greenhouse gas emissions, reusing water and producing organic fertilizer.

**Keywords:** Renewable energy. Biogas. Sustainability.

## 1 INTRODUÇÃO

O mundo passa por um momento de transição energética, em função do crescente esgotamento e disputas das fontes fósseis, das oscilações de preços dos derivados energéticos dessas fontes e da necessidade cada vez maior do uso de energias menos impactantes ambientalmente e socialmente. Neste contexto, cresce a busca por energias renováveis, sendo o Brasil um país que se destaca mundialmente em termos de potencial e uso destas (EPE, 2022).

Inserida neste contexto de transição energética, a energia proveniente do biogás, objeto da presente pesquisa, apresenta grande potencial no Brasil. Conforme dados do setor brasileiro de biogás. Estima-se que o país possua um potencial teórico de produção de cerca de 84,6 bilhões de Nm<sup>3</sup> de biogás por ano, sendo destes 10,8 bilhões de Nm<sup>3</sup> exploráveis no curto prazo (MCTI, 2020). Em 2021, o Brasil tinha 755 plantas de biogás em operação, gerando anualmente 2,3 bilhões de Nm<sup>3</sup> de biogás (CIBIOGÁS, 2022), havendo sinalizações de que o setor continue em uma tendência de crescimento pelos próximos anos.

O aquecimento global verificado nas últimas décadas e suas consequências trágicas são a principal motivação para a busca de soluções que possam reduzir a emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE), dentre eles o metano. O gás metano se constitui atualmente como o segundo maior contribuinte para o aquecimento global, depois do CO<sub>2</sub>. Por essa razão recebeu muita atenção na Conferência Mundial do Clima em Glasgow na Escócia - COP26. Embora a concentração de metano na atmosfera seja de apenas duas partes por milhão (PPM) em comparação com o CO<sub>2</sub> (412 PPM), o fato agravante é que ele tem capacidade de reter calor



84 vezes mais do que o CO<sub>2</sub> (COP26, 2022), tornando-se um incômodo vilão no que diz respeito ao aquecimento global. Esta foi a primeira vez que um evento foi dedicado ao metano como 'compromisso global de metano', para reduzir as emissões em 30% dos níveis de 2020 até 2030. A promessa foi assinada por 105 nações, mas os três principais países emissores de metano (China, Índia e Rússia), que são responsáveis por cerca de 35% do metano na atmosfera, não o assinaram (COP26, 2022).

No Brasil, nas décadas de 1970 e 1980, estimulou-se a implantação de biodigestores no meio rural, porém, por diversas razões, os resultados não foram muito animadores e muitas experiências não continuaram (BLEY JR. *et al.*, 2009). Com exceção de algumas iniciativas mantidas com muito esforço por seus idealizadores e proprietários, nos anos seguintes pouco se fez em termos de implantação de biodigestores e de aproveitamento do biogás. Entretanto, com novas tecnologias de aproveitamento disponíveis no mercado, com o aumento da criação de animais confinados (sistema integrado) e a implementação de grandes plantas agroindustriais cresce a necessidade de tratar corretamente os efluentes, fazendo com que o tema do biogás volte a ser discutido no Brasil a partir dos anos 2000, acompanhado de uma perspectiva alvissareira: a possibilidade de transformar efluentes em energia elétrica, térmica e veicular, tanto para o consumo das unidades geradoras quanto para a comercialização de excedentes.

Nessa linha, Bley Jr. *et al.* (2009) analisam os potenciais energéticos no Brasil a partir do que chamam de 'agroenergia da biomassa residual', formada principalmente por dejetos animais, esgoto residencial e resíduos orgânicos agropecuários e agroindustriais. Analisando especificamente as possibilidades do aproveitamento energético de dejetos suínos, visualiza-se, preliminarmente, um potencial maior em criatórios baseado em sistemas integrados de produção, a exemplo da UPL alvo deste estudo, onde há uma maior concentração de animais e, conseqüentemente, maior geração de dejetos, aspectos que podem favorecer a viabilidade de projetos de aproveitamento energético a partir desse tipo de efluente.

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo consiste em analisar o aproveitamento energético de biogás em Unidade Produtora de Leitões (UPL), tendo como caso de estudo a Ganja Kist e Froelich, localizado na região Fronteira Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. A granja vem se constituindo como modelo a partir da implantação de



uma Usina de Biogás em 2019 e foi uma das oito plantas de biogás do sul do país selecionadas pelo Projeto GEF Biogás Brasil<sup>1</sup> para receber investimentos incrementais e servir como Unidade de Demonstração de tecnologias e arranjos técnicos que possam ser replicados em todo o território nacional (UNIJUÍ, 2021).

## **2 METODOLOGIA**

O caminho metodológico do presente estudo caracteriza-se quanto ao alcance como sendo uma pesquisa descritiva, com enfoque de natureza qualitativa. Sampieri, Collado e Lucio (2013) destacam o alcance descritivo como aquele utilizado para descrever situações e contextos especificando características. Já o enfoque qualitativo, segundo os mesmos autores, permite o aprofundamento de perguntas de pesquisa que irão subsidiar o processo de interpretação.

Como estratégia de pesquisa, foi utilizado o estudo de caso, tendo por objeto a Granja Kist e Froelich, localizada no município de Santa Rosa, região Fronteira Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, que é uma Unidade Produtora de Leitões (UPL), vinculada ao sistema integrado de suinocultura, onde utiliza-se o biodigestor, com aproveitamento energético dos dejetos e saneamento ambiental. O estudo de caso, na perspectiva de Yin (2001) consiste em uma investigação empírica sobre um fenômeno inserido dentro de determinado contexto, especialmente quando carece de aprofundamento.

Para tanto, utilizou-se um roteiro de perguntas aplicado durante entrevista semiestruturada com os sócios proprietários da Granja objeto deste estudo. A entrevista semiestruturada tem por base o roteiro de perguntas previamente elaboradas, mas que se soma a liberdade de outras interrogações momentâneas pertinentes para obtenção de maiores informações e detalhamentos sobre a questão estudada (SAMPIERI, COLLADO E LUCIO, 2013).

Realizadas as etapas descritas anteriormente, e que ocorreram durante o mês de junho de 2022, procedeu-se com a análise e interpretação dos resultados, que passam a ser descritos no tópico a seguir.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

---

<sup>1</sup> “O projeto GEF Biogás Brasil é financiado pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), implementado pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Unido) e executado pelo Centro Internacional de Energias Renováveis (CIBiogás)” (UNIJUÍ, 2021).



A granja Kist e Froelich, localizada no município de Santa Rosa, região Fronteira Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, é uma Unidade Produtora de Leitões (UPL), vinculada ao sistema integrado de suinocultura. Além dos proprietários, trabalham como funcionários na granja cerca de 25 pessoas. Situada em uma área de 18 hectares, a granja é equipada, entre outros, de residências, energia elétrica, poço artesiano, silos, fábrica de ração, sistema de tratamento de efluentes e de um conjunto de pavilhões voltados à criação de leitões. Ao atingirem, em média, 23 kg de peso vivo, os leitões são entregues à integradora, a qual repassa às suas Unidades de Crescimento e Terminação (UCT).

Quando adquirida em 2011, a granja possuía passivos ambientais. Os novos proprietários buscam formas de sanear os através de um adequado sistema de tratamento sanitário dos efluentes. Optou-se pelo uso de biodigestor, com aproveitamento energético dos dejetos e saneamento ambiental. Em 2018, acessaram um financiamento bancário para viabilizar a instalação do referido sistema. Implementado, em meados de 2019, a unidade começa transformar os dejetos suínos em biogás e este em energia elétrica. A energia, inicialmente isolada da rede elétrica, é usada para algumas necessidades da granja. Este é considerado o primeiro ciclo de investimentos da unidade em saneamento ambiental e aproveitamento energético do biogás.

Sempre atenta e receptiva às novas tecnologias relacionadas ao setor, a granja inicia um segundo ciclo de experiências e inovações a partir de meados de 2021, momento também em que sua planta de biogás é selecionada pelo Projeto GEF Biogás Brasil<sup>2</sup> para servir de Unidade Demonstrativa (UD) com vistas à disseminação da tecnologia. A partir de março de 2022, de forma pioneira na região, a granja conecta sua geração de energia elétrica oriunda de biogás à rede distribuidora - RGE Sul Distribuidora de Energia S.A. A energia gerada pela granja, de acordo com a legislação brasileira vigente, enquadra-se como micro e minigeração na modalidade de Geração Distribuída (GD)<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> A granja Kist e Froelich foi selecionada junto com outras oito plantas de biogás da região sul do Brasil que utilizam resíduos orgânicos oriundos de atividades agropecuárias ou agroindustriais (UNIJUÍ, 2021). No Brasil, o referido projeto é liderado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), financiado pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), implementado pela ONU para o Desenvolvimento Industrial (Unido), tendo como um dos principais executores o Centro Internacional de Energias Renováveis - Biogás (CIBiogás) (UNIJUÍ, 2021). Dentre outros objetivos, o projeto visa tornar as UD's selecionadas mais conhecidas, divulgando-as como *cases* de sucesso para que sirvam de inspiração às iniciativas semelhantes país a fora (UNIJUÍ, 2021).

<sup>3</sup> No Brasil, a GD ocorre por meio da microgeração (até 75 kW) e minigeração (de 75 kW até 5 MW) de energia elétrica. Em geral, esse tipo de energia é produzida pelos próprios consumidores, a partir de fontes renováveis



Atualmente, a granja possui dois biodigestores, ambos funcionando em sistema contínuo. Um, é Biodigestor de Lagoa Coberta (BLC), também conhecido como “modelo canadense”, não dotado de sistema de agitação e aquecimento, considerado de baixo nível tecnológico (AMARAL; STEINMETZ; KUNZ, 2019). O outro biodigestor, é do tipo<sup>4</sup> *Continuous Stirred Tank Reator* (CSTR), considerado de alto nível tecnológico (KUNZ; AMARAL; STEINMETZ, 2016), construído de forma circular, com paredes em alvenaria, revestidas com isopor e manta de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), dotado de sistema de aquecimento com serpentinas na parte interna do reator e com sistema de agitação dos dejetos. Biodigestores com bom sistema de agitação podem acrescentar de 15 a 30% a produtividade de biogás (KARIM *et al.*, 2005 *apud* AMARAL; STEINMETZ; KUNZ, 2019). Assim, com esse sistema de reator com tanque agitado continuamente, a granja tem conseguido produzir uma quantidade estável de biogás e gerar energia elétrica 24 horas por dia.

Essa geração de energia elétrica não intermitente, somado ao fato da maioria das plantas de biogás produzem em escalas menores, em unidades espacialmente descentralizadas e transformando resíduos potencialmente poluidores em energia, faz com que o biogás possa ser considerado uma fonte de energia renovável não convencional e, portanto, bastante sustentável.

Canalizado dos biodigestores, o biogás passa por filtros para a retirada de alguns componentes indesejáveis e abastece o motogerador de energia elétrica, o qual gera em torno de 1.350 kW (quilowatt) por dia. De acordo com o relato dos proprietários, essa quantidade gerada de energia elétrica equivale aproximadamente ao consumo da granja. Alcançar a autossuficiência em energia elétrica é algo sempre muito importante para as unidades produtivas. Como a conexão da geração da granja à rede elétrica da distribuidora é recente (março de 2022), ainda não há dados suficientes para se fazer um balanço entre a energia gerada e a consumida ao longo do ano.

como a hídrica, eólica, solar e biomassa e conectada diretamente à rede distribuidora local. Na modalidade de GD, além da geração de energia elétrica para o autoconsumo, pode-se também gerar excedentes que são acumulados na forma de créditos (Sistema de Compensação de Energia Elétrica - SCEE) junto à distribuidora. Os créditos podem ser usados dentro do prazo de até 60 meses (BRASIL, 2022).

<sup>4</sup> Ao se referirem a este biodigestor, os proprietários da UPL o chamam de “modelo alemão”, destacando que o mesmo possui tecnologia oriunda da Alemanha e que a empresa fornecedora adaptou essa tecnologia à realidade sul-brasileira. Talvez, essa associação deve-se ao fato do CSTR ser o modelo adotado em cerca de 90% das usinas de biogás na Europa (AMARAL; STEINMETZ; KUNZ, 2019) e, destas, cerca de 60% estarem implantadas na Alemanha (EBA, 2015 *apud* NICOLOSO *et al.*, 2019).



A produção do biogás ocorre através da digestão anaeróbia da matéria orgânica, a qual por meio de um complexo processo biológico é convertida em gases, dentre os quais, o metano é o mais importante para fins energéticos, devido seu poder calorífico (KONRAD *et al.*, 2016). O biogás pode ser convertido em energia veicular, térmica e elétrica, com diferentes aplicações. Submetido a um processo de purificação, obtém-se biometano, o qual, é utilizado, entre outros, em caldeiras, geradores e como Gás Natural Veicular (GNV) para abastecer automóveis, ônibus, caminhões e tratores. Transformado em energia térmica, esta pode ser usada, por exemplo, na cocção de alimentos, na secagem de grãos e no aquecimento de água e instalações. O biogás em motogeradores produz energia elétrica, que pode ser usada no abastecimento das próprias unidades geradoras e também injetada na rede elétrica.

Dessas três energias possíveis a partir do biogás, a granja Kist e Froelich, utiliza-se de duas: energia elétrica (como já visto) e energia térmica. A granja possui dezessete pavilhões, sendo oito dotados de sistema de aquecimento de pisos, em sua grande maioria, ligados à energia elétrica. O objetivo do sistema térmico é proporcionar maior conforto aos animais, especialmente no inverno, obtendo como resultado a redução da mortalidade de leitões, uma grande preocupação no período de inverno. Por conta das temperaturas serem mais baixas nos meses de inverno, este é o período do ano que mais se utiliza o sistema de aquecimento e, conseqüentemente, quando tem-se o maior consumo de energia elétrica na granja. Aproveitando o calor do motogerador, aquece-se água que circula em tubulações por baixo do piso de um dos pavilhões. Apesar de adequado e viável, no momento, a quantidade de calor aproveitado do gerador não possibilita ampliar esse sistema térmico para outros pavilhões da granja.

Na suinocultura, a produção de dejetos varia conforme a categoria animal, o sistema de produção e o manejo adotado (MITO *et al.*, 2018). De acordo com a denominação usada na suinocultura integrada, a UPL em estudo, constitui-se de matrizes (ativas, de descartes e de reposição), de leitões em maternidade (até 7 kg) e de leitões em creche (7 a 23 kg). Conforme dados coletados na unidade, estimou-se a produção de dejetos e de biogás e a geração de energia elétrica, conforme Tabela 1. A produção de biogás está relacionada ao tipo e composição do dejetos usado, às suas características físico-químicas, à quantidade disponível e aos métodos e tecnologias empregadas (KARLSSON *et al.*, 2014; AMARAL; STEINMETZ; KUNZ, 2019).



Tabela 1: Estimativa da produção de dejetos e de biogás e a geração de energia elétrica na UPL<sup>5</sup>.

<b>Categoria</b>	<b>Suínos (nº cabeças)</b>	<b>Produção de dejetos (m<sup>3</sup>/dia)</b>	<b>Produção de biogás (Nm<sup>3</sup>/dia)</b>	<b>Geração de energia elétrica (kWh/dia)</b>
Matrizes	2.100	100	1.000	1.350
Leitões em maternidade	4.000			
Leitões em creche	7.000			

Fonte: Elaboração dos autores a partir de dados da pesquisa (2022).

A granja possui cinco lagoas de estabilização e tratamento, dispostas em sequência, com fundo e laterais revestidas com PEAD, pelas quais passa o efluente (digestato) resultante dos biodigestores. Na superfície das lagoas, dispõem-se de aguapés (*Eichhornia crassipes*), planta que em sistema de tratamento natural de efluentes é capaz de remover poluentes pesados da água, entre outras utilidades (JOHN, 2017). A granja pretende aperfeiçoar esse processo de “filragem” com aguapés, visando obter água limpa, em condições de ser reutilizada na limpeza dos pavilhões da granja.

Outro projeto em curso na unidade é a separação e aproveitamento da parte sólida do digestato (material orgânico resultante no final do processo de digestão anaeróbia dos dejetos) para a produção de adubo orgânico, podendo, a depender da configuração e viabilidade do projeto, este resultar em mais um produto comercializável da granja.

Os ganhos ambientais do projeto podem ser verificados em diversos aspectos. Além de reduzir consideravelmente a emissão de gases, sobretudo o metano na Usina de Biogás, com o tratamento da água implementado, evita-se que esta venha a poluir o rio que passa ao lado da propriedade, bem como, permite sua reutilização na limpeza dos pavilhões, reduzindo desta forma a captação de água do poço artesiano. Observa-se aqui um exemplo prático de economia circular em diversos aspectos. A economia circular, segundo Leitão (2015), inclui-se em um quadro de desenvolvimento sustentável baseado no princípio de “fechar o ciclo de vida” dos produtos, permitindo a redução no consumo de matérias-primas, energia e água.

<sup>5</sup> As estimativas de produção de dejetos, de biogás e de geração de energia elétrica presentes na Tabela 1 baseiam-se exclusivamente em informações fornecidas pelos sócios proprietários da UPL no momento da pesquisa de campo. Portanto, não explicita-se na referida tabela os mecanismos de conversão de dejetos para biogás e deste para a geração de energia elétrica.





Além de reutilizar água, o projeto da granja é reutilizar a parte sólida da biomassa (digestato) para produção de adubo orgânico utilizado na produção de grãos, que compõem a base da alimentação dos suínos, (diminuindo a dependência de adubos químicos, em sua maioria importados) e produz sua própria energia para mover a estrutura da fábrica de rações e demais necessidades da propriedade.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao realizar um estudo de caso, uma pergunta se impõe quase que ao natural: o projeto é economicamente viável? Sobre esse aspecto, embora o artigo não abordasse de forma mais abrangente a viabilidade econômica, desafio que ainda está no horizonte dos autores, uma vez que neste momento, as informações coletadas são insuficientes, porém, os proprietários apresentaram cálculos de retorno dos investimentos que comprovam viabilidade somente com a energia elétrica economizada no período estimado de 36 meses.

O aproveitamento energético do biogás apresenta-se como oportunidade em duas direções: uma delas é a econômica com a fixação de renda na região a partir da redução de consumo de energia advinda de hidroelétricas e distribuidoras que não se localizam na região e cujas empresas têm o controle acionário fora do território; outra direção é ambiental, com a possibilidade de contribuir de forma significativa na redução da emissão de gases do efeito estufa, reutilização da água e produção de adubo orgânico.

Um elemento importante a destacar, é que com a implantação da Usina de Biogás e sua conversão em energia elétrica, a propriedade alvo deste estudo está a caminho da autossuficiência energética, oportunizando mais independência, pois, além de reduzir os custos de produção, evita riscos de desabastecimento, aos quais a rede distribuidora sempre está exposta, por diferentes motivos. Como a propriedade depende muito de energia elétrica, uma vez que, produz sua própria ração e depende de aquecimento aos animais em período de inverno, o desabastecimento por períodos mais longos poderia resultar em prejuízos.

Ao realizar o estudo, percebe-se que a viabilidade econômica varia de acordo com o número de animais da propriedade, bem como, da idade dos mesmos, considerando que no caso em questão, os leitões produzem menos dejetos do que um animal em fase adulta. Portanto, visualiza-se que a viabilidade aumenta na proporção em que aumenta a quantidade de animais, especialmente em fase adulta. Neste sentido, é possível projetar que a viabilidade



econômica também pode ocorrer em propriedades com plantéis menores, que geralmente atuam na etapa final, que é a engorda (terminação), quando a proporção de dejetos/animais aumenta.

Portanto, além de ganhos econômicos com o aproveitamento energético dos dejetos da UPL, na granja Kist e Froelich constata-se também ganhos socioambientais, tais como redução de odor e eliminação de animais vetores de doenças e enfermidades, aumentando dessa forma o bem-estar dos trabalhadores. Ao minimizar um dos maiores custos fixos, que é a energia elétrica, diminui também a pressão sobre o fluxo de caixa da granja, facilitando a gestão e diminuindo o risco de precisar recorrer a financiamento externo para honrar compromissos.

As limitações do estudo residem principalmente no fato da experiência ser recente e estar em estágio de implementação, com etapas ainda por serem realizadas. Para uma avaliação mais completa, aconselha-se novos estudos e um acompanhamento que os autores se propõe a fazer e que deverão ser apresentados futuramente em novas publicações.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, A. C. do; STEINMETZ, R. L. R.; KUNZ, A. Os biodigestores. In: KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R; AMARAL, A. C. do (Editores Técnicos). **Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato**. Concórdia (SC): Sbera; Embrapa Suínos e Aves, p. 41-68, 2019.

BLEY JR., C. *et al.* **Agroenergia da biomassa residual**: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais. Maurício Galinkin, editor. 2.ed.rev. Foz do Iguaçu/Brasília: Itaipu Binacional/FAO: TechnoPolitik Editora, 2009.

BRASIL. Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022. Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS); altera as Leis nºs 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF. Seção 1, p.4-6, 7 jan. 2022.

CIBIOGÁS. Centro Internacional de Energias Renováveis - Biogás. **Panorama do Biogás no Brasil 2021**. Relatório Técnico nº 001/2022. Foz do Iguaçu (PR): CIBiogás, 2022.

COP26. **The Glasgow Climate Pact**. United Nations.2022. Disponível em: <<https://ukcop26.org/wp-content/uploads/2022/05/PORT-COP26->>. Acesso em 23 de jul. de 2022.



EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Balço Energético Nacional: Relatório Síntese 2022** - Ano base 2021. Rio de Janeiro: EPE, 2022.

JOHN, L. Aguapé remove poluentes pesados da água e ainda tem múltiplas utilidades.

**Conexão Planeta**. 26 de janeiro de 2017 Disponível em:

<<https://conexaoplaneta.com.br/blog/aguape-remove-poluente-pesados-da-agua-e-ainda-tem-multiplas-utilidades/>>. Acesso em: 12 jul. 2022.

KARLSSON, T. *et al.* **Manual básico de biogás**. 1.ed. Lajeado (RS): Univates, 2014.

KONRAD, O. *et al.* **Atlas das biomassas do Rio Grande do Sul para produção de biogás e biometano**. 1.ed. Lajeado (RS): Univates, 2016.

KUNZ, A.; AMARAL, A. C. do; STEINMETZ, R. L. R. **Padronização de uso das unidades de medida em processos de produção de biogás**. Comunicado Técnico, 537. Concórdia (SC): Embrapa Suínos e Aves, 2016.

LEITÃO, A.. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. **Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting**. ISSN 2183-3826. Vol. 1, N.º 2, p. 150-171, 2015.

MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Panorama e potencial de crescimento da produção de biogás e biometano no Sul do Brasil**: Nota técnica. Projeto Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira: GEF Biogás Brasil. Brasília (DF): MCTI, 2020.

MITO, J. Y. L. *et al.* **Metodologia para estimar o potencial de biogás e biometano a partir de plantéis suínos e bovinos no Brasil**. Concórdia (SC): Embrapa Suínos e Aves, 2018.

NICOLOSO, R. da. S. *et al.* Uso do digestato como fertilizante. In: KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R.; AMARAL, A. C. do (Editores Técnicos). **Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato**. Concórdia (SC): Sbera; Embrapa Suínos e Aves, p. 94-128, 2019.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. D. P. B.. **Metodologia de Pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

UNIJUI. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Planta de biogás apoiada pelo Programa Inova RS é selecionada em chamada do Projeto GEF Biogás Brasil. **Portal de Notícias UNIJUI**. Ijuí, 2021. Disponível em: <[www.unijui.edu.br/comunica/institucional/35689-planta-de-biogas-apoiada-pelo-programa-i-nova-rs-e-selecionada-em-chamada-do-projeto-gef-biogas-brasil](http://www.unijui.edu.br/comunica/institucional/35689-planta-de-biogas-apoiada-pelo-programa-i-nova-rs-e-selecionada-em-chamada-do-projeto-gef-biogas-brasil)>. Acesso em 23 de jul.2022.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamentos e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.