

PRODUÇÃO DE BIOGÁS NO COREDE NORTE/RS: LEGISLAÇÕES, PRODUTORES E IMPACTO SOCIOAMBIENTAL

Rúbia Carla Passaglia¹, Talissa Truccolo Reato², Danira Letícia Padilha³,
Darlan Christiano Kroth⁴, Valdecir José Zonin⁵

Resumo: Considerando a crescente demanda energética, a dependência do Brasil por energia hídrica e a busca pelo desenvolvimento sustentável, este artigo buscou apresentar os benefícios da geração de energia a partir do biogás e a relevância deste setor para o saneamento rural e para o produtor rural. A pesquisa foi desenvolvida na região do COREDE Norte-RS e teve como objetivos identificar o número de biodigestores em propriedades rurais e o impacto socioambiental desses projetos, além de descrever as políticas públicas do Estado (RS) e dos municípios da região, para o setor do biogás. Para isso, foram aplicados questionários à Emater e aos produtores rurais e realizadas pesquisas bibliográficas. Com isso, foi possível identificar 7 produtores com biodigestores, sendo que 6 participaram desta pesquisa. Além disso, detectou-se duas políticas públicas a nível do Estado e nenhuma a nível municipal. Constatou-se que todos os produtores estavam satisfeitos com as suas plantas de

- 1 Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, campus de Erechim, com atuação na área de políticas públicas para o setor do biogás. Também atua com elaboração de projetos, estudos de viabilidade e modelos de negócio de geração de energia renovável através do biogás e gerenciamento/monitoramento de plantas de biogás; licenciamento ambiental; projetos de saneamento (água e esgoto); e plano de gerenciamento de resíduos sólidos.
- 2 Pós-Doutoranda PDPG-POSDOC/CAPES no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGCTA) da Universidade Federal da Fronteira Sul (2023-). Doutora em Direito pelo Programa de Pós-Graduação em Direito (PPGDir) da Universidade de Caxias do Sul (2019/2021). Professora do Curso de Direito e do Programa de Pós-Graduação (Mestrado e Doutorado) em Direito da Universidade de Caxias do Sul (2023-atual).
- 3 Doutorado em Ecologia e Evolução pela Universidade Federal de Goiás (2017). Tem interesse em uso sustentável dos recursos naturais, serviços ecossistêmicos, uso de sistemas de informações geográficas e modelagem de espécies, invasão por espécies exóticas, restauração ecológica e direitos das crianças e adolescentes no ambiente escolar.
- 4 Doutor em Desenvolvimento Econômico pela Universidade Federal do Paraná (2017). Atualmente, é professor adjunto da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) - campus Chapecó-SC (desde 2010), atuando principalmente no curso de Administração e no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (campus Erechim-RS). Desenvolve pesquisa nas áreas de políticas públicas, economia da saúde e desenvolvimento regional.
- 5 Doutor em Agronegócios pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (bolsa CAPES) (2013). Atualmente, é Professor Adjunto na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), atuando no Curso de Agronomia, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental/mestrado, ministrando disciplinas e orientações/Campus de Erechim/RS e atuação no PPG em Desenvolvimento Rural Sustentável - PPGDRS/UNIOESTE/PR, com disciplina e orientações em nível de mestrado e doutorado.

-- ARTIGO RECEBIDO EM 21/02/2024. ACEITO EM 23/10/2024. --

biodigestores e relataram benefícios com a utilização do biofertilizante. Por fim, conclui-se que a região carece de projetos de geração de energia a partir do biogás; que as duas legislações específicas para o setor do biogás encontradas a nível de Estado são incipientes e insuficientes para tornar o biogás competitivo frente às energias não renováveis e renováveis, já consolidadas; e que a baixa existência de biodigestores interfere diretamente e negativamente na questão do saneamento rural e no desenvolvimento rural sustentável da região do COREDE Norte-RS.

Palavras-chave: Desenvolvimento Rural Sustentável; Biodigestores; Energia Renovável.

BIOGAS PRODUCTION IN COREDE NORTE/RS: LEGISLATIONS, PRODUCERS AND SOCIO-ENVIRONMENTAL IMPACT

Abstract: Considering the growing energy demand, Brazil's dependence on hydric energy and the search for sustainable development, this article sought to present the benefits of energy generation from biogas and the relevance of this sector for rural sanitation and for the rural producer. The research was developed in the region of COREDE Norte-RS and aimed to identify the number of biodigesters in rural properties and the socio-environmental impact of these projects, in addition to describing the public policies of the State (RS) and municipalities in the region, for the sector. of biogas. For this, questionnaires were applied to Emater and rural producers and bibliographic research was carried out. With this, it was possible to identify 7 producers with biodigesters, 6 of which participated in this research. In addition, two public policies were detected at the State level and none at the municipal level. It was found that all producers were satisfied with their biodigester plants and reported benefits from the use of biofertilizer. Finally, it is concluded that the region lacks energy generation projects from biogas; that the two specific legislations for the biogas sector found at the State level are incipient and insufficient to make biogas competitive against non-renewable and renewable energies, which are already consolidated; and that the low existence of biodigesters interferes directly and negatively in the issue of rural sanitation and sustainable rural development in the region of COREDE Norte-RS.

Keywords: Sustainable Rural Development; Biodigesters; Renewable energy.

1 INTRODUÇÃO

Recentemente tem-se presenciado mudanças consideráveis no ambiente, causadas pela ação do homem, denominadas antropogênicas. Após a Revolução Industrial, essas mudanças se tornaram preocupantes devido ao aumento populacional e o uso predatório dos recursos naturais, notadamente os recursos energéticos (Goldemberg; Lucon, 2012).

Surge, então, um grande desafio global de combate à mudança climática, o qual está levando à adoção crescente de fontes de energia renovável, em substituição aos combustíveis fósseis. Além dos problemas ambientais, o predomínio dos combustíveis fósseis enfrenta, cada vez mais, obstáculos como a volatilidade de preços e a tendência, a médio e longo prazos, de diminuição na oferta.

No âmbito do planejamento energético do Brasil, fala-se cada vez mais em eficiência energética no consumo, em melhoria da eficiência das usinas termelétricas e, principalmente, em diversificação e inserção de fontes alternativas na matriz energética brasileira (Mariani, 2018).

Nesse sentido, o aproveitamento da biomassa para a geração de energia no meio rural através da obtenção do biogás é uma alternativa que vem se mostrando muito promissora (Soares *et al.*, 2018).

Pensando na viabilização do desenvolvimento sustentável, a utilização de biodigestores deve ser considerada como uma peça relevante, visto que a produção de biogás pode fornecer energia elétrica e/ou térmica, fornece um saneamento rural, produz o biofertilizante e contribui para a diminuição do efeito estufa (Malanconi; Cabral, 2012).

Apesar disso, e dos sinais de crescimento do setor nos últimos anos, ainda há barreiras, de diferentes naturezas, à expansão do uso biogás no Brasil, como regulatórias, econômicas, financeiras, políticas, as quais podem ser somadas à falta de conhecimento e informação (Mariani, 2018).

Neste sentido, este trabalho tem como objetivos identificar o número de biodigestores em propriedades rurais na região do COREDE Norte/RS e o impacto socioambiental desses projetos, além de descrever as políticas públicas do Estado (RS) e dos municípios da região, para este setor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O efeito estufa é um fenômeno natural importante que ocorre no planeta Terra e possibilita a manutenção da temperatura global num ponto de equilíbrio para garantir a vida terrestre. Contudo, existem fortes evidências científicas que demonstram que o aumento da concentração de gases do efeito estufa (GEE), na atmosfera, resulta da atividade humana, nomeadamente, da alteração da utilização do solo, do desflorestamento, dos incêndios, da exploração intensiva dos recursos naturais e, também, das emissões de gases da combustão de substâncias de origem fóssil (Oliveira, 2015).

Os GEE são aqueles que têm a capacidade de reter a radiação infravermelha (calor) emitida pela Terra, aumentando a temperatura na superfície terrestre e do mar, como o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O) o hexafluoreto de enxofre (SF_6) e as famílias dos perfluorcarbonos que são compostos completamente fluorados como perfluormetano (CF_4) e perfluoretano C_2F_6 e dos hidrofluorcarbonos (HFCs) (Ferrarez *et al.*, 2010).

Com o aumento dos GEE, há a formação de uma camada de poluentes, que funcionam como um isolante térmico, retendo a temperatura e, conseqüentemente, intensificando o efeito estufa, e provocando o aquecimento global no planeta, impulsionando as mudanças climáticas e os seus efeitos (Goldemberg; Lucon, 2012).

De acordo com o SEEG (2019), o Brasil é o 7º maior emissor de GEE no mundo e em 2018 emitiu 1,939 bilhão de toneladas brutas de gases de efeito estufa, medidas em gás carbônico equivalente (CO_2e), um valor apenas 0,3% maior do que em 2017, que traz a emissão de GEE, setorializada, a partir de 1990. Desse total, 44% (845 Mt CO_2e) vieram das mudanças de uso da terra, sobretudo do desmatamento na Amazônia e no Cerrado. Em segundo lugar ficou a agropecuária, com 25% das emissões (492 Mt CO_2e), seguida pelo setor de energia, que inclui todas as atividades que usam combustíveis fósseis, com 23% (408 Mt CO_2e), sendo que esta última apresentou uma redução de 5% em relação ao ano de 2017 (SEEG, 2019).

O Relatório Especial do IPCC (2019) destaca que o aquecimento global tem causado um encolhimento da criosfera⁶, com perda de gelo em mantos e geleiras, diminuição da neve e do gelo marinho no Ártico, além de aumento do nível do mar e intensificação de ciclones e ondas extremas. Essas mudanças afetam atividades sazonais, distribuição de espécies e funcionamento dos ecossistemas.

Para enfrentar o aquecimento global, foi adotada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) (Linard e Aquino, 2016). As negociações começaram em 1988, com a Conferência do Rio em 1992 e a criação da Conferência das Partes (COP) em 1994. As primeiras COPs ocorreram em Berlim, Genebra e Quioto, onde foi estabelecido o Protocolo de Quioto, que exigia que países industrializados reduzissem suas emissões de gases de efeito estufa em 5% abaixo dos níveis de 1990 entre 2008 e 2012 (Mello-Théry; Cavicchioli; Dubreuil, 2013).

Para estimular essa redução da emissão de GEE, foi criado o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) com o objetivo de mitigar, remediar e reduzir os efeitos das mudanças climáticas, permitindo que os países desenvolvidos, ao não atingirem suas metas de redução de emissões, passem a comprar Certificados de Emissões Reduzidas (CER) de projetos de outros países ou créditos de carbono, que correspondem a uma tonelada de dióxido de carbono e constituem títulos que podem ser transacionados em bolsas de valores, leilões e entre países no mercado de carbono (Linard; Aquino, 2016).

Conforme Batilani (2019), o gás metano é 21 vezes mais prejudicial para o efeito estufa que o dióxido de carbono. Portanto, cada tonelada de metano emitido para a atmosfera equivale ao lançamento de 21 toneladas de gás carbônico, ou seja, com a utilização do biogás haverá um potencial estufa 21 vezes menor (Felipetto, 2007).

Assim o aproveitamento energético do biogás pode atuar como uma alternativa sustentável para a disposição final de gases residuais, visto que o Brasil apresentou suas futuras ações frente à 21ª Conferência das Partes (COP-21) da UNFCCC, na qual sujeita a redução de 37% das emissões de GEE até 2025 e 43% até 2030 – ambas com base nos índices registrados em 2005 (Bianek *et al.*, 2018).

O Brasil foi pioneiro no desenvolvimento de um projeto de MDL, e de 2004 até setembro de 2019, o país possuía 343 projetos registrados na UNFCCC, representando 5% do total mundial de 7.808 projetos, sendo o terceiro país com mais projetos registrados, atrás da China com 3.764 (48%) e da Índia com 1.669 (21%) (Fernandes e Leite, 2021). Estes projetos que estavam registrados até setembro de 2019, estão classificados em projetos de energia hidrelétrica, com 95 projetos (27,7%); em projetos de prevenção de metano ou biogás, com 65 (19%), sendo relevantes as atividades com suinocultura e tratamento de águas residuais; projetos de energia eólica, com 57 (16,6%); gás de aterro sanitário, com 53 (15,5%); e energia de biomassa com 48 projetos (14%) (Fernandes; Leite, 2021).

6 A criosfera é definida neste relatório como os componentes do sistema terrestre, na superfície e abaixo da terra e do oceano, que estão congelados, incluindo coberturas de neve, geleiras, mantos e capas de gelo, *icebergs*, gelo marinho, lagos congelados, gelo de rio, *permafrost* e solo congelado sazonalmente.

De acordo com Silva (2021), o consumismo, resultado da explosão populacional do século XX e da adoção do desenvolvimentismo adotado como progresso, é o principal agente de degradação ambiental e aceleração da mudança climática. As graves mudanças climáticas ocasionadas pelo efeito estufa, se traduzem em elevação global da temperatura do planeta, aumento do nível dos mares, derretimento das geleiras e perda da biodiversidade dos ecossistemas (Linard; Aquino, 2016).

Em 2015, os países tiveram a oportunidade de adotar a nova agenda de desenvolvimento sustentável e chegar a um acordo global sobre a mudança climática. As ações tomadas em 2015 resultaram nos novos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que se baseiam nos oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), e que tem como meta a implantação até 2030. Desses 17 ODS, podemos observar que os projetos de biogás para geração de energia, estão direta ou indiretamente envolvidos com ao menos 12 objetivos (1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15 e 17).

De acordo com Bragança (2017), o aumento global de investimentos na área de energia sustentável é fundamental para a mitigação de problemas associados às mudanças climáticas e se constitui numa grande oportunidade de desenvolvimento econômico e tecnológico, além da diversificação da matriz energética para muitos países. Ademais, a garantia de um crescimento econômico sustentável requer a oferta permanente de energia, insumo fundamental para os processos industriais, bem como melhor nível de bem-estar social da população (Paixão; Miranda, 2018)

Para tal, é necessária a integração de atores ligados ao setor energético com demais setores que impactam na economia nacional, além da necessidade de conhecimentos técnicos, de gestão e, principalmente, de políticas públicas adequadas, para atender a essa demanda energética (Santos, 2018). Levando em consideração que mais da metade da energia gerada no Brasil provém de hidrelétricas, para Santos (2019), também é essencial analisar a dependência brasileira com relação a essa fonte de energia, visto que nos últimos anos, o país, tem passado por uma crise energética em decorrência da alteração do regime de chuvas e da estiagem.

De forma geral, o biogás consiste em 50-75% de metano (CH_4) e 25-50% de dióxido de carbono (CO_2), além de traços de outros elementos como vapor de água (H_2O), sulfeto de hidrogênio (H_2S) e amônia (NH_3) (Edwiges, 2017), podendo ser considerado uma fonte de energia renovável, visto que possui um alto poder calorífico.

Um dos fatores que coloca que o biogás em vantagem, é o fato de poder ser gerado de forma contínua, diferente de outras fontes renováveis, como a solar ou eólica, pois é possível estocá-lo a custos baixos, seja na forma de matéria-prima ou como gás comprimido, podendo, inclusive, atuar como mecanismo regulador da intermitência dessas outras fontes (Milanez *et al.*, 2018).

O seu aproveitamento energético, está amparado na Resolução da Aneel nº 482/2012 criou o Sistema de Compensação de Energia (*net metering*) onde o consumidor pode gerar sua própria energia a partir de fontes renováveis e fornecer o excedente para a rede de sua concessionária. A Resolução 687/2015, que altera a anterior, passou a permitir que um grupo de consumidores de uma determinada área de concessão reúnam-se em consórcio ou

cooperativas para repartir os créditos de energia entre os associados para redução de suas faturas de energia elétrica, denominada geração compartilhada.

3 METODOLOGIA

Na busca pela promoção do desenvolvimento rural sustentável da Região do Alto Uruguai e a inserção desta região aos ODS's, a presente pesquisa analisou as políticas públicas de fomento para a produção de biogás, a nível estadual e municipal, além da percepção de agricultores familiares da região (com experiência na produção de biogás), bem como de entidade de assistência técnica e extensão rural (Emater), sobre os impactos socioambientais advindos com a implantação dos biodigestores.

De acordo com o perfil socioeconômico do Estado do Rio Grande do Sul, a região em que a pesquisa foi desenvolvida é denominada Conselho Regional de Desenvolvimento Norte – COREDE Norte, o qual é composto por 32 municípios: Erval Grande, Itatiba do Sul, Aratiba, Barra do Rio Azul, Entre Rios do Sul, Benjamin Constant do Sul, São Valentim, Cruzaltense, Campinas do Sul, Jacutinga, Ponte Preta, São Valentim, Paulo Bento, Quatro Irmãos, Ipiranga do Sul, Erebangó, Estação, Sertão, Getúlio Vargas, Charrua, Floriano Peixoto, Centenário, Áurea, Carlos Gomes, Barão de Cotegipe, Erechim, Gaurama, Viadutos, Três Arroios, Marcelino Ramos, Severiano de Almeida e Mariano Moro.

A pesquisa foi feita através de consulta em dados bibliográficos (nesta pesquisa secundários), como obras científicas de referências sobre o tema da pesquisa, artigos científicos pesquisados em plataformas virtuais como Google Scholar, Scopus, Web of Science, ResearchGate, entre outras, as quais compõem o referencial teórico e a discussão de parte dos resultados, e através de dados primários obtidos por meio da aplicação de questionário aos atores envolvidos.

Para tanto, foi utilizada entrevista do tipo semiestruturada focada no entendimento do âmbito de compreensão e uso do biogás por parte dos produtores rurais e na dimensão da quantidade de biodigestores em operação de acordo com a Emater, onde o entrevistador segue um roteiro previamente estabelecido. Assim, construiu-se questionários específicos para serem utilizados nas entrevistas, que foram desenvolvidas com as unidades municipais da Emater da região e os produtores rurais que tem experiências em biodigestores nas suas propriedades. Estes questionários foram devidamente aprovados, pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal da Fronteira Sul, conforme parecer nº 5.135.882.

O questionário aplicado à Emater, foi encaminhado por e-mail, através de um link, para todas as unidades municipais, sendo que das 32 unidades, 11 responderam o questionário, correspondendo a 34,38% da amostra. As unidades que responderam foram: Campinas do Sul, Carlos Gomes, Cruzaltense, Entre Rios do Sul, Erebangó, Estação, Ipiranga do Sul, Marcelino Ramos, Ponte Preta, Severiano de Almeida e Viadutos.

Já o questionário dos agricultores foi aplicado pessoalmente, com agendamento prévio na sua respectiva propriedade, com exceção do agricultor do município de Charrua, que preferiu que encaminhasse o questionário por e-mail para respondê-lo. No município de Itatiba do Sul, há um produtor com biodigestor instalado, mas que preferiu não participar da pesquisa; por razões próprias. Sendo assim, os municípios em que se encontram esses

produtores que tem biodigestores instalados são: Barão de Cotegipe, Campinas do Sul (2), Charrua, Gaurama, Jacutinga e Itatiba do Sul.

Desta forma a amostra contou com a participação efetiva de 6 produtores rurais proprietários de biodigestores, sendo que estão todos em operação. Ainda, os questionários contaram com perguntas abertas e fechadas, as quais permitem obter-se uma abordagem qualitativa e quantitativa ao mesmo tempo, facilitando, desta forma a exposição e compreensão dos fenômenos estudados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa serão apresentados em três tópicos, sendo o primeiro referente a pesquisa das políticas públicas a nível estadual e em âmbito dos municípios pesquisados; o segundo tópico apresenta a análise e interpretação das respostas do questionário aplicado às unidades municipais da Emater; e o último tópico traz a análise e interpretação das respostas do questionário aplicado aos produtores que tem biodigestores.

Segundo Hahn e Jentsch (2012), os tipos de mecanismos de incentivo comumente utilizados para a produção de energia elétrica com biogás podem ser classificados em regulatórios e voluntários, subdivididos em incentivos direcionados ao investimentos e incentivos direcionados à geração; os incentivos ainda podem ser categorizados entre instrumentos de política diretos, que incentivam a implantação de novas plantas de biogás em curto prazo; e em indiretos, que focam em melhorar as condições de implantação a longo prazo.

Investigou-se, no Estado do Rio Grande do Sul, a existência da Lei nº 15.377 criada em 28 de novembro de 2019, que institui a Política Estadual de Biogás e Biometano, que altera a Lei nº 14.864/2016. Verificou-se que a Lei nº 14.864/2016, previa apenas o termo biometano na sua redação e, com a sua alteração, foi incluído o termo biogás, visando incentivar também o desenvolvimento da sua cadeia produtiva.

Averiguou-se também, que recentemente, foi publicado o Decreto nº 56.348, de 26 de janeiro de 2022, que institui o Programa de Incentivo à Geração e Utilização de Biogás para Geração de Energia Elétrica – Biogás-RS. Esse programa consiste em um dos componentes do Programa Gaúcho de Incentivo à Geração e Utilização do Biogás e de Biometano – RS-GÁS, com a finalidade de implementação da Política Estadual do Biogás e do Biometano.

Observou-se que, no referido Decreto, os instrumentos para viabilização do programa estão dispostos no artigo terceiro e podem ocorrer por meio dos seguintes mecanismos: linhas de crédito, incentivos creditícios, concessão de subsídios e auxílios, tratamento tributário diferenciado e tratamento preferencial ao licenciamento ambiental e sanitário; o seu artigo sexto traz que os incentivos creditícios têm como limite, para o exercício de 2022, o valor de R\$ 50 milhões, sendo concedido o valor limite de 20% do total do investimento ou R\$ 500 mil por empreendimento (Rio Grande do Sul, 2022).

A fim de procurar entender melhor o cenário deste setor na região do estudo, a pesquisa buscou averiguar em cada município do COREDE Norte, ações de incentivo por parte do poder público que pudessem auxiliar no desenvolvimento do setor do biogás. Por

fim, foi possível constatar que, a nível municipal, na região do COREDE Norte-RS, não foi encontrada nenhuma política pública específica para o setor do biogás.

Segundo Müller, Brown e Ölz (2011), os mecanismos de incentivo devem se adequar ao nível de maturidade da tecnologia e do mercado nacional e à situação do mercado global para a tecnologia, e podem ser classificados em três níveis: arranque, decolagem e consolidação. Pode-se considerar que parte do setor de biogás do Brasil está na etapa de arranque, especialmente para substratos da agropecuária e pequena escala (Mariani, 2018).

Pensando em projetos de geração de biogás, pode-se considerar que o preceito básico de todos os mecanismos de incentivo às usinas de biogás, é tentar superar as barreiras existentes ao seu desenvolvimento de mercado, ou seja, o sucesso da política para o biogás está ligado à sua capacidade de superar essas barreiras econômicas e não econômicas.

Conforme Mariani (2018), as barreiras existentes, no Brasil, voltadas ao desenvolvimento do setor do biogás estão relacionadas ao: conhecimento, ou há pouca disponibilidade de informação técnica, comercial e legal organizada e/ou acessível aos atores do setor; ao desenvolvimento tecnológico, visto que as tecnologias nacionais ainda são incipientes; ao ambiente financeiro e econômico, o que dificulta a realização de um modelo de negócio viável, principalmente em projetos de pequena escala; e as barreiras relacionadas ao ambiente político e regulatório, sabendo que não há nenhuma política pública nacional focada nesta fonte de energia renovável.

Portanto, do ponto de vista do Estado do Rio Grande do Sul, foram encontradas duas legislações específicas para o setor do biogás. A primeira, trata-se de uma política pública (Lei nº 15.377/2019) que rege os princípios, diretrizes, definições, objetivos, programas, ações e metas adotados pelo Estado do Rio Grande do Sul, visando a apoiar e a incentivar o desenvolvimento da cadeia produtiva do biogás, do biometano e de produtos derivados; e a segunda, o Decreto nº 56.348/2022, que é um programa de incentivo econômico criado com a finalidade de atender e implementar a primeira legislação.

Posto isso, constata-se que as legislações e políticas públicas a nível estadual são incipientes e insuficientes para tornar o biogás competitivo no mercado frente às energias não renováveis e renováveis, já consolidadas, como a hidrelétrica, solar e a eólica. Percebe-se que essa insuficiência, por parte do Estado, pode refletir na região e nos municípios do estudo, onde a ausência de políticas públicas locais torna este setor ainda mais esquecido e com nenhum incentivo governamental.

Inicialmente, buscou-se evidenciar na região de estudo, a partir de aplicação de questionário à Emater-RS, a ocorrência de projetos de biodigestores em execução ou em operação. A partir dessa busca, pode-se diagnosticar que há poucos biodigestores instalados em propriedades rurais na região do estudo.

Assim sendo, uma das perguntas do questionário aplicado a Emater foi sobre as razões pelas quais os produtores da região do Alto Uruguai não instalam biodigestores.

De um prisma inicial, constata-se que 54,54% das respostas apontam para a falta de conhecimento como uma das razões de haver poucos biodigestores instalados. Considerando a complexidade do setor de biogás, a falta de informação e conhecimento realmente pode se tornar uma barreira importante para o seu desenvolvimento (Mariani, 2018).

Em segundo lugar aparece o custo elevado das tecnologias disponíveis no mercado (45,45%). Outros motivos como a baixa competitividade frente a outras alternativas disponíveis no mercado (18,18%) e a falta de incentivo governamental (9,09%) também foram citados. Analisando essas três respostas, pode-se inferir que elas estão diretamente relacionadas umas com as outras, ou seja, o custo elevado de tecnologias para conversão de biogás em energia elétrica, faz com que este setor seja menos competitivo no mercado, sendo que uma das possíveis razões da falta de competitividade é, justamente, a insuficiência e a incipiência de incentivo governamental.

O fato é que o biogás, realmente, pode contribuir para a diversificação da matriz energética do Estado, considerando sua conversão em energia elétrica ou térmica. Mas, para que o seu aproveitamento seja efetivo, o biogás precisa ser competitivo frente a outras fontes tradicionais e renováveis de energia (Mariani *et al.*, 2014).

Para alcançar essa competitividade, é essencial que o biogás seja produzido de maneira eficiente e econômica, aproveitando resíduos, o que não apenas reduz custos de matéria-prima, mas também contribui para a gestão sustentável de resíduos. Além disso, investimentos em tecnologia para melhorar a eficiência de conversão e a purificação do biogás podem aumentar seu rendimento energético e torná-lo uma alternativa mais atraente.

Outro questionamento aplicado à Emater, buscou entender o que falta para potencializar o setor do biogás na região desta pesquisa. A tabulação das respostas mostrou que, do ponto de vista dos(as) entrevistados(as), a principal razão (45,45%) está relacionada à falta de incentivo governamental.

Em vista disso, é importante salientar que problemas públicos, para serem transformados em políticas públicas, precisam encontrar o equilíbrio entre o que é tecnicamente eficiente e o que é politicamente viável, ou seja, a formulação de políticas públicas irá se converter em projetos, planos, programas que necessitam de acompanhamento e análise constante, visto que, o desenho e execução das políticas públicas sofrem transformações que devem ser adequadas às compreensões científicas e sociais (Agum; Riscado; Menezes, 2015).

Outras razões que foram indicadas nas respostas analisadas, citavam a falta de informação e de conhecimento por parte dos produtores rurais; a baixa competitividade frente a outras energias renováveis, como a solar; e a importância da questão econômica e ambiental, ao passo que os dejetos estão sendo tratados e o biofertilizante pode ser reaproveitado nas lavouras.

A partir de uma análise da cadeia produtiva do biogás percebe-se que a diversidade de matéria-prima e tecnologias disponíveis no mercado para geração de biogás, tornam a composição dos possíveis modelos de negócio bastante variada e complexa, além de que esses arranjos comerciais são formados por vários atores, entre eles vendedores, fornecedores, projetistas e gestores. Assim, entende-se a grande necessidade de compartilhar conhecimento e informações desse setor promissor, trabalhando a questão econômica, ambiental e social em que ele está inserido.

Os produtores que participaram da pesquisa estão identificados abaixo. Com exceção do produtor “C” que instalou os dois biodigestores há, aproximadamente, um ano, todos os outros já têm seus biodigestores há mais de oito anos:

Tabela: informação sobre Biodigestores nas propriedades A - F

Produtor	Localização	Atividade Principal	Plantel	Tipo de Criação	Geração de Energia
Produtor A	Darão de Cotegipe	Suinocultura	3.240	Terminação	Não
Produtor B	Campinas do Sul	Suinocultura	10.000	Terminação	Sim
Produtor C	Campinas do Sul	Suinocultura	15.000	Unidade produtora de leitão	Projeto em andamento
Produtor D	Charrua	Suinocultura	7.600	Unidade produtora de leitão	Projeto em andamento
Produtor E	Gaurama	Suinocultura	14.000	Unidade produtora de leitão	Sim
Produtor F	Jacutinga	Grãos	32	Produção de leite	Sim

Analisando as informações, constata-se que apenas o produtor rural “F”, localizado em Jacutinga, não tem a pecuária como atividade principal da propriedade. Entretanto, este fator não interfere na produção de biogás, através de um biodigestor de lagoa coberta, que ele utiliza para gerar energia elétrica. A partir da entrevista realizada com este produtor, infere-se que, apesar da produção de biogás ser pequena, em função do número de animais, a construção do biodigestor e a conversão do biogás em energia elétrica, possivelmente, se tornou viável devido ao projeto ter sido desenvolvido e executado pelo próprio produtor rural.

Ainda, é possível averiguar que o produtor “A”, localizado em Gaurama, não utiliza o biogás para produção de energia elétrica. Com base na entrevista realizada com o produtor, identificou-se que o biogás gerado passa apenas por processo de combustão em um queimador de biogás e que a conversão em energia elétrica não foi implantada devido ao retorno de investimento ser muito baixo. Visto que, o biogás é constituído em maior quantidade por gás metano e que este é um dos principais gases causadores do efeito estufa, é indicada a sua queima para que ele seja convertido em gás carbônico e, assim, contribua com a redução da emissão de GEE.

Os produtores “C” e “D”, localizados em Campinas do Sul e Charrua, respectivamente, relataram, na entrevista, estar com o projeto de geração de energia elétrica, a partir do

biogás, em andamento. Já o produtor “E” disse que, além de gerar energia elétrica a partir do biogás, ele utiliza o calor produzido nos motores para aquecer os galpões onde ficam os leitões. Esse processo de geração de dois tipos de energia, elétrica e térmica, é denominado de cogeração.

O modelo de biodigestor encontrado nas propriedades rurais foi, predominantemente, o modelo de lagoa coberta ou canadense. Para fins de elucidação, esse modelo de biodigestor é constituído de uma lagoa impermeabilizada, aonde ocorre a biodigestão da matéria orgânica, coberta por uma lona que expande e armazena o biogás à medida que ele é produzido, sendo considerado o modelo mais difundido no Brasil. Trabalho realizado por Soares (2020), também constatou predomínio de biodigestores do modelo canadense nas propriedades observadas da região oeste do Estado do Paraná.

O produtor “A” e o “F” relataram terem feito um treinamento para adquirir conhecimento sobre o funcionamento do biodigestor e o produtor “F” também relatou a geração de dois empregos após a instalação do biodigestor. Ressalta-se que o desenvolvimento do setor de biogás traz benefícios socioeconômicos, diretos e indiretos, a partir da geração de empregos tanto para profissionais capacitados para realizar a concepção, o planejamento e a construção dos empreendimentos, como para trabalhadores responsáveis pela operação e manutenção permanente das plantas.

Para a instalação do biodigestor, o produtor “A” relatou ter utilizado um financiamento do PRONAMP (Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural); enquanto o produtor “B” mencionou ter utilizado uma linha de crédito do Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono); já o produtor “D”, manifestou ter utilizado financiamento, mas que não se recorda o nome. Os outros produtores relataram terem utilizado recursos próprios.

A partir de uma investigação às políticas públicas nacionais existentes para este setor, verificou-se que o Programa ABC, criado em 2011, disponibiliza uma linha de crédito específica para projetos de biogás. Porém, para Santos (2018), o plano que apresenta maior correlação com a produção de biogás é o Plano Nacional de Agroenergia.

A partir das entrevistas se buscou identificar as razões que levaram os produtores a instalarem biodigestores. Unanimemente, as razões foram para tratamento dos dejetos da pecuária e o interesse em gerar biogás para produção de energia elétrica. Dessa forma, é possível inferir que os produtores em questão têm a consciência dos impactos ambientais causados pelos dejetos da pecuária e a referência da possibilidade de produzir energia elétrica a partir do biogás.

O questionário também buscou coletar informações a respeito do biofertilizante e, neste sentido, os resultados identificaram que 83,33% dos produtores utilizam o biofertilizante líquido para irrigação de lavoura e 16,67% utiliza o biofertilizante para compostagem, ou seja, para a produção de adubo sólido e posterior aplicação na lavoura. Além disso, todos os produtores relataram estarem satisfeitos com o uso do biofertilizante nas lavouras, mencionando benefícios como: diminuição do odor, diminuição do consumo de adubo químico e diminuição de acidez no solo. Trabalho realizado por Soares (2020), também trouxe relatos semelhantes por parte dos entrevistados.

Nas entrevistas realizadas com os produtores, identificou-se que 33,33% não tiveram dificuldades em viabilizar os projetos de biodigestor e 33,33% tiveram dificuldades financeiras para realizar o projeto. Já para o restante dos entrevistados as adversidades foram variadas, como dificuldade em encontrar uma “empresa competente”, para o dimensionamento e construção do biodigestor, e a falta de conhecimento para saber dimensionar corretamente o próprio biodigestor.

Com relação a operação e manutenção do sistema, constatou-se que 50% dos produtores relataram fazer manutenções mensais nos grupos motogeradores e, esporadicamente, nos biodigestores. Um produtor relatou fazer manutenções quando acontece algum imprevisto, um produtor declarou que não realiza manutenção e um último produtor não tem esse conhecimento, pois o projeto é recente.

A última pergunta do questionário buscou saber, dos produtores, a perspectiva futura dos biodigestores e do biogás para a sua propriedade. Verificou-se que 100% dos entrevistados estão satisfeitos com as suas plantas, de modo que os produtores “B”, “C”, “D” e “E” tem interesse em ampliar as suas instalações futuramente e os produtores “A” e “F” preferem manter as instalações no formato em que se encontram.

Para mais percebeu-se que os produtores possuem consciência ambiental sobre os possíveis impactos ambientais dos dejetos da pecuária e que eles têm grande interesse em reduzir custos com energia elétrica através da utilização do biogás. No entanto, observou-se que os projetos se tornam mais viáveis, financeiramente, para produtores com maior número de animais, como foi o caso dos produtores “B”, “C” e “E”.

Evidentemente, os benefícios da utilização de biodigestor para tratamento de dejetos da pecuária, vai além dos benefícios do biofertilizante e da redução de custos com energia elétrica. Dentre esses outros benefícios, podemos citar a questão do saneamento rural, que evita a contaminação do solo e dos recursos hídricos, a redução de emissão dos GEE, a redução do consumo de adubos químicos, a contribuição para uma sociedade mais sustentável, entre outros.

Além disso, constata-se que a satisfação, com os benefícios gerados pelo biodigestor, de todos os produtores entrevistados, evidencia a possibilidade e a necessidade de novos projetos na região.

A suinocultura, assim como outras atividades da agricultura brasileira, está enquadrada na necessidade de contribuir para o esforço do país em cumprir o compromisso voluntário de redução de emissão de GEE, que o Brasil firmou na última Conferência das Partes (COP).

Uma política pública de incentivo ao biogás como fonte energética demandaria de alguns pontos, tais como: investimento em Pesquisa e Desenvolvimento transferência de conhecimento; garantia da demanda da energia por meio de leilões específicos; estabelecimento de uma indústria de equipamentos nacionais; flexibilização das regras para conexão de mini e microgeração distribuída de energia elétrica; regulamentação do uso como combustível (definindo normas e padrões que incentivem o uso do biogás e biometano no setor industrial e de transportes e para injeção no grid de gás natural); ampliação do

acesso a financiamentos e linhas de crédito com condições específicas para o setor do biogás (Mariani *et al.*, 2014).

Esse gargalo pode ser superado de diversas formas como através de governos, institutos de pesquisa e associações, que organizem e disponibilizam dados e estudos sobre o setor de biogás de forma imparcial; e através da formação e capacitação direta de mão-de-obra para o setor, através da inserção de cursos e disciplinas relacionadas ao biogás em cursos técnicos, de graduação e pós-graduação, ou através da oferta de cursos profissionalizantes de curta e longa duração, tanto do ponto de vista técnico, para profissionais que desejam se especializar em construção e manutenção de plantas de biogás quanto do ponto de vista de negócios para profissionais que queiram realizar estudos estratégicos, auxiliando no processo de tomada de decisão, realizando planejamento, entre outros (ABiogás, 2015).

Visto que 83,33% das plantas de biodigestores encontradas nesta pesquisa datam de antes da criação das legislações do Estado do Rio Grande do Sul, é notória a necessidade de participação do Estado na construção, no fomento e desenvolvimento deste setor. Trabalho realizado por Neto, Junior e Guesser (2015), identificaram que as linhas de financiamento via Programa ABC, cujas taxas de juros variam entre 8% a 8,5% ao ano e com prazo de 10 anos, e mesmo o Inova Agro da FINEP, seriam impraticáveis aos suinocultores dadas as expectativas de receitas menores e variáveis em razão dos ciclos de receitas e custos decorrentes de imprevisibilidade climática e de mercado que acabam afetando a receita dos negócios, analisaram os produtores.

Posto isso, é importante que a escolha pelas políticas de incentivo por um país ou estado seja pautada em uma análise minuciosa de sua realidade econômica, social e tecnológica e do potencial de produção de biogás em relação à localização e aos substratos disponíveis (Santos, 2019).

Com o crescimento do biogás nos últimos anos e projetos de cooperação técnica entre países europeus e o Brasil, verificou-se que tem surgindo muitas tecnologias para este setor no mercado, bem como a nacionalização desses produtos e, conseqüentemente, a predisposição de adquirir financiamentos com mais facilidade, como por exemplo os biodigestores automatizados. Apesar disso, em alguns casos, há tendência de reduzir custos iniciais ao instalar uma planta de biogás, buscando tecnologias mais baratas e menos eficientes, o que pode causar maiores custos de manutenção e operação e menor produção de biogás e, conseqüentemente, menor retorno financeiro (Mariani, 2018). Naturalmente, os projetos de geração de biogás são feitos seguindo as particularidades de cada região onde são desenvolvidos, dependendo não apenas de aspectos tecnológicos, mas climáticos, sociais, históricos e econômicos, além de aspectos como a disponibilidade de substrato, água, demanda para o biogás e biofertilizante (Azevedo, 2021)

Constata-se que apesar desta evolução tecnológica ter trazido soluções, em partes, ela expôs ainda mais as barreiras existentes para o campo do biogás no Brasil, relacionadas, principalmente, a falta de conhecimento e informação deste setor. Além disso, este modelo de desenvolvimento rural sustentável, que buscar tratar os seus resíduos e ainda tirar benefícios econômicos, é uma meta a ser alcançada a curto, médio e longo prazos, e demandará de quebra de paradigmas, por contrariar interesses, e dependerá da capacidade de transformar

conceitos em fatos concretos que afetem a qualidade de vida da sociedade e suas futuras gerações (Soares, 2020).

Além de ser uma fonte renovável, o biogás é uma opção de geração firme, despachável, confiável e competitiva, aliada do saneamento ambiental rural e contribuinte na redução da emissão dos GEE (Fernandes e Mariani, 2019). O biogás e o biometano podem ajudar o Brasil a atingir as metas de redução de emissões de gases de efeito estufa e trazem benefícios importantes para a sustentabilidade econômica e ambiental (Fernandes e Mariani, 2019).

Nota-se, também, que o biofertilizante, apesar de ser considerado um subproduto da digestão anaeróbia, tem relação direta com a questão ambiental. Após o processo de biodigestão anaeróbica dos dejetos, mesmo que a carga orgânica do efluente seja reduzida, diminuindo seu potencial de contaminação, os nutrientes comumente encontrados não são degradados e continuam compondo o digestato, também conhecido por biofertilizante, ficando biodisponíveis para as plantas (Baú, 2020). Entretanto, esses nutrientes que compõem o biofertilizante, como o Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), se lançados em recursos hídricos podem causar a eutrofização, ou seja, proliferação de algas, causando impacto ambiental negativo (Baú, 2020).

Do ponto de vista social, além da destinação adequada dos efluentes reduzir os odores e a quantidade de insetos do entorno de uma instalação, a produção de biogás possibilita a democratização da produção e do uso de energia, redução de gastos com tratamento de efluentes, aumento de renda do produtor rural, geração de empregos, e promoção do desenvolvimento regional (Fernandes; Mariani, 2019).

Do ponto de vista econômico, a utilização do biogás como energia térmica, elétrica ou biometano pode fazer com que os custos da propriedade com lenha, GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) ou eletricidade possam ser reduzidos. Além disso, o biogás pode ser considerado um fator de segurança energética por diminuir as dificuldades de atendimento da demanda por energia elétrica em áreas distantes no meio rural (Fernandes e Mariani, 2019).

Em consequência do exposto até aqui, constata-se que projetos de biogás visando a geração de energia são imprescindíveis para assentir com o tripé do desenvolvimento sustentável, diversificando a matriz energética brasileira e, principalmente, melhorando as condições do saneamento ambiental rural. A implantação do biodigestor é a opção que mais trará resultados positivos, dando tratamento correto aos efluentes e gerando energia limpa para a própria unidade de produção (Tietz *et al.*, 2014).

5 CONCLUSÃO

A partir do estudo, é possível concluir que a região carece de projetos de geração de energia a partir do biogás, visto que há poucos biodigestores instalados nos municípios. Além disso, conclui-se que os projetos existentes são pouco tecnológicos, que, entre os entrevistados, há pouco conhecimento sobre o processo de produção de biogás e geração de energia e que a operação e manutenção dessas plantas existentes é realizada sem ter a atenção que deveria.

Conclui-se também que as duas legislações específicas para o setor do biogás encontradas a nível de Estado (Lei nº 15.377/2019 e o Decreto nº 56.348/2022), são

incipientes e insuficientes para tornar o biogás competitivo no mercado frente às energias não renováveis e renováveis, já consolidadas, refletindo na região e nos municípios do estudo, onde a ausência de políticas públicas locais torna este setor ainda mais esquecido e com nenhum incentivo governamental.

A partir das entrevistas realizadas, foi possível concluir que as razões pela pouca existência de projetos de biogás na região do COREDE Norte-RS se devem à falta de incentivo governamental e à falta de conhecimento e informações sobre a produção de biogás e a geração de energia.

Concluiu-se que a maior dificuldade, encontrada pelos produtores, para instalar os biodigestores estava relacionada ao viés financeiro. Posto isso, observou-se que os projetos se tornam mais viáveis financeiramente para produtores com maior número de animais.

Apesar das questões financeiras, é importante relatar dois pontos positivos observados em todas as entrevistas: os benefícios relatados com a utilização do biofertilizante nas lavouras e a satisfação dos produtores com as suas plantas de biodigestão.

Constata-se que a baixa existência de biodigestores interfere diretamente e negativamente na questão do saneamento rural e no desenvolvimento rural sustentável da região do COREDE Norte-RS. Como visto, biodigestores transformam um passivo ambiental (dejetos) em ativo de valor econômico (biogás e biofertilizante).

No caso, da produção de biogás em baixa escala, os desafios podem ser superados valendo-se de outros tipos de modelo de negócios, como pela união das pequenas unidades familiares em cooperativas ou condomínios. Para pesquisas futuras, recomenda-se incluir no estudo uma análise da geração de créditos de carbono a partir da produção do biogás, pois está pode viabilizar ou tornar a viabilidade mais interessante para projetos de biogás.

Os limites desta pesquisa se detiveram a pouca participação efetiva da Emater, que fazia parte do público alvo, a falta de participação das secretarias municipais e a dificuldade em encontrar os produtores rurais com biodigestores.

REFERÊNCIAS

ABIOGás, 2015. Proposta de Programa Nacional do Biogás e do Biometano. https://abiogas.org.br/wp-content/uploads/2021/01/PNBB_Versao_Final.pdf.

AGUM, R.; RISCADO, P.; MENEZES, M., 2015. Políticas públicas: Conceitos e análise em revisão. Revista Agenda Política, v. 1, n. 2, pp. 12-42. <https://doi.org/10.31990/10.31990/agenda.ano.volume.numero>.

ANEEL. Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.

ANEEL. Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Diário Oficial da União, Brasília.

AZEVEDO, H. L. de S., 2021. Biodigestores anaeróbios como alternativa tecnológica para produtores e cooperativas rurais. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias de Processos Sustentáveis, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiás. Retrieved: 2022-01-10. From: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/939>.

BAÚ, B. G., 2020. Desenvolvimento sustentável: análise dos impactos da usina termelétrica de biogás em Entre Rios do Oeste. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná. Retrieved: 2021-07-10. From: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/5224>.

BATILANI, H. M., 2019. Análise da viabilidade técnica e econômica da geração de energia elétrica com a utilização de biogás proveniente da decomposição anaeróbia de resíduos sólidos urbanos no Aterro Sanitário Pedreira Ingá. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Estadual de Maringá, Paraná. Retrieved: 2021-07-15.

BIANEK, J.; SCHIRMER, W. N.; CABRAL, A. R.; MAYER, C. L. D.; EURICH, P. H. M.; MARTINS, E. H., 2018. Comparação entre metodologias USEPA e IPCC para estimativa teórica de produção de biogás em aterro municipal. *BIOFIX Scientific Journal*, v. 3, n. 1, p. 34-40. <http://dx.doi.org/10.5380/biofix.v3il.56038>.

BRAGANÇA, G. G. F. de., 2017. O Financiamento de Energia Renováveis Alternativas no Brasil. *Caderno Opinião. FGV Energia*, 10 pp. <https://bibliotecadigital.fgv.br/>.

EDWIGES, T., 2017. Biodigestão anaeróbia de resíduos vegetais provenientes de central de abastecimento. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná. Retrieved: 2021-07-25. From: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/3029>.

FELIPETTO, A. V. M., 2007. Conceito, planejamento e oportunidades. Rio de Janeiro: IBAM, 40 p.

FERNANDES, E. A.; LEITE, G. B., 2021. Atuação dos projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo para o desenvolvimento sustentável no Brasil. *Revista de Economia Política*, v. 14, nº 2, pp. 351-371. <http://dx.doi.org/10.1590/0101-31572021-3168>.

FERNANDES, G.; MARIANI, L., 2019. O alto potencial de produção e uso fará do biogás a próxima fronteira da energia renovável no Brasil? Caderno Opinião, FGV Energia. <https://fgvenergia.fgv.br/opinioes/o-alto-potencial-de-producao-e-uso-fara-do-biogas-proxima-fronteira-da-energia-renovavel-no>.

FERRAREZ, A. H.; FILHO, D. O.; FILHO, A. F. DE L.; COSTA, J. M.; APARISI, F. R. S., 2010. Potencial de mitigação da emissão de gases de efeito estufa e enquadramento em Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) de empreendimento de uso de biogás como fonte energética em cadeia produtiva de frango de corte. *Vértices*, v. 12, n. 3, p. 41-57. <https://doi.org/10.5935/1809-2667.20100020>.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O., 2012. *Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento*. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 400 pp.

HAHN, H., JENTSCH, A., 2012. Financing mechanisms for biogas projects in Central and Eastern Europe. *BiogasIN*, Kassel, Germany.

IPCC, 2019. O oceano e a criosfera em um clima em mudança (Accessed November 03 2019) at: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2020/11/SROCC_SPM_Portuguese.pdf.

LINARD, A. de F. G.; AQUINO, M. D. de., 2016. Biogás de aterro sanitário: análise de duas medidas mitigadoras das mudanças climáticas sob a perspectiva do mecanismo de desenvolvimento limpo. *Revista DAE*. DOI 10.4322/dae.2015.002. http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_201_n_1619.pdf.

MALANCONI, Rodrigo; CABRAL, Rodrigo Chimenti. Impactos e benefícios da produtividade de biogás em aterro sanitário. *RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 5, n. 2, p. 135-158, 2012.

MARIANI, L.; CAVALIERO, C. K. N.; BLEY Jr., C.; GOMES, A. C. A.; MITO, J. Y. L., 2014. Políticas públicas e privadas de incentivo ao uso do biogás na matriz energética brasileira. IX Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, Florianópolis, Santa Catarina. https://www.researchgate.net/publication/295038862_Politicas_publicas_e_privadas_de_incentivo_ao_uso_do_biogas_na_matriz_energetica_brasileira.

MARIANI, L., 2018. Biogás: diagnóstico e propostas de ações para incentivar seu uso no Brasil. Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. Retrieved: 2021-07-25. From: https://abiogas.org.br/wp-content/uploads/2021/06/PANORAMA-DO-BIOGAS-NO-BRASIL-2020-v.8.0-1_1.pdf.

MELLO-THÉRY, N. A. de; CAVICCHIOLI, A.; DUBREUIL, V., 2013. Controvérsias ambientais frente à complexidade das mudanças climáticas. *Mercator - Revista de Geografia da UFC*. v. 12, n. 29, p. 155-170. <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/1201>.

- MILANEZ, A. Y.; GUIMARÃES, D. D.; MAIA, G. B. da S.; SOUZA, J. A. P. de; LEMOS, M. L. F., 2018. Biogás de resíduos agroindustriais: panorama e perspectivas. *BNDS Setorial*, n. 47, pp. 221-276. <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/15384>.
- MÜLLER, S., BROWN, A., ÖLZ, S., 2011. Policy Considerations For Deploying Renewables. *Renewable Energy*. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Renew_Policies.pdf.
- NETO, F. G.; JUNIOR, E. G.; GUESSER, F., 2019. Biodigestores e Biogás na Suinocultura Catarinense. *Revista Textos de Economia*, v. 22, n. 1. pp. 204-229. <https://doi.org/10.5007/2175-8085.2019v22n1p204>.
- OLIVEIRA, F. D. A. de., 2015. Proposta de coleta seletiva da fração orgânica dos resíduos sólidos domiciliares visando sua utilização para geração de biogás a partir da biodigestão anaeróbia. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Ceará. Retrieved: 2021-07-25. <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/12370>.
- OLIVEIRA, V. C. de., 2017. Análise de viabilidade para a produção e utilização de um gerador a combustão por etanol. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Maria, Curso de Engenharia de Produção, Rio Grande do Sul. Retrieved: 2021-07-22. From: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/11682>.
- ONU, 2020. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável-ODS (Accessed August 02 2020) at: <https://nacoesunidas.org/pos2015/>.
- PAIXÃO, M. A. S. da; MIRANDA, S. H. G. de., 2018. Um comparativo entre a política de energia renovável no Brasil e na China. *Revista Pesquisa e Debate*. v. 29, n. 1 (53). <https://revistas.pucsp.br/index.php/rpe/article/view/33934/25963>.
- RIO GRANDE DO SUL, 2015. Perfil Socioeconômico COREDE Norte. Porto Alegre.
- RIO GRANDE DO SUL, 2016. Lei nº 14.864, de 11 de maio de 2016. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre.
- RIO GRANDE DO SUL, 2019. Lei nº 15.377, de 28 de novembro de 2019. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre.
- RIO GRANDE DO SUL, 2022. Decreto nº 56.348, de 26 de janeiro de 2022. Caderno do Estado, Porto Alegre.

SANTOS, R. de C. de F., 2018. Análise das políticas públicas para o fomento à produção de biogás a partir de resíduos da pecuária leiteira em São Miguel do Oeste/SC. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina. Retrieved: 2021-07-216. From: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/193253>.

SANTOS, P. B. dos., 2019. Análise das políticas públicas de Santa Catarina para fomentar o uso de energia solar fotovoltaica e biogás no meio rural. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Engenharia de Energia, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina. Retrieved: 2021-07-216. From: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/203251>.

SEEG, 2019. Análise das emissões brasileiras de gases do efeito estufa e suas implicações para as metas do Brasil. (Accessed November 03 2019) at: <https://energiaambiente.org.br/produto/analise-das-emissoes-brasileiras-de-gases-de-efeito-estufa-2020>.

SILVA, C. E. V. da., 2021. Sustentabilidade: Avaliação da produção de biogás em um biodigestor de pequena escala. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Taquari, Rio Grande do Sul. Retrieved: 2021-07-18. From: <http://hdl.handle.net/10737/2963>.

SOARES, C. M. T. FEIDEN, A.; PLEIN, C. PASTÓRIO, I. T., 2018. Uso do biogás no meio rural como um fator de desenvolvimento rural sustentável. *Brazilian Journal of Development*, v. 4, n. 6, p. 3298-3317. <https://doi.org/10.34117/bjdv4n6-337>.

SOARES, C. M. T., 2020. Tecnologia de biodigestores rurais e desenvolvimento rural sustentável na região oeste do Paraná. Tese de Doutorado, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná, 2020. Retrieved: 2021-10-28. From: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/4872>.

TIETZ, C. M.; SOARES, P. R. H.; SANTOS, K. G. dos; FEIDEN, A., 2014. Produção de biogás a partir de dejetos suínos. *Revista Acta Iguazu*, v. 3, n. 3, pp. 92-102.