

Artigo

## ANÁLISE DO POTENCIAL VERSUS EFETIVA GERAÇÃO DE BIOGÁS NA AGROINDÚSTRIA BRASILEIRA: UM ESTUDO DE 2021

### ANALYSIS OF THE POTENTIAL VERSUS ACTUAL GENERATION OF BIOGAS IN THE BRAZILIAN AGRO-INDUSTRY: A 2021 STUDY

### ANÁLISIS DEL POTENCIAL FRENTE A LA GENERACIÓN REAL DE BIOGÁS EN LA AGROINDUSTRIA BRASILEÑA: UN ESTUDIO DE 2021

**Thais Gomes de Oliveira**

Mestre em Agronegócio, Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás, Brasil. E-mail: direito.thais@gmail.com

**Francine Neves Calil**

Doutora em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: francine@ufg.br

**Carlos Roberto Sette Junior**

Doutor em Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ - USP), São Paulo, São Paulo, Brasil. E-mail: csette@ufg.br

#### RESUMO

Com o aumento da produção de biogás, resultante da decomposição anaeróbica da matéria orgânica seca por microrganismos, as estimativas do seu uso energético no Brasil têm crescido. Esse crescimento tem motivado cadeias produtivas a reconhecer o potencial dessa fonte energética, levando à concepção de instalações orientadas por requisitos legais, políticas públicas e demandas de mercado, envolvendo diversos atores interessados. Este artigo tem como objetivos: estimar o potencial de geração e a produção efetiva de biogás no Brasil em 2021; destacar o potencial dos resíduos do agronegócio para a geração de energia renovável na forma de biogás; analisar as instalações e a produção de biogás no Brasil durante o ano de 2021; e comparar o potencial de geração com a produção efetiva de biogás em 2021. Como metodologia, trata-se de uma análise documental, comparativa e descritiva. A metodologia adotada é uma análise documental, comparativa e descritiva. Os resultados incluem a produção efetiva de biogás em 2021, juntamente com um ranking relacionado ao potencial de produção de biogás proveniente da agroindústria em diferentes regiões do Brasil.

**Palavras-chave:** Biogás. Sistemas Produtivos. Agroindústria. Sustentabilidade Energética. Brasil.

DOI: <https://doi.org/10.23900/2359-1552v14n1-18-2025>

Submitted on: 12.27.2024 | Accepted on: 12.30.2024 | Published on: 01.15.2025

## ABSTRACT

With the increase in biogas production, resulting from the anaerobic decomposition of dry organic matter by microorganisms, estimates of its energy use in Brazil have grown. This growth has motivated production chains to recognize the potential of this energy source, leading to the design of facilities guided by legal requirements, public policies and market demands, involving various stakeholders. This article aims to: estimate the generation potential and actual production of biogas in Brazil in 2021; highlight the potential of agribusiness waste to generate renewable energy in the form of biogas; analyze the installations and production of biogas in Brazil in 2021; and compare the generation potential with the actual production of biogas in 2021. The methodology is a documentary, comparative and descriptive analysis. The methodology adopted is a documentary, comparative and descriptive analysis. The results include the actual production of biogas in 2021, along with a ranking related to the potential production of biogas from agro-industry in different regions of Brazil.

**Keywords:** Biogas. Production Systems. Agro-industry. Energy Sustainability. Brazil.

## RESUMEN

Con el aumento de la producción de biogás, resultante de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica seca por microorganismos, han crecido las estimaciones de su uso energético en Brasil. Este crecimiento ha motivado a las cadenas productivas a reconocer el potencial de esta fuente de energía, llevando al diseño de instalaciones guiadas por requisitos legales, políticas públicas y demandas del mercado, involucrando a diversos actores. Este artículo tiene como objetivos: estimar el potencial de generación y la producción real de biogás en Brasil en 2021; destacar el potencial de los residuos agroindustriales para generar energía renovable en forma de biogás; analizar las instalaciones y la producción de biogás en Brasil en 2021; y comparar el potencial de generación con la producción real de biogás en 2021. La metodología adoptada es un análisis documental, comparativo y descriptivo. La metodología adoptada es un análisis documental, comparativo y descriptivo. Los resultados incluyen la producción efectiva de biogás en 2021, junto con una clasificación relacionada con el potencial de producción de biogás de la agroindustria en diferentes regiones de Brasil.

**Palabras clave:** Sistemas de Producción. Agroindustria. Sostenibilidad Energética. Brasil.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é reconhecido mundialmente por sua potência agroindustrial, correspondendo, em 2022, por 24,8% do PIB nacional (CEPEA, 2022). Por outro lado, tais atividades geram elevada quantidade de resíduos e efluentes, sendo

necessário buscar soluções de aproveitamento energético de modo a agregar renda e sustentabilidade a esse setor produtivo.

Para mitigar tais problemas novos caminhos para obtenção de energia renovável estão sendo buscadas, uma delas é o biogás, que pode ser obtido por uma grande variedade de matérias-primas, a ex. da biomassa (recursos biológicos derivados de animais e plantas) dos resíduos da agroindústria. Através dos sistemas de digestão anaeróbica (que funciona na ausência de oxigênio) a biomassa é transformada em biogás, utilizando-se de um biodigestor que garante a fermentação destas matérias orgânicas de forma eficaz e eficiente (SHUBEITA, 2016, p. 21).

O biogás pode ser transformado em energia elétrica, calor (energia térmica) ou pode ser purificado e transformado em biometano (que atendendo aos requisitos da ANP é considerado análogo ao gás natural) que pode ser utilizado como combustível veicular.

Mesmo com tamanha diversidade de uso o biogás representa apenas 1,4% da matriz energética brasileira (EPE), nesta perspectiva é de extrema relevância conhecer o potencial energético de resíduos do agronegócio, no Brasil, para a produção de biogás e a expansão das energias renováveis e tornando-o um protagonista para a mitigação dos GEE, é o que se busca com o presente trabalho.

Diante disso, analisar o potencial do agronegócio brasileiro para a geração de energia renovável, seu potencial para a expansão das fontes renováveis no país e ainda na possibilidade na mitigação dos GEE, trata-se de uma justificativa de relevância tanto científica quanto econômica e social, pois dinamiza e dá publicidade a possibilidade de o agronegócio brasileiro deixar de ser emissor para ser mitigador dos GEE a partir da geração de energia renovável.

Assim, tem-se como objetivo geral estimar o potencial de geração e a efetiva geração de biogás no Brasil, em 2021. E como objetivos específicos: apresentar o potencial dos resíduos do agronegócio para a geração de energia renovável na forma de biogás; analisar as plantas e a geração de biogás no

Brasil no ano de 2021; e comparar o potencial de geração com a efetiva geração de biogás, no ano de 2021.

## REFERENCIAL TEÓRICO

O tema da produção e uso de biogás no Brasil ainda carece de uma literatura consolidada, evidenciando a escassez de análises críticas e detalhadas sobre o panorama atual e o potencial de expansão do setor. A produção de biogás, essencial para diversificar a matriz energética e reduzir impactos ambientais, tem sido abordada de forma fragmentada em relatórios técnicos e iniciativas pontuais, como o Panorama do Biogás no Brasil 2021 (BiogasMap, 2022) e o estudo Biogás no Brasil: Potencial de Oferta a Curto Prazo (2021). Essas fontes, embora fundamentais, apresentam dados brutos que ainda não haviam sido amplamente analisados de maneira a integrar a realidade operacional das plantas existentes com o potencial estimado.

A literatura existente sobre energias renováveis no Brasil aponta desafios específicos na implementação de tecnologias de biogás, incluindo barreiras regulatórias, falta de incentivos econômicos e ausência de dados consolidados que subsidiem tomadas de decisão estratégicas. De acordo com Lakatos (2000), a pesquisa exploratória é essencial para desbravar áreas de conhecimento ainda pouco investigadas, como é o caso do biogás, permitindo a clarificação de conceitos e a formulação de hipóteses mais robustas. Neste contexto, a ausência de estudos que correlacionem dados operacionais, como os disponíveis no BiogasMap, com potenciais de produção destaca uma lacuna relevante, que este artigo busca preencher. A análise crítica desses dados, evidenciando a necessidade de pesquisas mais abrangentes e sistemáticas.

## METODOLOGIA

Para atingir os objetivos propostos, este artigo adotou uma pesquisa exploratória conforme a definição de Lakatos (2000), que envolve formulação de questões-problema e uso de métodos sistemáticos para análise de dados quantitativos e qualitativos. Foram utilizados dados secundários, especialmente de dois documentos principais: Biogás no Brasil: Potencial de Oferta a Curto

Prazo. Programa de Energia para o Brasil – BEP (Brasil). Relatório técnico 02-2021. São Paulo/SP: Instituto 17, 2021; e Panorama do Biogás no Brasil 2021, BiogásMap, 2022 (CIBIOGÁS<sup>1</sup>). A seleção desses documentos foi motivada pelo fato de serem os únicos, de conhecimento da autora, disponíveis na literatura que oferecem os dados necessários para este estudo.

Os dados foram tabulados em Excel, analisados por meio de gráficos, e, também, processados com o pacote ggplot2 do programa R, versão “4.3.2” (R Development Core Team, 2023).

As informações do BiogasMap 2021<sup>2</sup>, plataforma que mapeia plantas de biogás no Brasil, tais dados são considerados sensíveis, pois podem interferir no mercado de biogás e biometano brasileiro, haja visto, que demonstram a efetiva produção de biogás (Nm<sup>3</sup>/dia) e a localização de tais plantas, podendo gerar especulação de mercado.

Assim os dados foram usados de forma sigilosa, respeitando a Lei Geral de Proteção de Dados - LGPD, (Lei 13.709/2018), após autorização deliberada pela diretoria do CIBlogás (no dia 18/08/2023). Esses dados abrangiam informações sobre a propriedade das plantas (pessoas físicas ou jurídicas), categoria (agropecuária ou indústria), localização, escala de produção e geração de biogás (Nm<sup>3</sup>/dia).

Os dados do documento do Potencial de Oferta de Curto Prazo de Geração de Biogás no Brasil, 2021, estavam organizados por subsetores da agropecuária (suinocultura, avicultura e bovinocultura) e indústria (laticínios, abatedouros e indústria sucroenergética), além da divisão por estados e potencial de produção (Nm<sup>3</sup>/ano). Para análise, os dados foram generalizados em categorias amplas (agropecuária e indústria) e regionalizados, evitando identificação de plantas individuais.

---

<sup>1</sup> Centro Internacional de Energias Renováveis – CIBlogás. É uma Instituição de Ciência e Tecnologia com Inovação, dedicada ao desenvolvimento do biogás como recurso energético limpo e competitivo, com o objetivo de promover o mercado de energias renováveis. É, também, centro de referência no desenvolvimento da cadeia de valor do biogás.

<sup>2</sup> O BiogasMap é uma ferramenta que reúne os dados sobre as plantas de biogás em operação, manutenção ou reforma no Brasil. Foi criado pelo CIBlogás e parceiros, a plataforma é a primeira e única conhecida no Brasil que possibilita a visualização das unidades de produção e do uso energético de biogás em um mapa dinâmico, público e online. O cadastro das plantas pode ser feito por produtores rurais, fornecedores de equipamentos, operadores de unidades, aterros sanitários, centrais de bioenergia, gestores públicos, cooperativas, etc.

Devido à diferença nas unidades de medida entre os dois documentos analisados ( $\text{Nm}^3/\text{ano}$  e  $\text{Nm}^3/\text{dia}$ ), foi feita a conversão dos dados para  $\text{Nm}^3/\text{dia}$ . A análise incluiu comparações das quantidades de plantas e suas escalas de produção, consolidando os resultados de forma a preservar a confidencialidade e atender às exigências legais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Denota-se, com base nas informações fornecidas no documento Biogás no Brasil: Potencial de Oferta a Curto Prazo, que em todos os seguimentos da pecuária o potencial de produção de biogás é bem superior ao da quantidade de animais (cabeças), produção de dejetos e principalmente de plantas de biogás (unidades).

O compilado das informações referentes ao potencial de produção de biogás e número de plantas de biogás a curto prazo da pecuária (suinocultura em terminação; avicultura de postura; e bovino cultura de leite), brasileira consta na tabela 1, conforme a região do país.

Tabela: 1 - Compilado dos dados de biogás a curto prazo da pecuária brasileira (suinocultura em terminação; avicultura de postura; e bovino cultura de leite)

Região do Brasil	Potencial de biogás (mil $\text{Nm}^3/\text{ano}$ )	Quantidade potencial de plantas de biogás
Centro-Oeste	156.501 – 15,43%	5.216 – 20,02%
Nordeste	13.071 – 1,29%	848 – 3,25%
Norte	7.690 – 0,76%	226 – 0,87%
Sudeste	251.392 – 24,78%	7.478 – 28,70%
Sul	585.662 – 57,74%	12.285 – 47,15%
<b>Total</b>	<b>1.014.316 – 100%</b>	<b>26.053 – 100%</b>

Fonte: Elaborado pela autora. Dados da pesquisa (2023) Tabela confeccionada a partir da figura 5 do Documento Biogás no Brasil. Potencial oferta a curto prazo, p. 22.

Os dados com relação ao potencial de produção de biogás a curto prazo e número de plantas de biogás agroindústria (laticínios, abatedouros e sucroenergético) brasileira, de acordo com a região, estão detalhados na Tabela 2.

Tabela 2 - Detalhamento do potencial a curto prazo para o setor da indústria

Região	Potencial de biogás <sup>3</sup> (Nm <sup>3</sup> /ano)	Quantidade potencial de plantas de biogás (unidades)
Centro - Oeste	1.628.708.579	371
Nordeste	628.619.693	215
Norte	103.449.630	156
Sudeste	4.555.716.343	981
Sul	547.308.620	473
<b>Total</b>	<b>7.463.802.685</b>	<b>2.196</b>

Fonte: Elaborado pela autora. Dados da pesquisa (2023). Tabela confeccionada a partir do apêndice XI, do Documento Biogás no Brasil. Potencial oferta a curto prazo, Instituto 17, p. 65.

Assim, a tabela 1 aponta que o setor da pecuária tem potencial de produção de biogás de 1.014.316 Nm<sup>3</sup>/ano e potencial de 26.053 mil plantas. No setor da indústria tem-se que o total potencial de produção de biogás é de 7.463.802.685 Nm<sup>3</sup>/ano, e 2.196 plantas (tabela 2). Depreende-se que o setor da agroindústria tem potencial de geração bem maior que o da pecuária, mesmo com um número reduzido de plantas, ou seja, as plantas deste setor são maiores (com maior capacidade de biomassa e geração).

Com relação a efetiva quantidade de plantas dos setores da agropecuária (suinocultura, bovinocultura e avicultura) e indústria (laticínios, abatedouro de aves, abatedouros de suínos, abatedouros de bovinos e sucroenergético), conforme o BiogasMap, em 2021, havia 708 plantas, das quais: 684 estavam em operação, 17 em implantação; e 7 em reformulação.

Ao se comparar as plantas dos setores da agropecuária e indústria foi possível quantificar o número de plantas, produção de biogás (Nm<sup>3</sup>/dia) e o principal uso desse biogás, sendo possível verificar a disparidade entre os números das plantas destes setores, conforme tabela 3.

<sup>3</sup> O resultado zero não indica a inexistência de potencial a curto prazo, mas aponta que os valores de estabelecimentos estão abaixo do filtro de dados adotados na metodologia da pesquisa do Instituto 17, assim, os valores não foram considerados para a estimativa do potencial.

Tabela 3 – Comparação: plantas da agropecuária e da indústria e o principal uso do biogás

PLANTAS AGROPECUÁRIA X PLANTAS INDUSTRIAIS						
	Número de plantas	Produção de biogás (Nm <sup>3</sup> /dia) fornecida e calculada	Principal uso do biogás (número de plantas)			
			Energia elétrica	Energia Mecânica	Energia Térmica	GNR/ Biometano
<b>Agropecuária</b>	617	2.297.838,39	585	6	23	3
<b>Industria</b>	91	2.283.738,28	23		66	2

Fonte: Elaborado pela autora. Dados da pesquisa (2023). Tabela confeccionada a partir dos dados do BiogásMap, (2021).

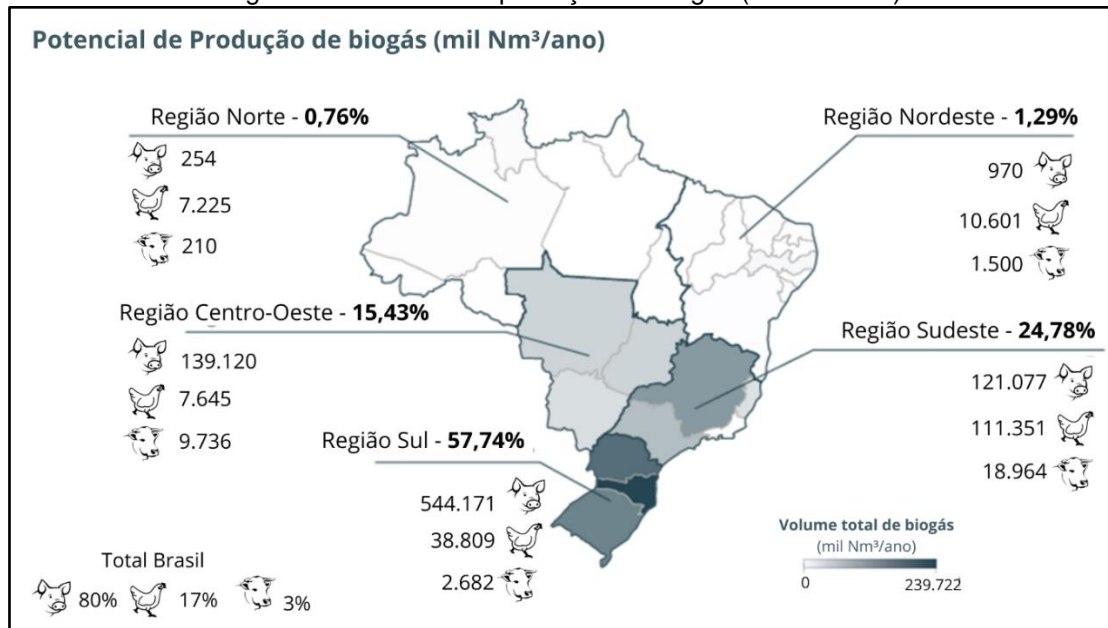
Infere-se da tabela 4, que no tocante às plantas como áreas de sistemas produtivos em atividade, ao se comparar agropecuária com a indústria, a primeira se observa em maior quantidade (617 plantas), mas quando comparada a produção (Produção de biogás da agropecuária 2.297.838,39 N/m<sup>3</sup> dia) mesmo sendo a indústria com menor número de plantas (91 plantas) está quase se equipara à quantidade da agropecuária (Produção de biogás da indústria 2.283.738,28 N/m<sup>3</sup> dia), da mesma forma como acontece com o potencial de produção de biogás.

Da mesma forma ocorre quando comparamos as plantas registradas como pessoa física (CPF) e as de pessoa jurídica (CNPJ). Existem mais plantas pessoa física (527 plantas) do que jurídica (181 plantas), contudo a produção é quase a mesma, a produção de biogás em CPF é de 2.297.838,39 Nm<sup>3</sup>/dia e em CNPJ é de 2.288.593,49 Nm<sup>3</sup>/dia. Assim, mesmo que se tenha 346 plantas a mais CPF a diferença na produção é de apenas 9.244,90 Nm<sup>3</sup>/dia, o que nos evidencia que o potencial de produção de CNPJ é maior que o de CPF.

Nesta perspectiva, entende-se que as plantas de pessoa física são de pequenos produtores do setor da agropecuário, e as de pessoa jurídica as da indústria e grandes produtores de biomassa e consequentemente produção de biogás. Assim sendo, depreende-se, também, que o principal uso do biogás das plantas enquadradas como CPF é para a geração de energia elétrica, enquanto as plantas CNPJ têm como principal uso a geração para energia térmica. Neste sentido, entende-se que a utilização do biogás para a geração de certo tipo energético depende da necessidade do gerador/usuário.

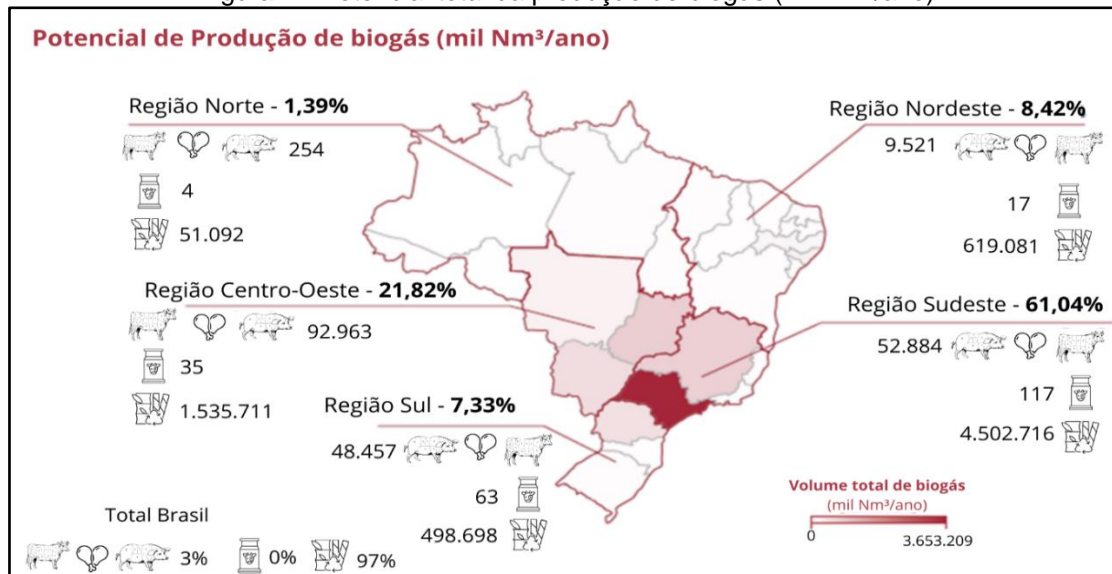
Por outro lado, com relação ao potencial de geração de biogás, de acordo com as categorias agropecuária (suinocultura em terminação; avicultura de postura; e bovino cultura de leite) e indústria (laticínios, abatedouros e sucroenergético), tem-se o panorama das regiões do Brasil, conforme figuras 1 e 2 abaixo:

Figura 1 - Potencial de produção de biogás (mil Nm<sup>3</sup>/ano)



Fonte: Elaborado pela autora. Dados da pesquisa (2023) [Adaptado da figura 8 do Documento Biogás no Brasil. Potencial oferta a curto prazo, pg. 22.]

Figura 2 - Potencial total da produção de biogás (mil Nm<sup>3</sup>/ano)



Fonte: Elaborado pela autora. Dados da pesquisa (2023) [Adaptado da figura 11 do Documento Biogás no Brasil. Potencial oferta a curto prazo, pg. 29.]

Depreende-se das figuras 1 e 2 que o tipo de substrato utilizado para análise e o ranqueamento do potencial de produção de biogás diferenciam-se entre a pecuária e a indústria. Ou seja, no setor da pecuária o grande potencial de produção de biogás é da suinocultura, mas na indústria é o setor sucroenergético, e não os abatedouros de suínos. Isso se explica devido ao potencial energético de produção de biogás da cana-de-açúcar.

Ao se analisar o potencial *Ranking* do rebanho no Brasil, figura 1, depreende-se que da pecuária brasileira o rebanho com maior potencial de produção de biogás é da suinocultura em terminação (80%), seguido pela avicultura de postura (17%) e por último a bovino cultura de leite, com 3%. Todavia, ao contrapormos tal informação ao CENSO Agropecuário (2017)<sup>4</sup> o maior rebanho brasileiro é o da avicultura, seguido da bovinocultura e por último da suinocultura.

Assim, verifica-se o contrassenso entre o potencial de produção e a efetiva quantidade (*ranking*) de rebanho produtivo no Brasil. Isto ocorre devido ao potencial de geração dos resíduos da suinocultura, que é maior que o da avicultura, segundo dados do artigo Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás, de Kunz e Oliveira (2006).

De acordo com o CENSO AGRO, IBGE o rebanho da bovinocultura é maior que da suinocultura, mas no Brasil a maior parte destes bovinos não estão em confinamento, mas sim a pasto, por isso o quantitativo de geração de biogás é menor na bovinocultura.

O potencial de produção de biogás a partir dos dejetos da suinocultura se confirma quando analisamos a figura 1 que demonstra que as regiões com maior potencial de produção de biogás são, também, os maiores produtores da suinocultura: Sul (57,74%); Sudeste (24,78%); Centro-Oeste (15,43%); Nordeste (1,29%) e Norte (0,76%).

No tocante ao setor da indústria, conforme figura 2, a região Sudeste é a que possui maior potencial de produção de biogás a curto prazo (61,04%), seguida pelas regiões Centro-Oeste (21,82%), Nordeste (8,42%), Sul (7,33%) e Norte (1,39%). O setor sucroenergético é o responsável por 97% do potencial de

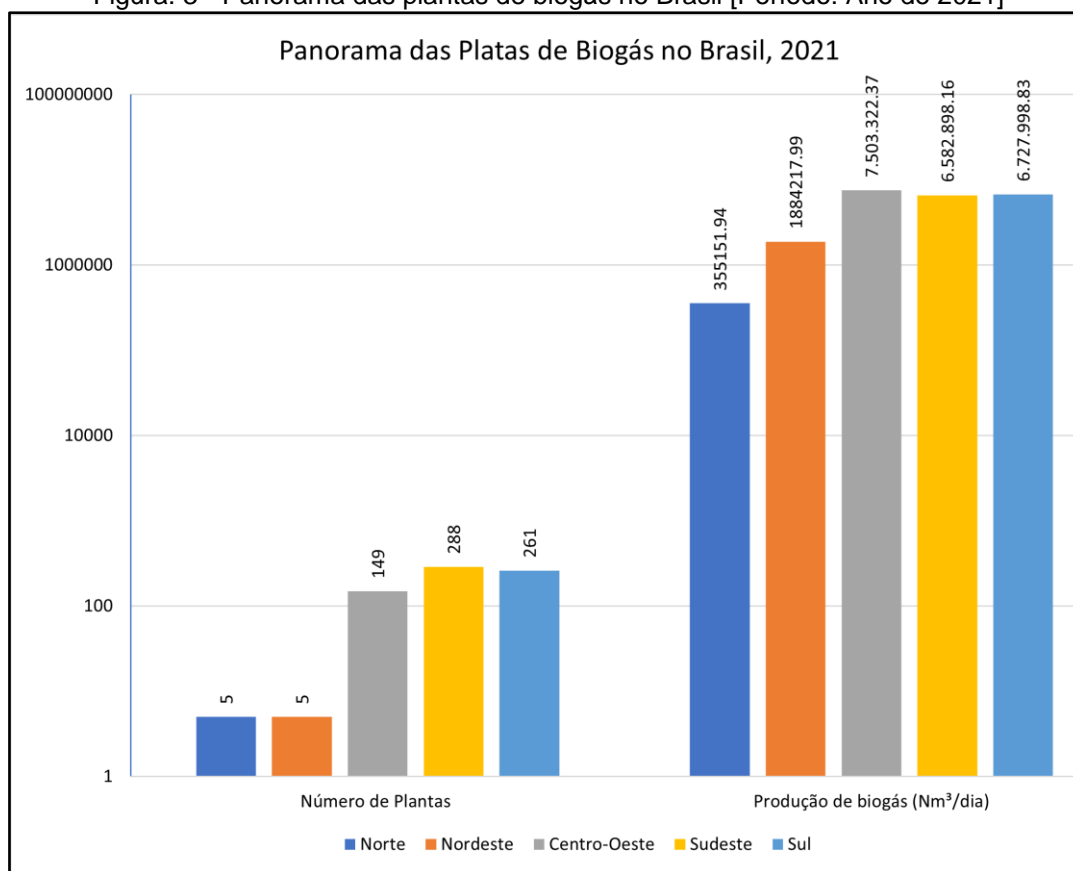
---

<sup>4</sup> O Censo Agropecuário, Florestal e Aquícola (CENSO, 2017) traz 4 categorias: agricultura; pecuária; produtores rurais; e estabelecimentos rurais.

produção de biogás, entre as cadeias consideradas, sendo que a região Sudeste é a maior produtora deste setor, o que explica tal potencial de produção de biogás.

Com relação a efetiva produção de biogás, a figura 3, abaixo, apresenta a relação entre a efetiva produção de biogás (Nm<sup>3</sup>/dia) e as plantas de biogás no Brasil, 2021, obtendo-se o seguinte panorama:

Figura: 3 - Panorama das plantas de biogás no Brasil [Período: Ano de 2021]



Fonte: Elaborado pela autora. Dados da pesquisa (2023). Gráfico confeccionada a partir dos dados do BiogásMap, 2022.

Depreende-se da figura 3 que as maiores regiões produtoras de biogás a partir dos dejetos da agroindústria (pecuária e indústria) são sucessivamente: Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Tal ranking é igual quando analisamos o potencial de produção de biogás da agropecuária, conforme transcrito acima.

Assim, tanto com relação ao potencial, quanto a produção de biogás, 2021, a região Sul lidera, seguida da Sudeste e Centro-Oeste. Tal situação se deve pelo tipo de cultura das regiões, e substratos que delas advém, sendo que

a região Sul é a maior produtora de suinocultura (Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná são os 3 primeiros do ranking) e galináceos (Paraná em 1º lugar e Santa Catarina em 3º no ranking), conforme dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Quando correlacionado ao potencial de produção de biogás advindo da indústria (vide figura 2) as regiões não se equivalem com a efetiva produção de biogás, ano de 2021 (vide figura 3), na qual as regiões Sudeste e Centro-Oeste lideram, seguida da região Nordeste e o Sul em penúltimo lugar.

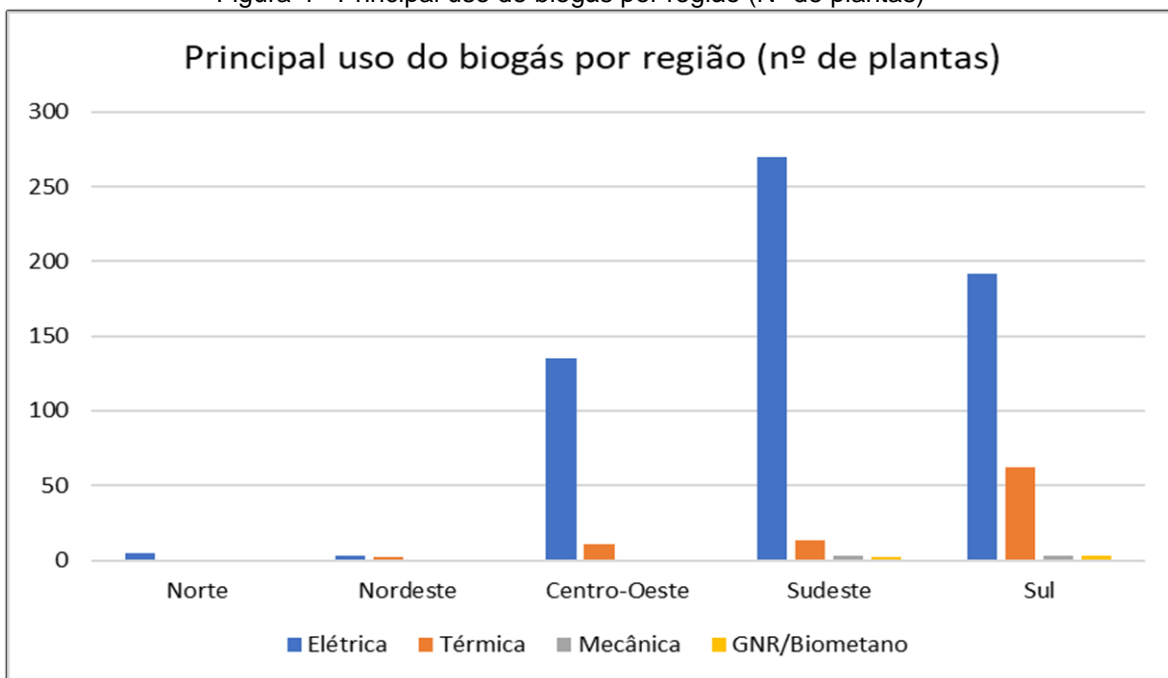
Tal situação se explica, pois a região Sudeste é uma das maiores produtoras do setor sucroenergético, tendo como um dos maiores produtores de cana-de-açúcar forrageira os estados de Minas Gerais e São Paulo. O ranking de maiores produtores de bovinos, também, reflete no potencial de geração e na geração de biogás nestas regiões.

Assim, como dito anteriormente, as regiões com maior potencial de geração e produção advém do tipo da economia agrícola da região. E, com relação a produção resta nítido que mesmo que o rebanho da avicultura e bovinocultura no país sejam maiores, o maior potencial de geração e a efetiva geração se dá na suinocultura devido a forma de captação desse biogás, pois a maior parte do rebanho bovino não está em confinamento, mas sim a pasto.

Tal situação também é evidenciada quando se compara o potencial e a efetiva produção de biogás das plantas da pecuária e da indústria, na qual a segunda tem um potencial bem maior se comparado a primeira, pois são plantas maiores, com grande geração de dejetos de forma centralizada, e consequentemente maior produção.

Com relação à aplicação prática do biogás produzido, conforme os dados apresentados no BiogasMap de 2021, retratados na figura 4.

Figura 4 - Principal uso do biogás por região (Nº de plantas)



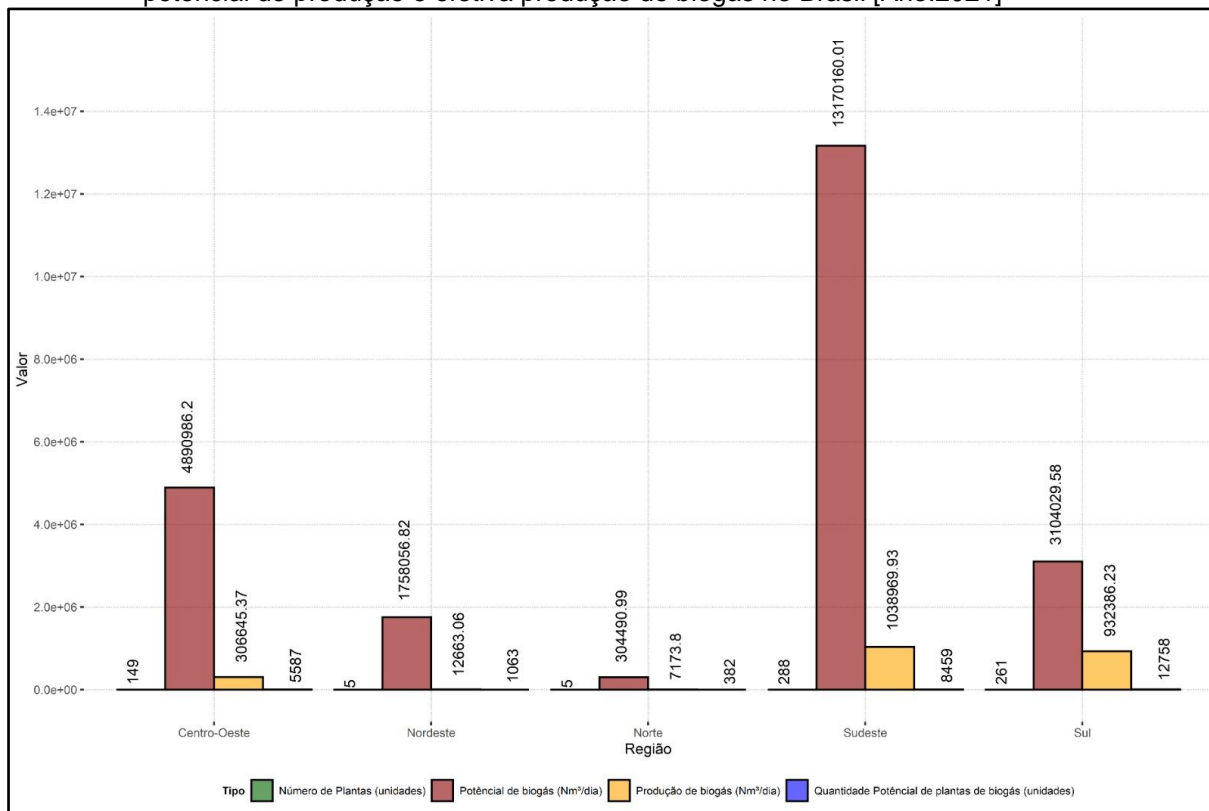
Fonte: Elaborado pela autora. Dados da pesquisa (2023). Tabela confeccionada a partir dos dados do BiogásMap, 2021.

Assim, verificasse que o principal uso do biogás é para energia elétrica, em seguida energia térmica, mecânica e por último o biometano. Nesta perspectiva, analisando em conjunto com os dados apresentados anteriormente, entende-se que a maior parte das plantas (nº de plantas) são de produtores agropecuários e que as grandes plantas (volume de produção de biogás) estão no setor da indústria, podendo-se compreender que tais plantas, e a utilização do energético, são para utilização nas próprias propriedades e de acordo com a necessidade do gerador.

Ademais, resta nítido o papel que o biogás tem para a segurança energética, principalmente para a produção de energia elétrica, possibilitando, inclusive, que a agroindústria tenha sistemas off grid e se desvincilhe dos problemas e custos adicionais com energia elétrica e térmica (principal uso).

A figura 5 apresenta a comparação entre a efetiva produção e número de plantas atual (ano de 2021) de biogás e o potencial de produção e número de plantas de biogás no Brasil.

Figura 5 - Comparação entre o número efetivo de plantas e potencial de plantas de biogás e potencial de produção e efetiva produção de biogás no Brasil [Ano:2021]



Fonte: Elaborado pela autora (2023). Dados da pesquisa. Tabela confeccionada a partir dos dados do BiogásMap, de 2021 e Biogás no Brasil Potencial a oferta a curto prazo.

Assim, verifica-se na figura 5 que o número de plantas atual da agroindústria, ano de 2021, é 0,025% do potencial de plantas, bem como a produção de biogás (Nm³/dia) da agroindústria é 0,03% do potencial de produção de biogás. Nesta perspectiva, entende-se que a situação atual é ínfima perto do potencial.

De acordo com o panorama do Biogás, BiogasMap 2022, houve um aumento de 16% no número de plantas em operação e 10% do volume de biogás produzido em 2021, em comparação ao ano de 2020, sinalizando que o mercado continua em expansão. Em 2021 estimou-se que para o ano de 2022 seria esperado um crescimento de mais de 22% com a entrada em operação das 56 plantas que estavam em fase de implantação ou em reforma (CIBiogás, 2022, pg. 8), e estimou-se alcançar uma produção anual de pelo menos 2,8 bilhões de Nm³ de biogás. Tal dado foi confirmado com a publicação do Panorama do Biogás no Brasil 2022 (CIBiogás, 2023).

Mesmo com tal cenário de expansão verifica-se que temos um potencial ainda maior para o crescimento do setor, o que nos confirma o quão importante é a necessidade de difusão de tal energético em nosso país e conseqüentemente a diversificação da matriz energética, a descarbonização, e a redução do GEE. Ademais, entende-se que tal homogeneização na utilização do biogás pode-se dar através de políticas públicas de incentivo a sua produção e utilização.

## CONCLUSÃO

Quando se compara os setores da agropecuária e indústria tem-se que tanto o potencial de produção, quanto na efetiva produção o setor da indústria tem potencial/efetiva produção de biogás maior que o da agropecuária, mesmo tendo uma quantidade de plantas menor, o que se reflete também com relação as plantas de propriedade de pessoa física (CPF) e jurídica (CNPJ), sendo as plantas pessoa jurídica com maior produção, mesmo que em menor número. O que nos leva a conclusão de que as plantas da indústria (CNPJ) são maiores e com capacidade maior de geração a partir de tais dejetos.

Depreende-se, também, que o principal uso do biogás das plantas enquadradas como CPF é para a geração de energia elétrica, enquanto as plantas CNPJ têm como principal uso a geração para energia térmica. Neste sentido, entende-se que a utilização do biogás para a geração de certo tipo energético depende da necessidade do gerador/usuário.

Tanto com relação ao potencial, quanto a produção efetiva de biogás, ano de 2021, a região Sul lidera, seguida da Sudeste e Centro-Oeste. Isso se deve pelo tipo de cultura da região, e substrato que dela advém, haja visto que a região Sul é a maior produtora de suinocultura (Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná são os 3 primeiros do ranking) e galináceos (Paraná em 1º lugar e Santa Catarina em 3º no ranking).

Ocorre que quando correlacionado ao potencial de produção de biogás advindo da indústria as regiões não se equivalem com a efetiva produção de biogás, ano de 2021, na qual as regiões Sudeste e Centro-Oeste lideram, seguida da região Nordeste e o Sul em penúltimo lugar. Tal situação se explica, pois, a região Sudeste é uma das maiores produtoras do setor sucroenergético,

tendo como um dos maiores produtores de cana-de-açúcar forrageira os estados de Minas Gerais e São Paulo. Assim, conclui-se, que as regiões com maior potencial de geração e produção advém do tipo da economia agrícola da região. E, com relação a produção resta nítido que mesmo que o rebanho da avicultura e bovinocultura no país sejam maiores, o maior potencial de geração e a efetiva geração se dá na suinocultura devido a forma de captação desse biogás, pois a maior parte do rebanho bovino não estão em confinamento, mas sim a pasto.

Com relação ao principal uso do biogás, este é para energia elétrica, em seguida energia térmica, mecânica e por último o biometano. Nesta perspectiva, tem-se que a maior parte das plantas são de produtores agropecuários (que se utilizam do biogás para energia elétrica) e que as grandes plantas estão no setor da indústria (que utiliza a energia térmica, mecânica e biometano). Conclui-se, então, que tais plantas e a utilização do energético são para utilização nas próprias propriedades. Por fim, chegou-se à conclusão de que a situação atual, número de plantas e produção de biogás, é ínfima perto do potencial.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística – IBGE. **Censo Agropecuário Florestal e Aquícola 2017**. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/sobre-censo-agro-2017.html> Acesso: 04. Out. 2023.

BRASIL. **Lei 13.709/2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)**. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm) Acesso: 04. out. 2023.

CARDOSO, Bárbara Françoise; OYAMADA, Graciela Cristine; SILVA, Carlos Magno da. **Produção, tratamento e uso dos dejetos suínos no Brasil**. Desenvolvimento em questão. Editora Unijúí. 2015.

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

CIBIOGAS. Centro Internacional de Energias Renováveis-Biogás. Circular Técnica Interna: Nº 001/2018. **Potencial de produção de biogás a partir de diferentes substratos**. Foz do Iguaçu – Paraná, 29 de agosto de 2018.

INSTITUTO 17. **Biogás no Brasil: Potencial Oferta a Curto Prazo. Programa de Energia para o Brasil – BEP (Brasil)**. Relatório técnico 02-2021. São Paulo/SP: Instituto 17, 2021. Pesquisa realizada: 12. jun. 2023. Disponível em: <https://i17.eco.br/wp-content/uploads/2022/11/RT02-2021.pdf>

JÚNIOR, Marco. A. P. Orrico; ORRICO, Ana C. A.; JÚNIOR, Jorge de Lucas. **Biodigestão anaeróbia dos resíduos da produção avícola: cama de frango e carcaças.** Saneamento e Controle Ambiental • Eng. Agríc. 30 (3) • Jun 2010. Pesquisa Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/GPC3FkvG4sV4DndFsrTRhCc/#> Acesso: dia 09.Set. 2023.

KUNZ, Airton; e OLIVEIRA, Paulo Armando V. de. **Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás.** Revista de Política Agrícola. Ano XV, nº 3; Jul./Ago./Set. 2006.. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/download/507/458> Acesso: 04. Out. 2023.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia científica.** 3.ed. – São Paulo: Atlas, 2000.

R CORE TEAM. R: A *language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2023.

SARACEVIC, E., FRÜHAUF, S., MILTNER, A., KARNPAKDEE, K., MUNK, B., LEBUHN, M., ... & BAUER, A. **Utilization of food and agricultural residues for a flexible biogas production: process stability and effects on needed biogas storage capacities.** Energies, v. 12, n. 14, p. 2678, 2019. Acesso: 04. Out. 2023.

SHUBEITA, Fauzi de Moraes. **Análise e modelagem de sistema de digestão Anaeróbica monitorado para previsão e busca de eficiência de operação.** Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, PUCRS. 2016. Disponível em: <https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/9607/1/000482327-Texto%2bCompleto-0.pdf> Acesso: 11. Jun. 2023.