

Universidade de Brasília
Faculdade do Gama – FGA
Engenharia de Energia

**CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS DA
INSERÇÃO DO BIOMETANO NO MERCADO DE
GÁS NATURAL**

Autora: Letycia Vitoria de Almeida Alves Pedroza
Orientadora: Profa. Dra. Maria Vitória Duarte Ferrari

Brasília - DF
2024



Letycia Vitoria de Almeida Alves Pedroza

Cenário atual e perspectivas da inserção do Biometano no mercado de Gás Natural

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de graduação em Engenharia de Energia da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energia.

Universidade de Brasília
Faculdade do Gama – FGA

Orientadora: Profa. Dra. Maria Vitória Duarte Ferrari

Brasília - DF

2024

Letycia Vitoria de Almeida Alves Pedroza

Cenário atual e perspectivas da inserção do Biometano no mercado de Gás Natural/ Letycia Vitoria de Almeida Alves Pedroza. – Brasília - DF, 2024-
76 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Vitória Duarte Ferrari

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília
Faculdade do Gama – FGA , 2024.

1. Biometano. 2. Gás Natural. I. Profa. Dra. Maria Vitória Duarte Ferrari.
II. Universidade de Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV. Cenário atual e
perspectivas da inserção do Biometano no mercado de Gás Natural

CDU 02:141:005.6

Letycia Vitoria de Almeida Alves Pedroza

Cenário atual e perspectivas da inserção do Biometano no mercado de Gás Natural

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de graduação em Engenharia de Energia da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energia.

Trabalho aprovado. Brasília - DF, 14 de agosto de 2024 .

**Profa. Dra. Maria Vitória Duarte
Ferrari**
Orientadora

**Profa. Dra. Roseany de Vasconcelos
Vieira Lopes**
Membro Convidado

Dra. Tamar Roitman
Membro Convidado

Esp. Adrianno Farias Lorenzon
Membro Convidado

Brasília - DF
2024

Agradecimentos

Este trabalho de conclusão de curso significa o encerramento de uma longa e importante jornada de minha vida. Essa jornada foi percorrida junto a pessoas muito importantes para mim, as quais gostaria de expressar meus agradecimentos.

Em primeiro lugar, aos meus pais e às minhas irmãs pelo apoio ao longo de todo o caminho que me trouxe até este momento. Esta é uma conquista da nossa família!

Agradeço, especialmente, à minha orientadora Profa. Dra. Maria Vitoria Duarte Ferrari, por aceitar o desafio de me orientar sobre o tema por mim escolhido, por toda a atenção fornecida e pela amizade criada em pouco mais de um ano de orientação. Estendo os agradecimentos à Profa. Dra. Roseany de Vasconcelos Vieira Lopes, uma querida professora que fez parte da minha iniciação como pesquisadora na universidade.

Aos grandes amigos que fiz no início do curso por todo o apoio durante esses longos anos: Daniel Barcelos, Marcela Enriquez, Mariana Vieira e Thayná Sousa. Ao meu companheiro de curso Philipe Serafim, agradeço pelas conversas, pela parceria e pela amizade construída fora da universidade. Agradeço também às queridas colegas Mylena Valadares e Letícia Lima por todas as conversas, pela ajuda nos estudos e pela enorme sintonia em nossos trabalhos.

Antes de finalizar, não posso deixar de agradecer à equipe da ABRACE Energia por todo o acolhimento, ensinamentos e orientações que me fazem uma profissional melhor. Em especial, agradeço aos meus colegas de time Adrianno Lorenzon, Juliana Rodrigues e Natália Seyko por me ensinarem tanto sobre o mercado de gás, por me incentivarem a escrever este trabalho e a continuar aprendendo.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta etapa tão importante da minha vida.

“ Se o conhecimento estivesse ao alcance da mão e pudesse ser encontrado sem qualquer dificuldade, seria certamente negligenciado. Tudo que é nobre é tão difícil quanto raro.”

Baruch Spinoza

Resumo

O uso do biometano em adição ao gás natural em gasodutos de transporte e distribuição está sendo considerado em todo o mundo como uma forma de descarbonizar setores que dependem intensivamente do gás natural. No Brasil, a integração do biometano ao mercado de gás natural ainda é incipiente em meados de 2024, e não há definições claras sobre como esse energético se consolidará no mercado. Posto isso, uma pesquisa exploratória para identificar as perspectivas de inserção e desenvolvimento do biometano no mercado de gás brasileiro foi realizada. Os resultados apontam para uma projeção de expansão da capacidade produtiva instalada no país até o fim de 2026, assim como indicam uma demanda crescente por parte de indústrias de diversos segmentos e concessionárias de gás canalizado. Verificou-se que a participação do biometano nos portfólios de suprimento das concessionárias ainda é pouco expressiva, mas é presente em dois estados e deve ser ampliada para, ao menos, outros dois estados num horizonte de curto prazo. Para mais, observa-se um movimento entre governos e agências reguladoras estaduais para estabelecer as disposições regulatórias que garantam a inserção do biometano nos mercados estaduais de gás. Até a data de publicação deste trabalho, é possível inferir que as ações dos agentes envolvidos na inserção do biometano ao mercado de gás têm promovido algum avanço para a integração do novo energético nesse mercado. Entretanto, a atuação integrada entre produtores, concessionárias, transportadores, indústrias e poderes concedentes, alinhada às demandas e pretensões desses agentes, ainda deve ser trabalhada para promover a entrada e o crescimento do uso biometano no mercado brasileiro de gás natural.

Palavras-chave: gás natural renovável, descarbonização, distribuição de gás canalizado, gasodutos.

Abstract

The use of biomethane in addition to natural gas in transportation and distribution pipelines is being considered worldwide as a means to decarbonize sectors that heavily rely on natural gas. In Brazil, as of mid-2024, the integration of biomethane into the natural gas market is still in its early stages, with no clear definitions on how this energy source will be consolidated in the market. In light of this, an exploratory study was conducted to identify the prospects for the insertion and development of biomethane in the Brazilian gas market. The results point to a projected expansion of installed production capacity in the country by the end of 2026, as well as a growing demand from various industrial sectors and piped gas utilities. It was found that the presence of biomethane in the supply portfolios of these utilities is still limited, but it is present in two states and is expected to expand to at least two more states in the short term. Furthermore, there is a noticeable movement among governments and state regulatory agencies to establish the regulatory provisions necessary to ensure the inclusion of biomethane in state gas markets. As of the publication date of this study, it is possible to infer that the actions of the agents involved in the integration of biomethane into the gas market have led to some progress in incorporating this new energy source. However, further work is needed to foster integrated action among producers, utilities, transporters, industries, and granting authorities, in alignment with the demands and expectations of these stakeholders, to promote the entry and growth of biomethane usage in the Brazilian natural gas market.

Key-words: renewable natural gas, decarbonization, piped gas distribution, gas pipelines.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Fluxograma das etapas de pesquisa.	17
Figura 2 – Histórico de políticas de incentivo e marcos regulatórios das cadeias de desenvolvimento do biogás e biometano.	22
Figura 3 – Estrutura do mercado de gás natural.	24
Figura 4 – Gasodutos de transporte de gás natural no Brasil.	27
Figura 5 – Dinâmica da injeção do biometano nas redes de transporte de gás natural.	29
Figura 6 – Dinâmica da injeção do biometano nas redes de distribuição de gás natural canalizado.	30
Figura 7 – Capacidade de produção de biometano por estado até maio de 2024.	34
Figura 8 – Capacidade de produção de biometano por matéria prima até maio de 2024.	35
Figura 9 – Número de instalações por de rota de purificação utilizada.	36
Figura 10 – Mapeamento da capacidade de produção de biometano por estado até dezembro de 2024.	37
Figura 11 – Mapeamento da capacidade de produção de biometano por estado até agosto de 2026.	38
Figura 12 – Capacidade de produção de biometano por matéria prima até 2026.	39
Figura 13 – Mapeamento da demanda de biometano por distribuidoras de gás canalizado em 2023.	43
Figura 14 – Mapeamento da participação do biometano nos portfólios das concessionárias com contratos de suprimento com fornecimento ativo ou previsão de início de fornecimento em 2024.	47
Figura 15 – Mapeamento dos regulamentos sobre a distribuição canalizada de biometano até maio de 2024.	50
Figura 16 – Extrato da Ficha Cadastral de Produtores de Biometano (0820814) obtida pelo acesso público do Processo SEI 48610.212226/2019-18.	73
Figura 17 – Extrato da Ficha Cadastral de Produtores de Biometano (0295732) obtida pelo acesso público do Processo SEI 48610.212031/2019-78.	74
Figura 18 – Extrato da Ficha Cadastral de Produtores de Biometano (0069690) obtida pelo acesso público do Processo SEI 48610.203523/2018-91.	75
Figura 19 – Extrato da Ficha Cadastral de Produtores de Biometano (0295602) obtida pelo acesso público do Processo SEI 48610.212027/2019-18.	76

Lista de tabelas

Tabela 1 – Quadro resumo dos principais mecanismos regulatórios presentes nas resoluções sobre a distribuição de biometano no Brasil.	52
Tabela 2 – Dados das instalações produtoras de biometano.	71

Sumário

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	13
2	MATERIAIS E MÉTODOS	16
3	DO CONTEXTO DA INTEGRAÇÃO DO BIOMETANO AO MERCADO DE GÁS NATURAL	18
3.1	HISTÓRICO DO BIOGÁS E BIOMETANO NO BRASIL	18
3.2	A ESTRUTURA DO MERCADO DE GÁS NATURAL NO BRASIL	23
3.3	FORMAS DE INSERÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO BIOMETANO NO MERCADO DE GÁS NATURAL	26
3.3.1	Redes de transporte de gás natural	26
3.3.2	Redes de distribuição de gás natural	29
4	A PRODUÇÃO DE BIOMETANO NO BRASIL	32
4.1	ASPECTOS TÉCNICOS DA PRODUÇÃO DE BIOMETANO	32
4.2	CAPACIDADE E PERFIL DE PRODUÇÃO ATUAL	33
4.3	CAPACIDADE E PERFIL DE PRODUÇÃO ESPERADOS ATÉ 2026	36
5	O INTERESSE PELO USO DO BIOMETANO EM MISTURA AO GÁS NATURAL	41
5.1	DISTRIBUIDORAS	41
5.2	INDÚSTRIAS	43
5.3	PARTICIPAÇÃO DO BIOMETANO NOS MERCADOS ESTADUAIS DE GÁS NATURAL	45
6	AS REGULAMENTAÇÕES ESTADUAIS SOBRE A DISTRIBUIÇÃO DO BIOMETANO	48
6.1	PRESENÇA DOS REGULAMENTOS	48
6.2	MECANISMOS REGULATÓRIOS ADOTADOS	50
7	CONCLUSÕES	53
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
	REFERÊNCIAS	58

APÊNDICES	70
APÊNDICE A – DADOS DAS INSTALAÇÕES PRODUTORAS DE BIOMETANO	71
ANEXOS	72
ANEXO A – FICHAS CADASTRAIS DE PRODUTORES DE BIOMETANO	73

1 INTRODUÇÃO

O potencial para expansão das fontes renováveis na matriz energética brasileira é notável. No ano de 2023, o patamar de renovabilidade da matriz alcançou a marca de 49%, ao passo que no mundo a proporção de fontes renováveis se aproxima de 14% (1). É esperado que o desenvolvimento de novas tecnologias de produção e conversão de energia, bem como o adequado investimento e direcionamento das fontes, impulsionem esse percentual no Brasil. É fato que nos últimos anos o país obteve sucesso no desenvolvimento de tecnologias que oportunizaram o uso do potencial dos resíduos orgânicos em prol do desenvolvimento energético, especialmente em relação ao biogás, que apresentou um aumento da produção de mais de 20% entre os anos de 2020 e 2021 (2).

O biogás, além de ser utilizado para a geração de energia elétrica, pode ser convertido em biometano. O biometano é um gás oriundo da purificação do biogás, constituído essencialmente de gás metano, contendo baixos índices de outros gases. Esse gás renovável tem ganhado destaque mundial pela sua utilização em substituição a combustíveis fósseis, como o diesel mineral e o gás natural (3).

O mercado de gás brasileiro movimentava milhares de metros cúbicos de gás natural todos os dias. Em 2023, a demanda média de gás natural foi de 62,37 MM m³/dia (4) e há a expectativa de que esse volume seja ampliado nos próximos anos. As principais infraestruturas modais do mercado de gás são os gasodutos de transporte e distribuição - responsáveis pela movimentação de gás em larga escala em diversos estados da federação.

Nesse cenário, vislumbra-se a oportunidade de inserir o biometano no mercado de gás de modo a complementar a oferta de gás natural e diversificar as fontes de suprimento no mercado nacional (5), incentivando a descarbonização dos setores sustentados pelo uso do energético fóssil, como parte do setor industrial brasileiro. A inserção do biometano nos gasodutos pode ainda representar o ensejo à expansão da produção de biometano no país, auxiliando no desenvolvimento das cadeias de produção de biogás e biometano e incrementando a participação da bioenergia na matriz energética brasileira.

Nos anos recentes, a instalação de unidades produtoras de biometano nos estados do Rio de Janeiro, Ceará e São Paulo e o sucesso do primeiro projeto-piloto de injeção de biometano em um gasoduto de distribuição - ocorrido no Ceará - evidenciaram o potencial de inserção do biometano nos gasodutos de transporte e distribuição do país. Nesse sentido, intensificaram-se as discussões sobre as diversas possibilidades de descarbonização e ampliação do acesso à energia limpa que o biometano pode representar para o setor consumidor de gás natural brasileiro, especialmente após a publicação da Nova Lei do Gás - marco do setor de gás natural brasileiro que, dentre outras determinações,

garantiu ao biometano tratamento equivalente ao gás natural. As discussões levantaram o interesse de empresas transportadoras de gás natural, empresas distribuidoras de gás canalizado e grandes indústrias consumidoras de energia interessadas na descarbonização de suas matrizes. A temática também despertou o interesse dos estados comprometidos com os pactos globais de enfrentamento às mudanças climáticas, que passaram a incluir o incentivo ao uso canalizado do biometano como parte das ações para o alcance dos objetivos estaduais de redução das emissões de gases de efeito estufa. Alguns desses estados já avançaram na legislação e regulamentação sobre o biometano, publicando políticas de incentivo à produção e uso do energético e atos normativos que disciplinam o uso do biometano nos gasodutos de distribuição de gás natural.

Apesar dos esforços dos agentes do mercado de gás e dos poderes concedentes para incentivar o uso do biometano, sua presença nos estados e a injeção em gasodutos ainda é incipiente. Atribuí-se a isso o fato da capacidade de produção de biometano instalada no país ainda ser baixa e concentrada em poucos estados, o que torna a disponibilidade de biometano distinta em cada estado de acordo com a maturidade produtiva local (6). Somado a isso, os volumes atualmente produzidos são comercializados, majoritariamente, fora dos gasodutos e apenas dois estados - Ceará e São Paulo - registram a injeção de biometano em gasodutos de distribuição (7, 8).

Além disso, pelas competências atribuídas aos estados sobre a regulação do serviço de distribuição de gás canalizado, os regramentos sobre a distribuição de biometano nas redes de distribuição variam de estado a estado e podem, inclusive, não existir, tornando as possibilidades de uso e desenvolvimento do biometano nos mercados de gás distintas em cada unidade da federação. Para mais, a injeção do biometano nos gasodutos de transporte pode ser outra possibilidade ao desenvolvimento do biometano no mercado de gás nacional, contudo, ainda não é uma realidade no país.

À época da elaboração deste trabalho, é possível perceber que a dinâmica da produção de biometano, o interesse dos consumidores e concessionárias, a regulação da distribuição canalizada e os projetos de injeção nas redes de transporte vêm se alterando constantemente. De qualquer perspectiva, a incorporação do biometano ao mercado de gás está dando seus primeiros passos. Nesse cenário, não há uma indicação clara de como o biometano se desenvolverá no mercado de gás nacional.

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo realizar um estudo exploratório acerca da conjuntura atual da inserção do biometano nas redes de distribuição e transporte de gás natural, caracterizando a produção de biometano no Brasil, o interesse pelo seu uso em substituição ao gás natural e os instrumentos regulatórios que tratam da distribuição do energético nos estados. Os objetivos específicos são:

- Identificar as principais rotas de produção de biometano utilizadas no Brasil;
- Mapear a produção de biometano;
- Examinar as projeções de expansão dos volumes;
- Identificar o interesse das concessionárias e indústrias pelo uso de biometano em substituição ao gás natural;
- Identificar a contribuição do biometano nos volumes totais de gás consumidos;
- Identificar os estados que possuem atos normativos acerca da utilização do biometano; e
- Identificar os mecanismos regulatórios que disciplinam o uso do biometano nas redes de distribuição de gás natural canalizado.

Este trabalho está organizado em 8 capítulos. O Capítulo 2 traz a descrição da metodologia de pesquisa adotada, bem como dos materiais utilizados como referência para a formulação de dados neste trabalho.

No Capítulo 3 é apresentado o histórico de utilização e produção de biogás e biometano no país e a contextualização das competências e regulamentos em nível federal e estadual que permitem a utilização do biometano no mercado de gás. O capítulo traz uma breve apresentação das formas pelas quais o biometano pode ser inserido no mercado de gás canalizado. Não se pretende abarcar todos os aspectos da inserção do biometano nos gasodutos de transporte e da movimentação por modais alternativos ao dutoviário, contudo, uma breve explanação da possibilidade da inserção do biometano nas redes de transporte de gás natural é realizada, pois o foco é dado à utilização do energético nas redes de distribuição, uma vez que essa já vem ocorrendo no país.

No Capítulo 4, é feita a caracterização da produção de biometano no Brasil. Nesse capítulo são apresentadas a quantificação da produção atual e as perspectivas de expansão da produção até o ano de 2026, bem como é feita a caracterização das instalações produtoras no que tange as matérias-primas utilizadas.

O Capítulo 5 tem como objetivo a apresentação do interesse pelo uso do biometano em mistura ao gás natural. Esse capítulo traz ainda a identificação das manifestações de interesse das companhias de distribuição de gás natural canalizado e de indústrias pelo uso do biometano. O capítulo também traz o cenário da participação atual do biometano no mercado consumidor das concessionárias.

No Capítulo 6, é apresentado o mapeamento dos regulamentos estaduais que definem os regramentos para a utilização canalizada do biometano e os principais mecanismos

regulatórios que fornecem as possibilidades de integração do energético aos mercados locais de gás natural.

Por fim, nos Capítulos 7 e 8 são apresentadas as conclusões e considerações finais deste trabalho.

Os dados apresentados na primeira fase do Trabalho de Conclusão de Curso foram utilizados e complementados para a redação do artigo "Cenário atual e perspectivas da inserção do biometano no mercado brasileiro de gás natural", que foi apresentado no *9th Latin American Energy Economics Meeting* antes da conclusão do TCC 2.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho teve como método a pesquisa exploratória qualiquantitativa de dados e informações sobre a produção, consumo e regulamentação da distribuição do biometano no Brasil.

Para realizar a fundamentação teórica deste trabalho pesquisou-se pela legislação atinente ao biogás, biometano e gás natural por meio do Diário Oficial da União. Além disso, identificaram-se os atos normativos em vigor relacionados à regulamentação do biometano por meio de uma pesquisa textual com palavras-chave no Sistema de Legislação da ANP. Pelo acesso aos atos normativos válidos que produzem efeito legal obteve-se também acesso aos atos por esses revogados.

No que tange o alcance dos objetivos específicos, para se mapear a produção de biometano e identificar as principais rotas de produção utilizadas no Brasil, formou-se uma base de dados sobre as instalações produtoras em operação e as instalações produtoras em processo de instalação. As informações sobre as instalações produtoras de biometano foram coletadas a partir do Relatório Dinâmico de Autorizações de Produtores de Biometano, publicado na plataforma eletrônica PowerBI da ANP. As informações diretamente coletadas dessa plataforma foram: Empresa produtora, Município, UF e Capacidade de Produção. A partir do nome da empresa realizou-se uma pesquisa textual por processos de autorização por meio do Sistema Eletrônico de Informações - SEI da ANP, onde obteve-se acesso a documentos do processo, como fichas cadastrais de produtores de biometano e cópias de e-mails. A partir dessas fichas, puderam ser obtidos dados referentes à matéria-prima utilizada nas instalações. Nos casos em que os documentos do processo não puderam ser acessados, realizou-se uma pesquisa em sites de busca pelo nome da empresa e coletaram-se as informações sobre a matéria-prima utilizada a partir do site da empresa produtora. As informações coletadas foram dispostas no Apêndice A e no Anexo A.

Para a caracterização do interesse das concessionárias e indústrias, foram realizadas pesquisas em sites de agências reguladoras estaduais, companhias de distribuição de gás natural canalizado e em jornais e agências de notícias do setor energético. A identificação da participação do biometano nos mercados estaduais de gás foi feita por meio da consulta de informações sobre os volumes de biometano contratados em sites de jornais e agências de notícias e também pela pesquisa de informações em contratos de compra e venda de gás natural, publicados pela ANP.

De forma final, os atos normativos em vigor que tratam especificamente dos regramentos sobre a distribuição canalizada de biometano nos estados foram identificados a partir de buscas no Diário Oficial do Estado e nos sites das agências reguladoras estaduais.

O fluxograma que representa as etapas de pesquisa realizadas, contendo os métodos de pesquisa e os materiais utilizados, está disposto na Figura 1.

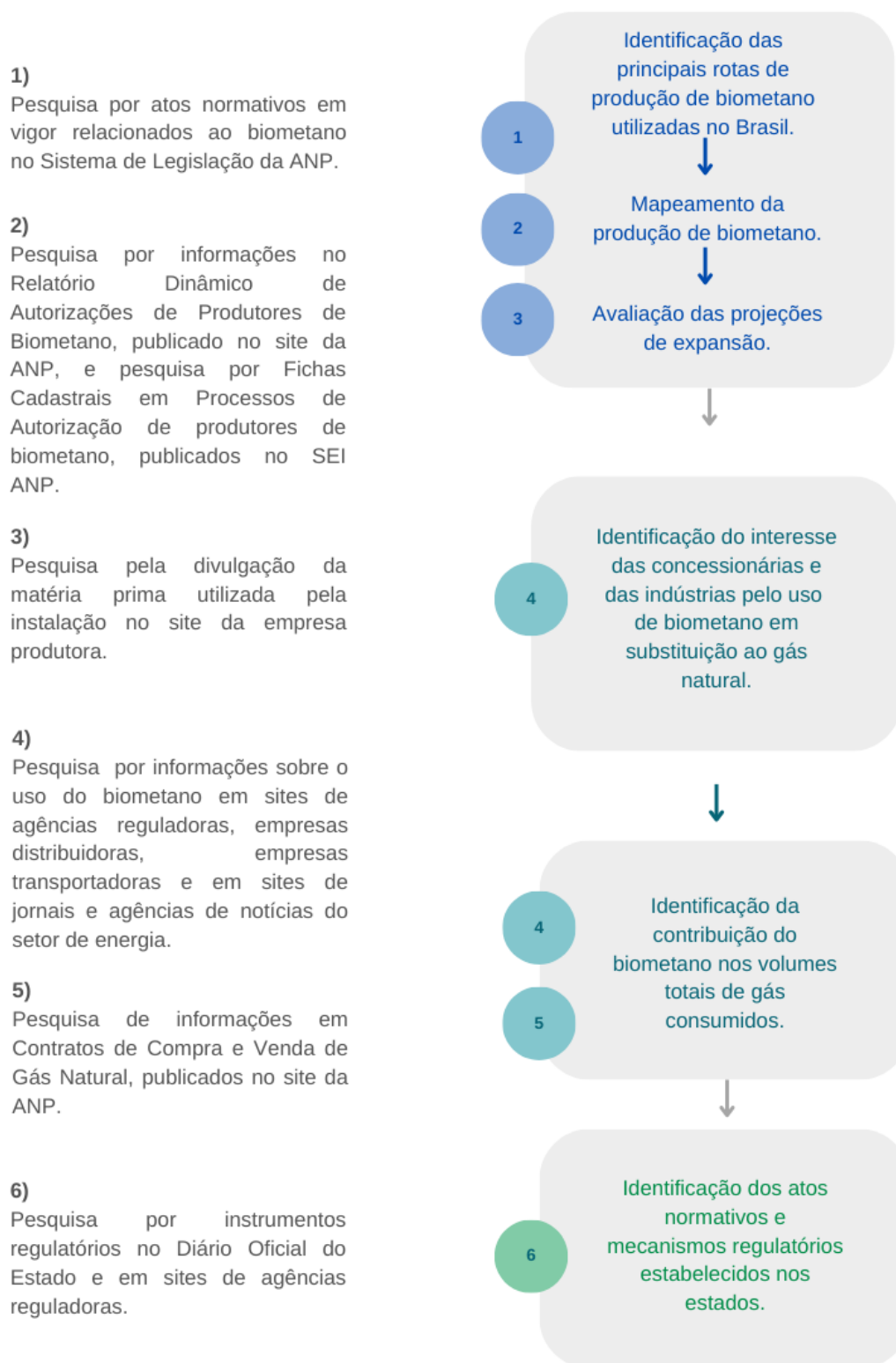


Figura 1 – Fluxograma das etapas de pesquisa.

Fonte: elaboração própria.

3 DO CONTEXTO DA INTEGRAÇÃO DO BIOMETANO AO MERCADO DE GÁS NATURAL

3.1 HISTÓRICO DO BIOGÁS E BIOMETANO NO BRASIL

O aproveitamento das biomassas para a geração de energia ocupa um histórico e importante papel na matriz energética brasileira. A partir da década de 1970, incentivadas por remodelações na política energética nacional frente ao primeiro choque do petróleo e à grande dependência por combustíveis fósseis importados, as fontes de bioenergia passaram a ocupar um relevante nicho no cenário nacional. Nesse contexto, inicia-se o aproveitamento de resíduos orgânicos para a produção de biogás no Brasil.

Produzido a partir do processo de digestão anaeróbica de resíduos orgânicos, o biogás é composto por frações de metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2), contendo ainda frações minoritárias de nitrogênio (N_2), hidrogênio (H_2), sulfeto de hidrogênio (H_2S) e amônia (NH_3) (9, 10). A degradação de materiais orgânicos na ausência de oxigênio, denominada biodigestão, é um processo metabólico de ocorrência natural em corpos d'água, lavouras submersas, pântanos ou reservatórios sem contato com a atmosfera. Os produtos majoritários da biodigestão, metano e dióxido de carbono, são considerados gases de efeito estufa (GEEs) com alto potencial poluidor, sendo o CH_4 mais nocivo do que o CO_2 (10). No entanto, o gás metano é o único constituinte do biogás que apresenta características combustíveis e pode ser utilizado para a geração de energia. O domínio da reprodução do processo de biodigestão em ambientes artificiais, tal qual biodigestores, possibilitou a prestabilidade de materiais residuais, como dejetos de animais, resíduos da agricultura e resíduos sólidos urbanos, para a concomitante redução de passivos ambientais e geração de energia renovável.

A produção de biogás no Brasil tem seu marco em 1977, quando a Empresa Brasileira de Tecnologia e Extensão Rural – EMATER iniciou o Projeto de Difusão de Biogás, o qual foi aplicado no estado de São Paulo e no Distrito Federal (11). Em 1982, o Governo Federal instituiu o Programa de Mobilização Energética - PME, cujo objetivo foi promover a redução do uso da energia e a progressiva substituição dos derivados de petróleo por combustíveis nacionais alternativos, incluindo o biogás como uma alternativa (12). Ambas as iniciativas obtiveram apoio de instituições de pesquisa e desenvolvimento, no entanto, o estado de incipiência das tecnologias aplicadas na produção do biogás e o alto custo produtivo minguaram o desenvolvimento do energético. Até aquele momento, as tecnologias empregadas na produção de biogás no Brasil necessitavam de grandes volumes de matéria orgânica e eram operadas por equipamentos pouco sofisticados, o que reduzia o potencial produtivo e tornava a produção pouco atrativa (13, 10). No cenário internacional, países que já possuíam familiaridade com o uso do biogás, também motivados pelas crises do

petróleo, desenvolveram novas tecnologias para a produção que, pouco a pouco, foram importadas para o Brasil e auxiliaram no aprimoramento da produção no país (14).

Ademais, os compromissos internacionais firmados nos encontros da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima exerceram importante papel no desenvolvimento do biogás no século seguinte.

Após a 3ª Conferência das Partes, realizada em 1997, o Brasil aderiu ao Protocolo de Quioto, o qual resultou nacionalmente na instituição do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, mecanismo para o desenvolvimento de projetos visando a redução da emissão de Gases de Efeito Estufa (GEEs), como plantas de produção de biogás (11). A implementação do MDL permitiu que projetos de produção de biogás destinados à queima do metano ou à produção energia, alternativas que contribuem para a redução das emissões de GEEs, pudessem acumular créditos de emissões, denominadas Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), a serem negociados pelo Brasil. Assim, no âmbito do MDL a produção de biogás no Brasil foi ampliada (15).

Outra iniciativa que gerou um impacto positivo à expansão do biogás foi o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, conhecido como Plano ABC. O plano setorial é um dos seis planos de ação elaborados no contexto da Política Nacional sobre a mudança do Clima - PNC, instituída em 2009, fruto dos compromissos assumidos pelo Brasil durante a 15ª Conferência das Partes. Com foco na promoção da redução das emissões de GEEs na agricultura, um dos intentos do Plano ABC foi o incentivo à geração de biogás e fertilizantes orgânicos a partir do tratamento de dejetos animais (16).

No ano de 2010, o Governo Federal instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, na forma da Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. O instrumento legal estabeleceu, dentre outras ações, a erradicação de lixões a céu aberto por meio da substituição por aterros sanitários (17). Com a criação de uma janela de oportunidade em nível nacional para a produção de biogás a partir dos resíduos depositados em aterros sanitários, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, plano de ação elaborado no âmbito da PNRS, estabeleceu metas para o aproveitamento dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos urbanos (17).

A partir de 2010, os incentivos à produção do biogás e o intercâmbio de novas tecnologias de tratamento e purificação do energético descortinam o potencial do biometano no cenário nacional. O biometano ou gás natural renovável é o gás resultante do *biogas upgrading* ou purificação do biogás, processo no qual as frações de contaminantes são removidas e o poder calorífico do gás é elevado (18). O gás gerado é rico em metano, visto que passa de frações de 50-70% de metano (CH_4) para frações maiores que 90%, com padrões de qualidade equiparáveis ao gás natural (19).

Nesse sentido, em 2012 iniciaram-se os movimentos para a criação de políticas estaduais de fomento à utilização de biogás e biometano - sobretudo o fomento à utilização do biometano por concessionárias de gás natural canalizado. Naquele ano, o estado de São Paulo criou, por meio do Decreto Estadual n. 58.659/2012, o Programa Paulista de Biogás, o qual objetivou o incentivo e ampliação da participação de gases combustíveis provenientes de biomassa na matriz energética do estado, bem como o estabelecimento de percentual mínimo de biometano a ser adicionado ao gás natural canalizado distribuído pelas concessionárias de distribuição do estado (20). No mesmo ano, o estado do Rio de Janeiro, visando incentivar a produção e o consumo do biometano, criou a Política Estadual de Gás Natural Renovável, estabelecida pela Lei Estadual n. 6.361/2012. A lei fluminense trouxe como uma de suas prioridades o estímulo à produção do biogás proveniente de aterros sanitários e a adição compulsória de até 10% de biometano nas redes de distribuição de gás natural canalizado operadas pelas concessionárias do estado (21).

Em 2013 a Companhia de Gás do Rio Grande do Sul - Sulgás, interessada em projetos de biometano em desenvolvimento no estado, recorreu à Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, entidade reguladora federal, para apresentar questionamentos sobre o uso do energético (22). Àquele momento não havia uma definição formal sobre o biometano no Brasil e, por isso, foi instituído um Grupo de Trabalho para a regulamentação do biometano. O Grupo de Trabalho foi responsável pelo levantamento dos estados envolvidos em projetos de produção de biometano, à época Rio Grande do Sul e Santa Catarina, bem como o levantamento de informações sobre a produção do biometano no Brasil, a experiência internacional sobre o uso em substituição ao gás natural e as possibilidades de uso do biometano no país, a citar: a injeção na rede de distribuição de gás natural canalizado e o uso como Gás Natural Veicular - GNV(22).

Os resultados da atuação do Grupo de Trabalho se consolidaram na elaboração da resolução que estabeleceu as especificações para o biometano produzido e comercializado no país (23). A Resolução ANP n. 8, de 30 de janeiro de 2015, foi a primeira resolução que tratava dos requisitos de qualidade e especificação do biometano oriundo do biogás produzido a partir de produtos e resíduos orgânicos agrossilvopastoris (RASP) e comerciais. O biometano oriundo do biogás gerado por resíduos sólidos urbanos (RSUs) e estações de tratamento de esgoto (ETEs), por sua vez, foi tratado inicialmente como combustível experimental, visto que a ANP indicou a necessidade do estabelecimento de padrões de qualidade distintos daqueles aplicados ao biometano oriundo de RASP e resíduos comerciais (22). Em 2017, foi publicada a Resolução ANP n. 685, de 29 de junho de 2017, que tratava especificamente dos requisitos de qualidade e especificação do biometano produzido a partir de RSUs e ETEs.

Durante esse período, a produção do biometano no Brasil dava seus primeiros

passos. As instalações produtoras de biometano oriundo de resíduos sólidos urbanos depositados em aterros sanitários foram as primeiras unidades a receberem a aprovação do controle de qualidade pelo regulador federal. No ano de 2017, a empresa GNR Dois Arcos Valorização de Biogás, localizada no estado do Rio de Janeiro, se tornou a primeira empresa produtora de biometano a atender aos requisitos de qualidade do biometano (24). A GNR Fortaleza Valorização de Biogás, operadora do Aterro Municipal Oeste de Caucaia, localizado no Ceará, também recebeu a aprovação do controle de qualidade do biometano, se tornando, em 2018, a primeira produtora a injetar biometano em uma rede de distribuição de gás natural canalizado em um projeto-piloto com a Companhia de Gás do Ceará (25, 7).

No mesmo ano, a ANP regulamentou a Resolução n. 734, de 26 de junho de 2018, que reconheceu a produção de biometano como atividade de produção de biocombustíveis sujeita à obtenção das autorizações (i) para o exercício da atividade de produção de biocombustíveis e (ii) operação de unidades produtoras de biocombustíveis. O ato normativo ainda definiu que o biometano produzido e comercializado para fins de geração de energia elétrica fica dispensado das autorizações tratadas pelo regulamento.

Ademais, na Resolução ANP n. 734/2018 foi estabelecido que o produtor de biometano que atender ao requisitos do regulamento somente poderá comercializar o biometano com "(i) concessionária estadual de gás canalizado; (ii) distribuidor de Gás Natural Comprimido - GNC a granel autorizado pela ANP; (iii) distribuidor de Gás Natural Liquefeito - GNL a granel autorizado pela ANP; comercializador de gás natural autorizado pela ANP; ou (iv) consumidor final de gás natural, nos termos da legislação vigente." (26).

Depreende-se que o entendimento da ANP sobre o biometano e o surgimento de novos projetos no país impulsionaram a perspectiva da utilização do biocombustível no cenário nacional. Ao passo que a produção do energético se desenvolvia, começava-se a enxergar o biometano como um grande vetor de renovabilidade e como energético de suma importância para a descarbonização das matrizes energéticas estaduais e nacional, assim como para o cumprimento dos pactos globais pelo desenvolvimento sustentável.

No ano de 2021, o estado do Rio Grande do Sul firmou o primeiro contrato de aquisição de biometano do estado. Em linha com os compromissos de descarbonização assumidos pelo estado no âmbito da campanha *Race to Zero*, campanha global entre estados e cidades com o objetivo de reduzir as emissões de GEEs em 50% até 2030 e zerá-las até 2050, o estado acordou o fornecimento futuro de biometano de uma usina em fase de implementação para a concessionária de gás natural canalizado do estado, a Sulgás (27). Um ano mais tarde, foi instituída nacionalmente a Estratégia Federal de Incentivo ao Uso Sustentável do Biogás e Biometano, cujo objetivo é incentivar programas para a redução de metano, fomentar o uso do biogás e biometano, bem como contribuir para o cumprimento do Pacto Climático de *Glasgow* e do Compromisso Global de Metano,

documentos resultantes da 26ª Conferência das Partes (28).

Em 2022, as especificações para o biometano foram atualizadas. A Resolução ANP n. 685/2017, que tratava do biometano oriundo de aterros sanitários e de estações de tratamento de esgoto, foi revogada pela Resolução ANP n. 886, de 29 de setembro de 2022, e a Resolução ANP n. 8/2015, que dispôs sobre o biometano oriundo de produtos e resíduos orgânicos agrossilvopastoris e comerciais, foi revogada pela Resolução ANP n. 906, de 18 de novembro de 2022.

Apesar do tímido início, o Brasil construiu, em algumas décadas, um grande caminho rumo à promoção da renovabilidade a partir do biogás e biometano, como demonstrado na linha histórica disposta na Figura 2.

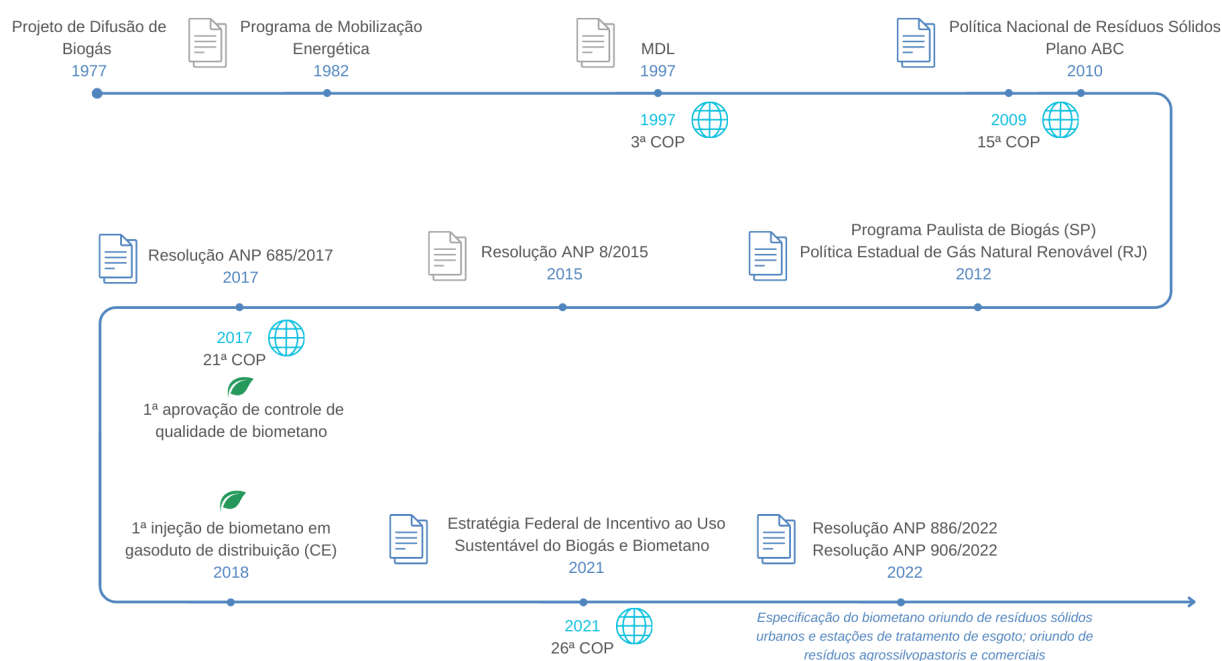


Figura 2 – Histórico de políticas de incentivo e marcos regulatórios das cadeias de desenvolvimento do biogás e biometano.

Fonte: elaboração própria.

As possibilidades de aproveitamento de resíduos de diversas origens, aliadas às novas tecnologias de produção e aos programas governamentais de fomento, garantem aos dois energéticos favoráveis condições para o desenvolvimento no país. No caso particular do biometano, o energético pode ganhar espaço no contexto energético nacional, tendo em vista que sua produção está associada à produção de biogás e a implementação de novas plantas de purificação de biogás pode alavancar a produção do biometano e incentivar o uso do biocombustível em substituição total ou parcial ao gás natural. Essa

última possibilidade pode ser ricamente explorada pelo mercado de gás natural por meio da injeção nas redes de distribuição de gás natural canalizado, da injeção nas redes de transporte e da integração entre os gasodutos e os modais alternativos ao dutoviário, como a movimentação por modal rodoviário na forma de GNC ou GNL.

3.2 A ESTRUTURA DO MERCADO DE GÁS NATURAL NO BRASIL

O mercado de gás natural brasileiro movimenta todos os dias enormes volumes do gás para o atendimento de residências, comércios, transporte urbano, indústrias de pequeno a grande porte e usinas termoelétricas (4). Para que o gás natural chegue aos consumidores finais, é necessário que ele passe por uma extensa cadeia logística e regulatória. A cadeia do gás natural é estruturada dentre os segmentos de *upstream*, *midstream* e *downstream*.

O *upstream* abarca as etapas de exploração e produção de gás natural, enquanto o segmento de *midstream* envolve o escoamento da produção de gás natural por gasodutos até as Unidades de Processamento de Gás Natural - UPGNs, o processamento do gás natural nas UPGNs, a regaseificação do Gás Natural Liquefeito - GNL importado nos terminais de GNL, a injeção do gás natural nos gasodutos de transporte e sua movimentação até os *city gates* - pontos de entrega do gás às concessionárias estaduais de distribuição de gás canalizado (29). O *downstream* compreende a distribuição do gás natural aos consumidores finais pelas empresas concessionárias de distribuição (29). A Figura 3 apresenta a estruturação da cadeia de gás natural, da produção do gás natural à distribuição aos consumidores finais.

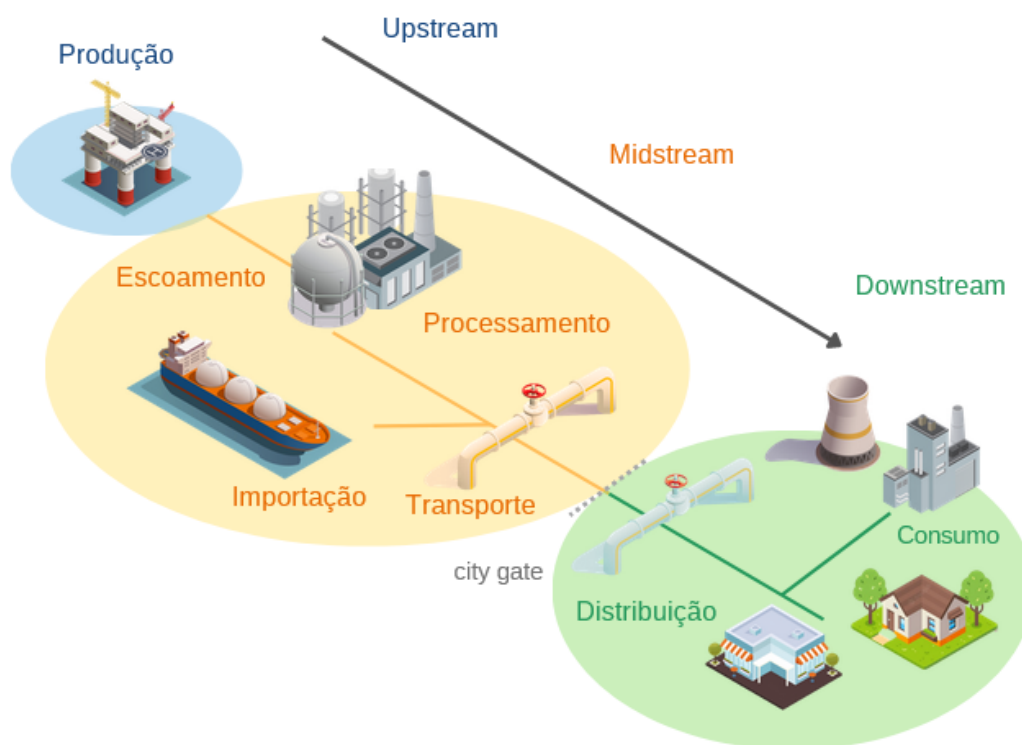


Figura 3 – Estrutura do mercado de gás natural.

Fonte: elaboração própria.

A cadeia do gás natural, também denominada indústria de gás natural, é classificada como uma indústria de rede. As indústrias de rede são indústrias cuja existência e operação das atividades dependem de infraestruturas físicas interconectadas (30). As atividades de movimentação de gás natural por dutos, sejam eles gasodutos de transporte ou de distribuição, se organizam sob a forma de monopólio natural - organização de mercado onde a forma mais eficiente à prestação da atividade fim ocorre pela prestação do serviço por um único agente, e não por agentes em livre competição. Assim, as empresas operadoras dos gasodutos de transporte e as concessionárias de distribuição de gás canalizado são considerados agentes monopolistas, cujas atividades devem ser objeto de regulação (30, 31).

No Brasil a regulação sobre as atividades de transporte e distribuição dutoviária é segmentada entre a União e os Estados. Isso, porque a Constituição Federal, em seu art. 177, versa que:

Art. 177. Constituem monopólio da União:

I - a pesquisa e a lavra das jazidas de petróleo e gás natural e outros hidrocarbonetos fluidos;

(...)

III - a importação e exportação dos produtos e derivados básicos resul-

tantes das atividades previstas nos incisos anteriores;
IV - o transporte marítimo do petróleo bruto de origem nacional ou de derivados básicos de petróleo produzidos no País, bem assim **o transporte, por meio de conduto**, de petróleo bruto, seus derivados e **gás natural de qualquer origem**; (...) (32, grifo nosso).

Ao passo que o parágrafo 2º do art. 25 da Constituição Federal reserva aos Estados a exploração dos serviços locais de gás canalizado, isto é, a distribuição dutoviária:

Art. 25. Os Estados organizam-se e regem-se pelas Constituições e leis que adotarem, observados os princípios desta Constituição.

§ 1º São reservadas aos Estados as competências que não lhes sejam vedadas por esta Constituição.

§ 2º Cabe aos Estados **explorar diretamente, ou mediante concessão, os serviços locais de gás canalizado**, na forma da lei, vedada a edição de medida provisória para a sua regulamentação. (Redação da EC 5/1995)

(...)(32, grifo nosso).

Conforme destacado, a Constituição Federal define que compete à União a legislação sobre as atividades relativas ao transporte de gás natural. Essa é feita na forma na Lei n. 14.134, de 8 de abril de 2021, conhecida como "Nova Lei do Gás", um recente marco regulatório do setor de gás natural, que atualizou as normas sobre o transporte de gás natural por meio de condutos, de que tratam os incisos III e IV o art. 177 da Constituição Federal (33).

A atividade de transporte de gás natural é definida pela lei como a movimentação do combustível em gasodutos com características específicas, tais como: (i) gasodutos interestaduais, (ii) gasodutos com origem ou destino à áreas de fronteira, (iii) gasodutos com origem ou destino em terminais de GNL e ligação com outro gasoduto de transporte, (iv) gasodutos com origem em UPGNs e ligação com outro gasoduto de transporte, (v) gasodutos que interligam gasoduto de transporte ou instalação de estocagem subterrânea de gás a outro gasoduto e (vi) gasodutos cujas especificações técnicas superem os limites estabelecidos em regulação (33). A movimentação de gás natural por dutos de transporte, atividade que constitui-se como monopólio natural, é atividade fiscalizada e regulada pela ANP.

A Lei n. 14.134/2021 estabeleceu ainda normas sobre o transporte de gás natural por modais alternativos ao dutoviário (aquaviário, ferroviário e rodoviário). Assim, a movimentação de gás natural pelo modal rodoviário nas formas de GNC ou GNL é atividade de competência regulatória da ANP, contudo, não são atividades naturalmente monopolísticas, sendo realizadas em livre competição. Ademais, em todo o território nacional, a comercialização do gás natural é matéria de regulação da ANP (33).

Um relevante aspecto sobre a Nova Lei do Gás é que nela se reconhece a possibilidade de que outros gases que não se enquadram na definição formal de gás natural, mas

que atendam às especificações do regulador federal, como o biometano, possam receber o mesmo tratamento regulatório dado ao gás natural (33). Esse comando foi reforçado por meio do Decreto n. 10.712, de 2 de junho de 2021, responsável por regulamentar a Lei n. 14.134/2021:

Art. 4º Conforme o disposto no § 2º do art. 3º da Lei nº 14.134, de 2021, para todos os fins, o biometano e outros gases intercambiáveis com o gás natural terão tratamento regulatório equivalente ao gás natural, desde que atendidas as especificações estabelecidas pela ANP.

Art. 5º O gás natural será considerado bem fungível, desde que observadas as especificações estabelecidas pela ANP. (34)

No que tange à competência estadual sobre a exploração dos serviços de distribuição de gás, por consequência do que versa a Constituição Federal, cabe a cada estado da federação a regulação das atividades de distribuição canalizada de gás, obedecendo as prerrogativas da União até os seus limites legais. A regulação sobre os serviços de distribuição de gás natural canalizado é feita por meio das agências reguladoras estaduais ou secretarias de estado outorgadas pelo poder concedente estadual.

Em resumo, as competências da União sobre o mercado de gás se estendem à regulação das atividades de transporte de gás natural, ao transporte por modais alternativos ao dutoviário e à comercialização de gás natural e biocombustíveis (como o biometano) em todo o território nacional. Em contrapartida, a regulação sobre a distribuição dutoviária do gás natural, ou canalizada, que é feita pelas concessionárias estaduais de distribuição, é atividade de competência dos estados.

3.3 FORMAS DE INSERÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO BIOMETANO NO MERCADO DE GÁS NATURAL

As principais infraestruturas modais que permitem a ampla movimentação e destinação do biometano no mercado de gás são os gasodutos de transporte e distribuição. Devido à essas infraestruturas fazerem parte da indústria de rede do gás natural, os estados que são atravessados pelos gasodutos de transporte desenvolvem uma rede de distribuição de gás natural canalizado. Isso posto, é natural que os estados que possuem uma rede de distribuição de gás natural canalizado abarquem maiores mercados consumidores e oportunidades à inserção do biometano, uma vez que a formação desses mercados consumidores está associada à extensão da rede de distribuição.

3.3.1 Redes de transporte de gás natural

As redes de transporte de gás natural permitem a movimentação de grandes volumes de gás em alta pressão por um amplo sistema de gasodutos. A possibilidade de inserir

o biometano nesse sistema seria capaz de ampliar o consumo do energético, pois permitiria a comercialização interestadual do biometano, conectando produtores a consumidores distantes.

No Brasil há gasodutos de transporte em dezessete estados da federação, onde quinze desses estados estão interligados por uma extensa rede de transporte de gás natural. A Figura 4 apresenta o traçado dos gasodutos de transporte que interligam a produção de gás natural, advinda das Unidades de Processamento de Gás Natural - UPGNS, de terminais de Gás Natural Liquefeito - GNL e de outros países, às redes de distribuição de gás natural canalizado nos estados.

Existem seis sistemas de gasodutos de transporte no país, são eles: (i) Gasoduto Urucu-Manaus, operado pela Transportadora Associada de Gás S.A. - TAG; (ii) Malha Nordeste e GASENE, operado pela TAG; (iii) Malha Sudeste, operada pela Nova Transportadora do Sudeste - NTS; (iv) Gasoduto Bolívia-Brasil (GASBOL), operado pela Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia-Brasil S.A. - TBG; (v) Gasoduto Uruguaiana-Porto Alegre, conexão com a Argentina ainda em fase de expansão, operado pela Transportadora Sulbrasileira de Gás - TSB; e (vi) Gasoduto Lateral Cuiabá, vindo da Bolívia, operado pela Gasocidente (35).

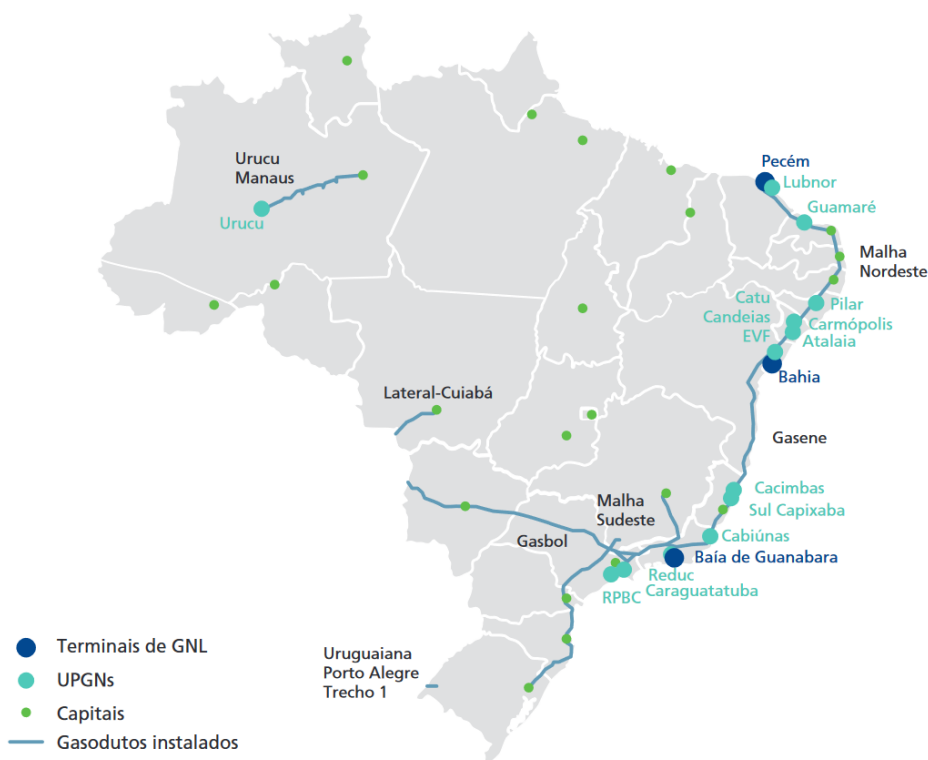


Figura 4 – Gasodutos de transporte de gás natural no Brasil.

Fonte: (36).

Em função da extensão dos gasodutos de transporte no país, a injeção do biometano nesses gasodutos é bastante atrativa ao mercado, porém ainda é inexplorada do ponto de vista operacional. O primeiro projeto visando a inserção do biometano em uma rede de transporte foi iniciado entre a comercializadora Urca Gás e a transportadora NTS. O projeto, formalizado por um memorando de entendimento, prevê que o biometano produzido no aterro sanitário de Seropédica (RJ), produzido pela Gás Verde, do mesmo grupo da Urca Gás, possa ser movimentado por caminhões na forma de GNC até o ponto de injeção na malha de gasodutos da NTS. A expectativa é de que os estudos técnicos entre a comercializadora e a transportadora sejam finalizados e em 2024 as partes iniciem a operação (37).

Na região sudeste, além da NTS, a transportadora que opera o gasoduto Brasil-Bolívia também planeja a injeção do biometano em seus gasodutos de transporte. O projeto da TBG está em fase de desenvolvimento e pretende formar *hubs* de biometano para viabilizar a injeção do energético renovável no sistema de transporte, principalmente no estado de São Paulo (38). Os *hubs* funcionam como polos de recepção do biometano que possibilitam o ganho de escala para que o biometano seja injetado nos gasodutos, considerando os requisitos operacionais do sistema de transporte, além de permitirem a criação de regiões de ancoragem para a conexão de usinas (39). A formação dos *hubs* para injeção no transporte pode ainda ser útil ao deslocamento da oferta de biometano de regiões onde o potencial de produção é superior ao potencial de absorção pelo mercado estadual de gás atendido pela concessionária local.

A injeção do biometano nos sistemas de transporte, seja por conexão com uma única planta de produção de biometano ou pela conexão com *hubs*, poderá ocorrer pelo escoamento da produção de biometano por meio de (i) conexões por gasodutos e/ou (ii) transporte por modal rodoviário na forma de GNC ou GNL (39, 40). A Figura 5 exemplifica a dinâmica da injeção do biometano nas redes de transporte.

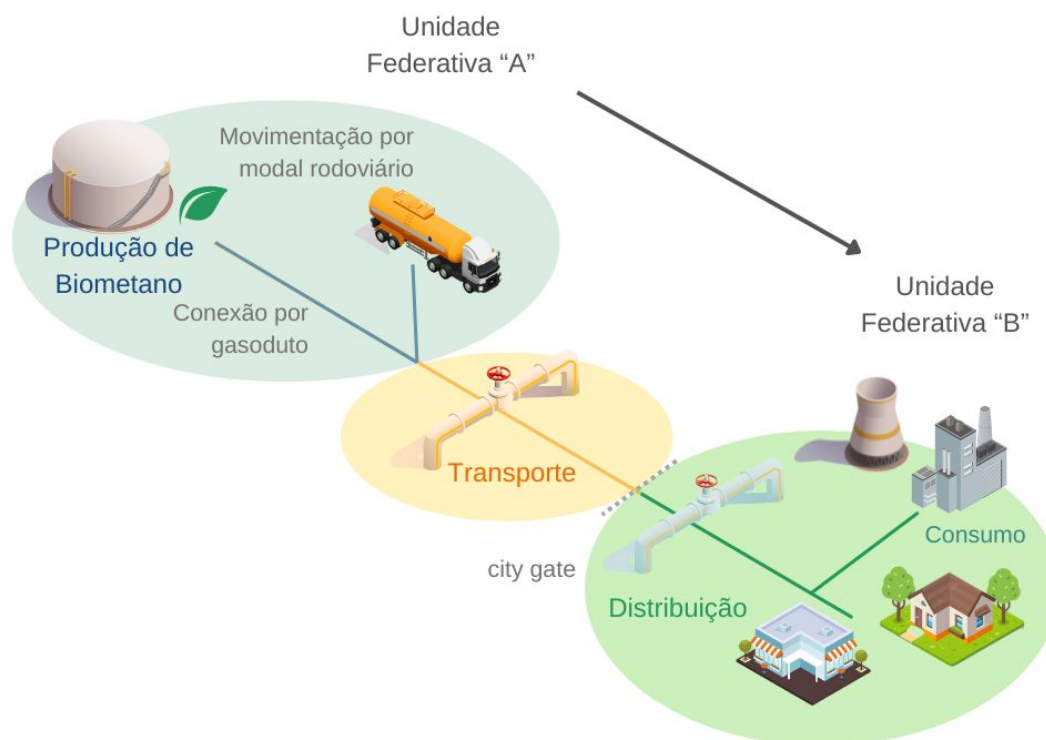


Figura 5 – Dinâmica da injeção do biometano nas redes de transporte de gás natural.

Fonte: elaboração própria.

Atualmente tramita na Comissão de Assuntos Econômicos do Senado Federal o Projeto de Lei n. 1879/2022, que pretende criar a Política de Produção e Uso do Biogás e do Biometano. O PL versa sobre a promoção do desenvolvimento dos energéticos e a adição de um percentual mínimo de biometano nas redes de transporte de gás natural em todo o território nacional (41). A proposta do estabelecimento de um percentual mínimo e progressivo nas redes de transporte também é tema de emendas ao Projeto de Lei n. 1873/2021, em trâmite na Câmara dos Deputados, que trata da criação do Programa Nacional dos Combustíveis Avançados Renováveis que visa incentivar a pesquisa, produção e consumo dos chamados biocombustíveis avançados (42).

3.3.2 Redes de distribuição de gás natural

A injeção do biometano não é uma realidade nos gasodutos de transporte, somente nos gasodutos de distribuição, ainda que incipiente. O caso da injeção do biometano nas redes de distribuição chamou atenção para a grande possibilidade que a utilização dos gasodutos de distribuição de gás canalizado representa ao direcionamento da demanda para o biometano produzido nos estados brasileiros. As usinas produtoras de biometano estão localizadas dentro das áreas de concessão em que as distribuidoras de gás natural operam,

possibilitando a conexão do produtor com os consumidores por meio de gasodutos. Com isso, as distribuidoras locais recebem uma oferta adicional de gás a ser distribuído em suas redes e possibilitam o desenvolvimento do consumo do biometano por diversas classes de consumidores no estado.

A Figura 6 exemplifica a dinâmica da injeção do biometano nas redes de distribuição de gás natural canalizado, onde a conexão do produtor aos gasodutos pode ocorrer pela expansão dos gasodutos de distribuição até a usina ou o produtor pode escolher escoar sua produção na forma de GNC ou GNL, em livre concorrência, até o ponto de injeção no sistema de distribuição.

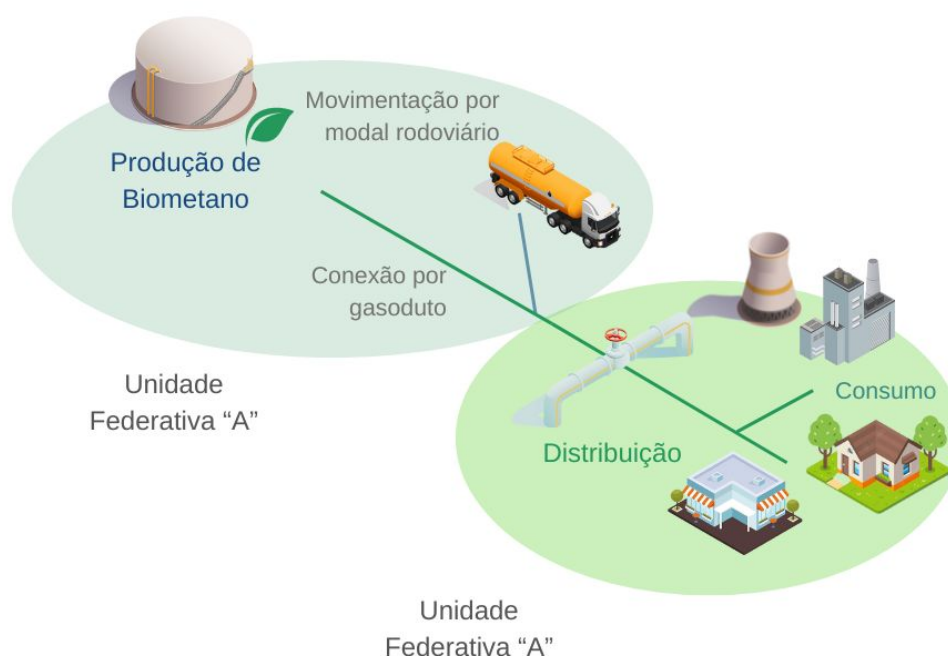


Figura 6 – Dinâmica da injeção do biometano nas redes de distribuição de gás natural canalizado.

Fonte: elaboração própria.

As distribuidoras de gás canalizado também podem operar gasodutos isolados do sistema de distribuição principal chamados de redes locais. O objetivo das redes locais é a criação e o desenvolvimento de um mercado consumidor em regiões onde ainda é inviável, por razões técnicas ou econômicas, a conexão dos novos consumidores aos gasodutos da malha principal de distribuição (43). As redes locais são úteis ao desenvolvimento do biometano, tendo em vista a existência de usinas em regiões afastadas da malha de gasodutos que podem oportunizar o fornecimento de biometano a novos mercados consumidores an-

tes da conexão daquela região à rede principal de gasodutos de distribuição do estado. A conexão do produtor de biometano a esses novos mercados locais pode acontecer tanto pela conexão direta por gasoduto, denominada como gasoduto isolado em alguns estados, quanto pela movimentação do biometano pelo modal rodoviário na forma de GNC ou GNL até o ponto de injeção nos gasodutos da rede local, denominado gasoduto virtual.

É importante mencionar que alguns estados possuem um mercado livre de gás, onde há a possibilidade de consumidores livres, como indústrias, acordarem a comercialização do biometano diretamente com os produtores, utilizando somente o serviço de movimentação de gás prestado pela distribuidora.

Além do consumo canalizado do biometano, uma tendência de desenvolvimento que vem sendo observada é a inclusão do biometano nos corredores azuis. Corredor azul é o termo utilizado para designar as rotas rodoviárias que permitem o abastecimento de veículos leves com GNV e veículos pesados com GNC. O fornecimento do gás veicular é parte das atribuições das distribuidoras de gás canalizado, que realizam a conexão dos postos de abastecimento.

Os corredores azuis ainda são pouco explorados nos estados, contudo, a possibilidade de incluir o biometano no fornecimento de gás veicular se figura como uma oportunidade de promoção de sustentabilidade no modal rodoviário brasileiro, sobretudo no que diz respeito aos veículos pesados. O Brasil possui uma das maiores frotas de veículos movidos a GNV do mundo e o potencial dos corredores azuis é crescente (44).

O estado do Rio de Janeiro, principal mercado de GNV do país e maior produtor de biometano (44), avalia a aplicação de um projeto-piloto de corredor azul na Rodovia Presidente Dutra que inclui o biometano como GNV. A proposta do estado pretende ainda estender o corredor a outras grandes rodovias dos estados parte do Consórcio de Integração Sul e Sudeste - COSUD, consórcio que também vem se unindo para estimular o desenvolvimento do biometano (45).

4 A PRODUÇÃO DE BIOMETANO NO BRASIL

Neste capítulo é feita a caracterização da produção de biometano no país, fornecendo uma introdução sobre os aspectos técnicos da produção, destacando o perfil de produção atual e as expectativas de desenvolvimento em curto prazo.

4.1 ASPECTOS TÉCNICOS DA PRODUÇÃO DE BIOMETANO

A produção de biometano pode ser sumarizada por dois processos: produção de biogás e purificação do biogás em biometano. O biogás pode ser produzido a partir da digestão anaeróbica de diversos materiais orgânicos residuais, tais quais resíduos da agricultura e resíduos sólidos urbanos (14). Após a produção do biogás, o gás gerado é submetido ao processo de purificação, também conhecido como *biogas upgrading*. O processo consiste na remoção de substâncias contaminantes presentes no biogás, como o sulfeto de hidrogênio (H_2S), que interfere negativamente na utilização do gás em motores e compressores, e a amônia (NH_3), que pode originar compostos tóxicos, tal como óxidos de nitrogênio (NO_x), durante a combustão (18).

A depender da origem do biogás, o produto final se enquadrará em diferentes critérios no que tange a remoção de contaminantes. O biometano produzido a partir de resíduos agrossilvopastoris e comerciais requer um menor nível de remoção de contaminantes do que o biometano produzido em aterros sanitários e estações de tratamento de esgoto, uma vez que esses últimos são substratos que apresentam maiores teores de sulfeto de hidrogênio e amônia e possuem consideráveis teores de siloxanos, compostos halogenados e material particulado (23).

Além da remoção dos contaminantes, a purificação também envolve a remoção de CO_2 do biogás. Com a remoção do dióxido de carbono, inerte à reação de combustão, os teores de metano do gás são elevados e, por conseguinte, eleva-se o poder calorífico do biometano gerado (18, 19). A purificação do biogás para a obtenção do biometano pode ocorrer em instalações anexas às instalações de produção de biogás, como um processo encadeado, ou em instalações específicas destinadas à recepção do gás bruto para a purificação.

As matérias primas utilizadas para a produção do biometano no país são classificadas em dois grupos: resíduos agrossilvopastoris e comerciais; e resíduos sólidos urbanos e resíduos de estações de tratamento de esgoto.

São considerados resíduos agrossilvopastoris e comerciais os resíduos oriundos de: atividades agropecuárias; silviculturas; usinas de açúcar; usinas de etanol; indústria de sucos; indústria de papel e celulose; abatedouros (46); e estabelecimentos comerciais cujos

resíduos não se classifiquem como resíduos domiciliares (47). São considerados resíduos sólidos urbanos e de estações de tratamento de esgoto os resíduos advindos de: residências urbanas; varrição, limpeza de logradouros e vias públicas (48); abastecimento de água, serviço de esgotamento sanitário e manejo de águas pluviais (49).

A matéria prima utilizada para a produção do biometano não é o único aspecto a ser considerado quando faz-se a descrição da produção no país. A seleção da tecnologia de purificação do biogás empregada na produção do biometano desempenha um papel chave para a eficiência do processo de purificação, adequação à especificação final e economicidade da molécula de biometano que será produzida (50).

4.2 CAPACIDADE E PERFIL DE PRODUÇÃO ATUAL

Os primeiros projetos de prospecção da produção de biometano a partir de plantas de biogás no Brasil datam o ano de 2013 (22). Entretanto, a instalação de unidades de produção de biometano não escalonou no mesmo ritmo observado para o biogás, que teve 658 novas plantas instaladas no período de 2013 a 2021, por exemplo (51).

O estado da produção de biometano no Brasil ainda é incipiente, uma vez que até maio de 2024, apenas seis unidades de produção foram instaladas em três estados. De acordo com os dados sobre a produção atual de biometano coletados a partir da consulta ao Relatório Dinâmico de Autorizações de Produção, publicado pela ANP, a capacidade de produção atual ¹ de 417.113 Nm³/dia ² está distribuída entre três estados: Ceará, Rio de Janeiro e São Paulo.

O estado do Ceará conta com uma usina com capacidade de produzir até 110.000 Nm³/dia a partir de resíduos sólidos urbanos depositados em aterro sanitário (52). O Rio de Janeiro mantém duas usinas com capacidades de produção de 204.000 e 16.000 Nm³/dia utilizando a mesma matéria prima (52). Já no estado de São Paulo, foram instaladas uma usina com capacidade de produção de 27.113 Nm³/dia, cuja produção advém de resíduos agrossilvopastoris e comerciais, e outras duas que utilizam resíduos sólidos urbanos, com capacidades de produção de 30.000 Nm³/dia cada (52). A Figura 7 ilustra a atual distribuição de instalações de produção por estado.

¹ Coleta de dados realizada até maio de 2024.

² Metros cúbicos normais por dia. A unidade foi adotada pela ANP nos processos de autorização de instalação de unidade produtora de biometano.

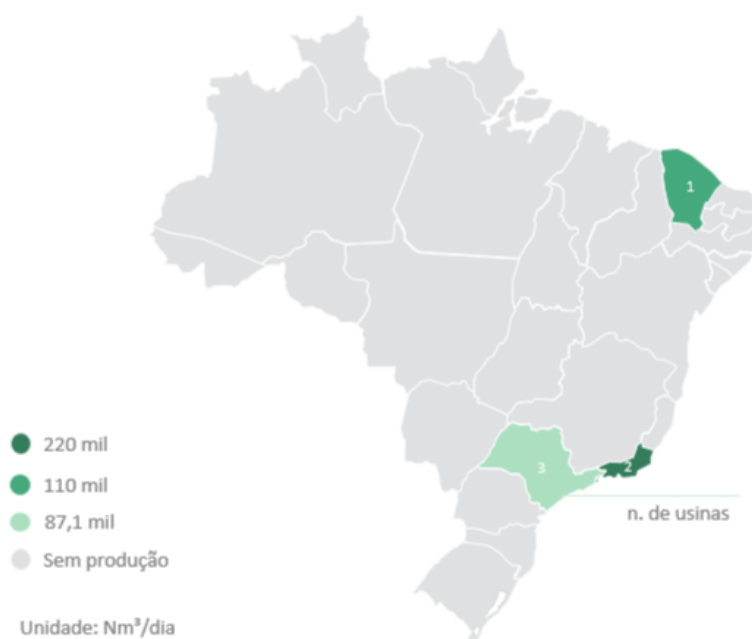


Figura 7 – Capacidade de produção de biometano por estado até maio de 2024.

Fonte: elaboração própria com dados de ANP (52).

Observa-se que os estados que possuem maiores capacidades de produção são Rio de Janeiro e Ceará. Em ambos os estados a matéria prima utilizada são os resíduos sólidos urbanos. No estado de São Paulo, a produção oriunda dos resíduos sólidos é de 60.000 Nm³/dia, ao passo o restante advém de resíduos da agricultura.

Identificou-se que a matéria prima mais utilizada para a produção de biometano no Brasil no cenário atual são os resíduos sólidos urbanos depositados em aterros sanitários. A Figura 8 apresenta a participação de cada tipo de matéria prima na produção atual de biometano. Mais de 85% das instalações em operação utilizam resíduos sólidos urbanos como matéria prima para produção de biometano (52).

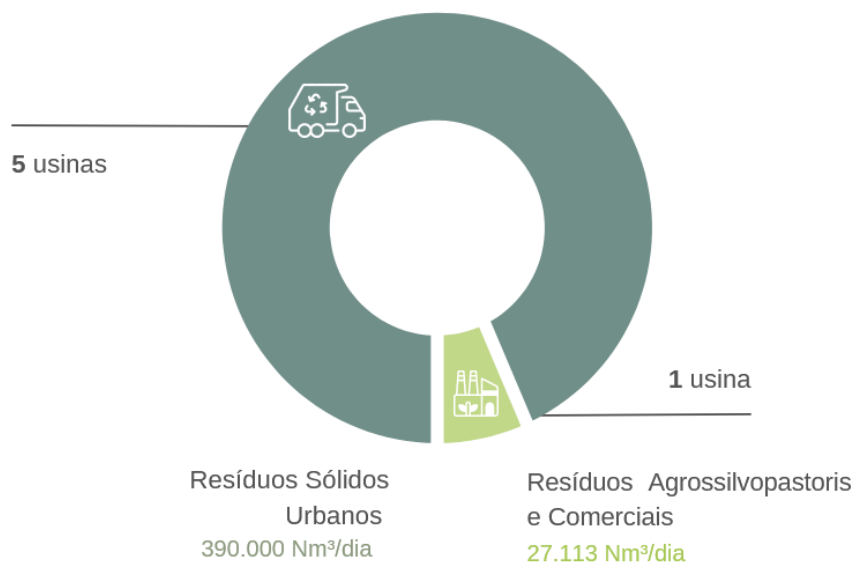


Figura 8 – Capacidade de produção de biometano por matéria prima até maio de 2024.

Fonte: elaboração própria com dados de ANP (52).

A fim de caracterizar a produção de biometano no que tange as rotas tecnológicas de purificação, realizou-se um levantamento dos processos de purificação adotados nas instalações em operação. As informações foram obtidas a partir de documentos com acesso público presentes nos processos de autorização das unidades produtoras. A ficha cadastral do produtor de biometano é o documento que contém os dados da instalação produtora, como origem do material (produtos e resíduos orgânicos agrossilvopastoris ou aterros sanitários e estações de tratamento de esgoto), detalhamento do material utilizado, capacidade de processamento do biogás, capacidade de produção de biometano, processo de purificação utilizado e forma de escoamento da produção.

A documentação descreve seis rotas tecnológicas que podem ser utilizadas:

- Adsorção com modulação de pressão (PSA);
- Lavagem com água pressurizada;
- Absorção física com solvente orgânico;
- Absorção química com solução de amina;
- Separação por membranas;
- Separação criogênica.

Dos seis processos de autorização emitidos para as unidades operantes, quatro permitem o acesso das fichas de cadastro de produtores de biometano. A Figura 9 dispõe o levantamento das rotas de purificação realizado para as quatro unidades de produção. A rota tecnológica mais utilizada é a lavagem com água pressurizada, pois duas instalações produtoras utilizam essa tecnologia. Identificou-se que uma instalação utiliza absorção física com solvente orgânico e uma instalação utiliza os processos de separação por membranas e separação criogênica.

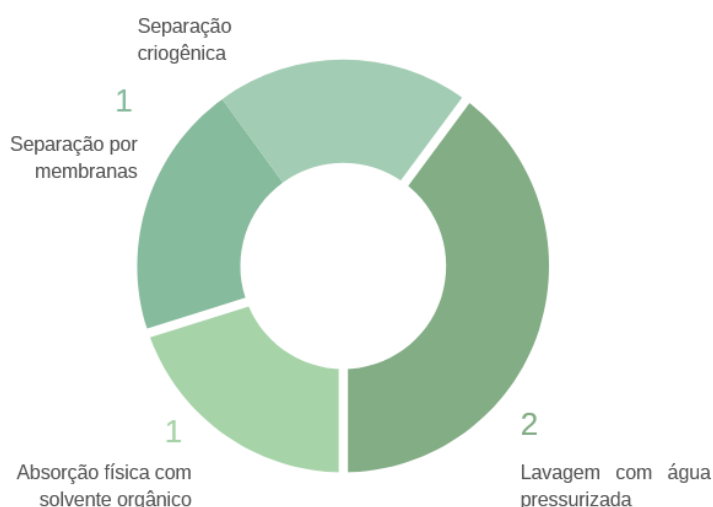


Figura 9 – Número de instalações por de rota de purificação utilizada.

Fonte: elaboração própria. ³

4.3 CAPACIDADE E PERFIL DE PRODUÇÃO ESPERADOS ATÉ 2026

No início de 2023, a capacidade de produção de biometano atingiu a marca de 400.000 Nm³/dia. A partir do acompanhamento do Relatório Dinâmico de Autorizações da Produção de Biometano da ANP durante o ano de 2023, a expectativa era de que a capacidade de produção fosse incrementada em mais de 190.000 Nm³/dia entre julho e dezembro pela instalação de sete usinas. Contudo, o atraso da instalação das unidades produtoras fez com que a capacidade produtiva de biometano estagnasse entre março de 2023 e maio de 2024 - mais de um ano sem evolução.

A expectativa na data da publicação deste trabalho é de que essas unidades em atraso finalizem seus processos de instalação e obtenham autorização de operação em 2024. As usinas que alteraram seu cronograma de instalação, juntamente com as usinas em que a operação está inicialmente prevista para ocorrer em 2024, devem somar mais

³ As fontes utilizadas estão dispostas no Anexo A.

721.536 Nm³/dia à atual produção de 417.113 Nm³/dia (52). De acordo com o Relatório Dinâmico de Autorizações da Produção de Biometano, quatorze novas instalações devem iniciar a operação nesse ano (52), logo, até o fim de 2024, espera-se que a capacidade de produção atinja 1.138.649 Nm³/dia dentre vinte unidades produtoras. A Figura 10 dispõe as capacidades de produção que devem ser instaladas por estado até dezembro de 2024.

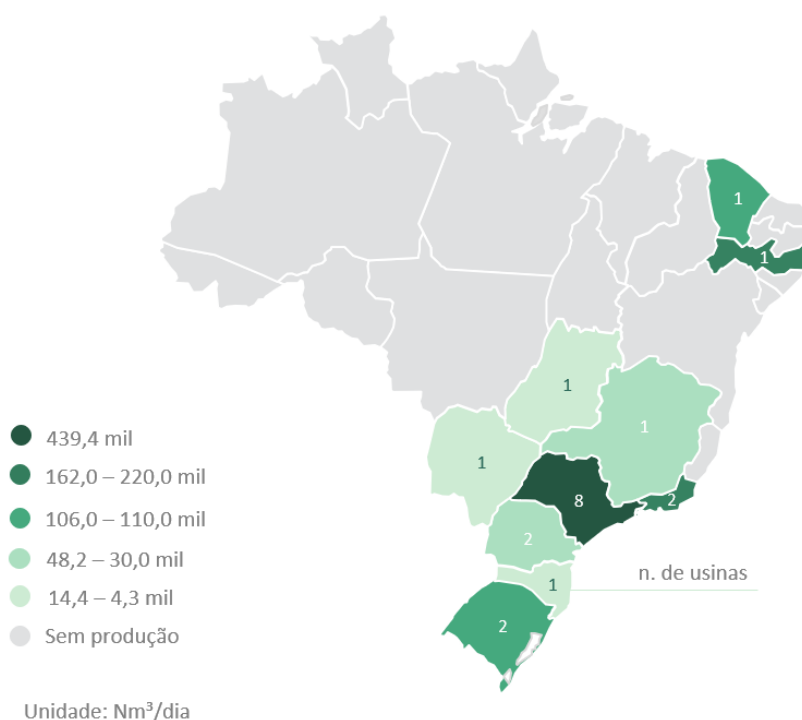


Figura 10 – Mapeamento da capacidade de produção de biometano por estado até dezembro de 2024.

Fonte: elaboração própria com dados de ANP (52).

Até o fim de 2026, espera-se a instalação de uma capacidade total de 1.531.629 Nm³/dia dentre 27 usinas localizadas em treze estados. A Figura 11 dispõe as capacidades de produção que devem ser instaladas por estado até o ano de 2026.

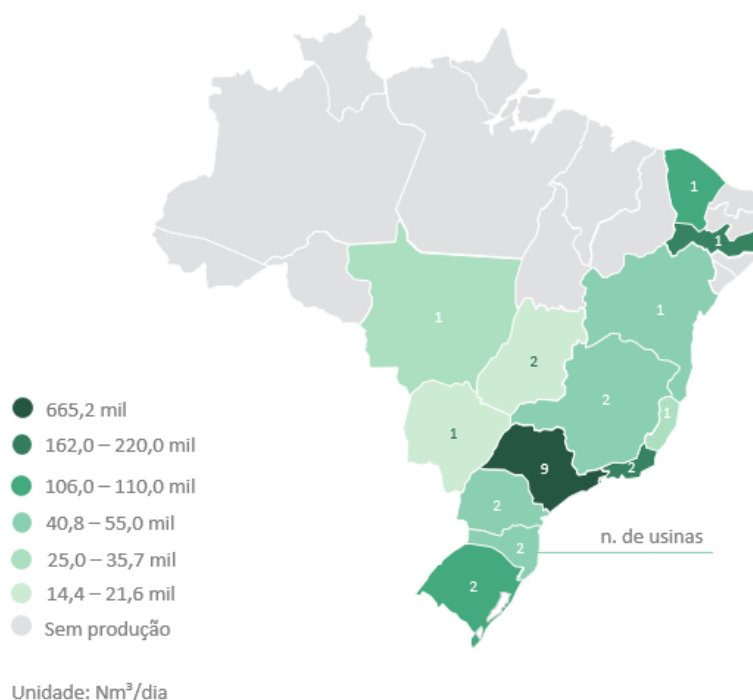


Figura 11 – Mapeamento da capacidade de produção de biometano por estado até agosto de 2026.

Fonte: elaboração própria com dados de ANP (52).

Pela capacidade instalada, os estados que devem apresentar as maiores produções de biometano são: São Paulo, Rio de Janeiro, Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Sul. A nível regional, o Sudeste deve ser a região com maior capacidade de produção de biometano, com 951.049 Nm³/dia; seguida pela região Nordeste, com 327.000 Nm³/dia, e pelas regiões Sul e Centro-Oeste, com 189.960 Nm³/dia e 63.620 Nm³/dia, respectivamente (52).

Até maio de 2024, as unidades de produção que se encontram em processo de instalação têm previsão de início de operação entre junho de 2024 e agosto de 2026 (52). Apesar da perspectiva de expansão do número de unidades produtoras, o cenário de formulação de dados sobre as matérias primas utilizadas para a produção do biometano futura ainda não é acompanhado pela ANP.

A ANP publica em seu site, por meio de um painel de dinâmico de autorizações de produtores de biocombustíveis, as unidades que receberam autorização para iniciar as ins-

talações. A publicidade das informações sobre as instalações, entretanto, não é completa. Os dados apresentados no painel dinâmico são: empresa, município e unidade federativa de instalação, capacidade de produção de biometano por dia, tipo de instalação e data de previsão de conclusão da obra. As informações acerca da matéria prima utilizada ou rota tecnológica para purificação não estão disponíveis no relatório da agência.

Uma alternativa à aquisição de dados sobre as matérias primas que serão utilizadas nas instalações futuras é a pesquisa processual pelo Sistema Eletrônico de Informações - SEI/ANP. Essa é uma ferramenta que garante acesso público aos processos de interesse geral. Todas as unidades de produção em instalação possuem um número de processo atrelado à autorização de instalação. Os documentos são arquivos de autorizações de produção, em forma de fichas cadastrais de produtores de biometano, conforme exigido pela Resolução ANP n. 734/2018, sem informações sensíveis da empresa, ou cópias de *e-mails* com teor informativo contendo a capacidade a ser instalada e matéria prima a ser utilizada para a produção de biometano.

A partir do acesso aos documentos abertos dos produtores em processo de instalação e da busca por fatos relevantes publicados pelas empresas em instalação, pôde-se identificar tendências para a produção de biometano no país. A Figura 12 apresenta a participação de cada tipo de matéria prima nas unidades de produção de biometano até o ano de 2026.

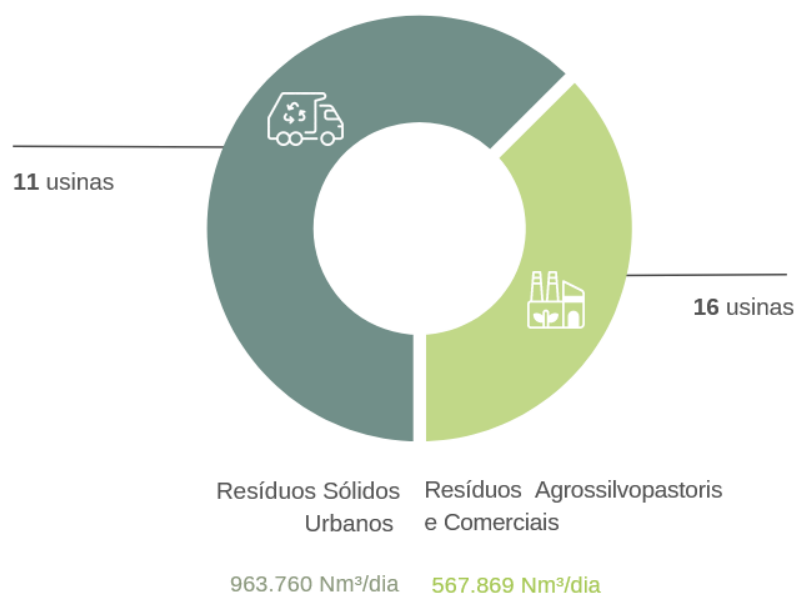


Figura 12 – Capacidade de produção de biometano por matéria prima até 2026.

Fonte: elaboração própria. ⁴

⁴ A base de dados e as fontes utilizadas estão dispostas no Apêndice A.

Além do salto no número total de usinas, observa-se um salto considerável no número de usinas que empregarão produtos e resíduos agrossilvopastoris e comerciais: passa de uma para dezesseis usinas, sendo, em 2026, a matéria prima predominante quando se avalia o número de usinas instaladas. Ao mesmo tempo, observa-se que, em termos de volume máximo de produção instalada, deve prevalecer a produção advinda de resíduos sólidos urbanos depositados em aterro sanitário.

Para realizar caracterização das rotas de produção das usinas que finalizarão seus processos de instalação até o ano de 2026, buscou-se o acesso às fichas cadastrais das unidades. Entretanto, o número de usinas com fichas cadastrais públicas não foi suficiente para formar uma amostra sobre as rotas tecnológicas para o cenário de curto prazo.

5 O INTERESSE PELO USO DO BIOMETANO EM MISTURA AO GÁS NATURAL

Para que o mercado de biometano se desenvolva nos estados brasileiros, a capacidade de produção não é o único fator determinante, é preciso também que haja demanda para o novo energético. O mercado no qual o biometano está sendo inserido é um ambiente em que os agentes do mercado participam ativamente da formação de políticas públicas e atuam no direcionamento do mercado à competição. Nesse contexto, as distribuidoras de gás natural canalizado e as indústrias desempenham um grande papel na formação da demanda pelo biometano.

5.1 DISTRIBUIDORAS

As empresas concessionárias de distribuição de gás natural canalizado, em conjunto com agências reguladoras, são uns dos principais atores para a execução dos compromissos ambientais assumidos por seus estados em relação à redução das emissões de gases de efeito estufa pelos segmentos consumidores de energia. Aliado a isso, com as expectativas de início e crescimento da produção em alguns estados, é cada vez mais frequente a abertura de processos de chamada pública e aquisição de biometano pelas concessionárias.

A injeção do biometano em uma rede de distribuição de gás canalizado foi iniciada em um projeto-piloto em 2018 no Ceará. Com capacidade de produzir 110.000 Nm³/dia¹ de biometano (52), o Aterro Sanitário Municipal Oeste de Caucaia injeta diretamente o gás renovável na rede de gás natural canalizado do estado, onde o uso do biometano responde por cerca de 15% do mercado gerido pela companhia de gás estadual (7). A informação divulgada pela concessionária é de que o contrato com a GNR Fortaleza permite a injeção de até 100.000 m³/dia²(53).

Em 2021 a Companhia de Gás do Rio Grande do Sul - Sulgás firmou um contrato de suprimento de biometano com a *joint venture* SebigasCótica, como ação parte dos compromissos do estado do Rio Grande do Sul na campanha *Race to Zero* (27). A unidade de produção de biometano deve ser uma das primeiras a ser instalada no estado e utilizará resíduos agroindustriais como matéria prima, devendo iniciar a injeção de 15.000 m³/dia na rede de distribuição que atende o Polo Petroquímico de Triunfo até o fim de 2024 (54). O contrato firmado tem duração de dez anos e prevê a expansão do volume injetado para 30.000 m³/dia a partir do sexto ano de fornecimento (54).

¹ Capacidade de produção expressa em metros cúbicos normais por dia, unidade adotada pela ANP nos processos de autorização de unidades produtoras.

² Quantidade de gás expressa em metros cúbicos por dia, unidade usualmente adotada pelas concessionárias e supridores de gás natural.

Também alinhada com os compromissos climáticos do estado de São Paulo, a distribuidora Necta, antiga Gás Brasileiro, desenvolve, desde 2022, o Projeto Cidades Sustentáveis. O projeto foi responsável pela conexão entre a produtora de biometano Cocal Energia e um centro consumidor industrial na região de Presidente Prudente, no interior do estado. A região não era atendida por gasodutos de distribuição e, hoje, pode receber até 25 mil m³/dia ³ de biometano produzido a partir de resíduos agrossilvopastoris por meio de um gasoduto isolado da distribuidora Necta (8). Em 2023, também no estado de São Paulo, a Comgás, uma das três concessionárias que atuam no estado, abriu uma chamada pública para aquisição de gás que incluía a possibilidade da aquisição de biometano, onde recebeu duas propostas de agentes produtores (55).

Em 2023, no estado de Pernambuco, a Companhia Pernambucana de Gás, Copergás, celebrou um contrato de suprimento de biometano com a empresa Orizon Valorização de Resíduos, responsável por um aterro sanitário em Jaboatão dos Guararapes, região metropolitana do Recife. O contrato prevê o fornecimento de 60.000 m³/dia de biometano a partir do ano de 2024 (56). Depois da assinatura do contrato, a Orizon divulgou, por meio de fato relevante, a celebração de aditivo contratual com a Copergás. O aditivo prevê o fornecimento adicional de 50.000 m³/dia a partir de 2025 por um prazo de dez anos e, ainda, a opção da vendedora ofertar um volume adicional de 20.000 m³/dia (57).

Ao fim do ano de 2022, a Companhia Paranaense de Gás, Compagás, enviou proposta para que a agência reguladora do estado iniciasse o processo de regulamentação de ato normativo sobre a distribuição de biometano no estado do Paraná. No início de 2023, a Compagás finalizou sua primeira chamada pública para aquisição de biometano. Por meio da chamada pública, a companhia recebeu doze propostas de suprimento de biometano que totalizam mais de 380.000 m³/dia, aproximadamente um quarto da demanda de gás natural do estado (58). Em maio de 2023, a companhia assinou um protocolo de intenções com o Consórcio Intermunicipal para Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos da Região Metropolitana de Curitiba com o objetivo de avaliar o potencial de utilização dos resíduos sólidos urbanos para a produção de biometano e sua injeção na rede de distribuição de gás canalizado (59). Em meados de 2024, a companhia firmou seu primeiro contrato com a empresa produtora H2A, que fornecerá, a partir de julho de 2025, 20.000 m³/dia de biometano produzido a partir de dejetos do polo leiteiro local (60). Além desse contrato, a Compagás pretende celebrar novos contratos ainda no ano de 2024 para garantir a participação de 15% de biometano no portfólio de suprimento da concessionária até 2026, o que corresponde a cerca de 100.000 m³/dia de biometano (60).

Em 2023, a Sergipe Gás, Sergás, abriu uma chamada pública específica para a aquisição de biometano. No estado, que ainda não registra produção de biometano, foi

³ Volume de produção da usina divulgado pela distribuidora. O volume de biometano injetado na rede de distribuição não foi divulgado.

requisitado o fornecimento de biometano a partir de 2026, incluindo o fornecimento por gasodutos ou redes locais de distribuição (61). Além dela, a concessionária MS Gás abriu edital específico para a aquisição de biometano em 2023 e recebeu propostas de agentes interessados. A concessionária sul-mato-grossense pretende utilizar o biometano para a expansão de sua atividade de distribuição por meio das redes locais, recém regulamentadas no estado, e a ampliação da oferta de GNV e GNC a diversos segmentos consumidores (62, 63).

Tendo em vista que há estados que já operacionalizaram a injeção de biometano em gasodutos, estados que celebraram contratos e estados que estão em fase prospecção de interesse de produtores, a Figura 13 sintetiza o mapeamento do interesse verificado para as distribuidoras em 2023.

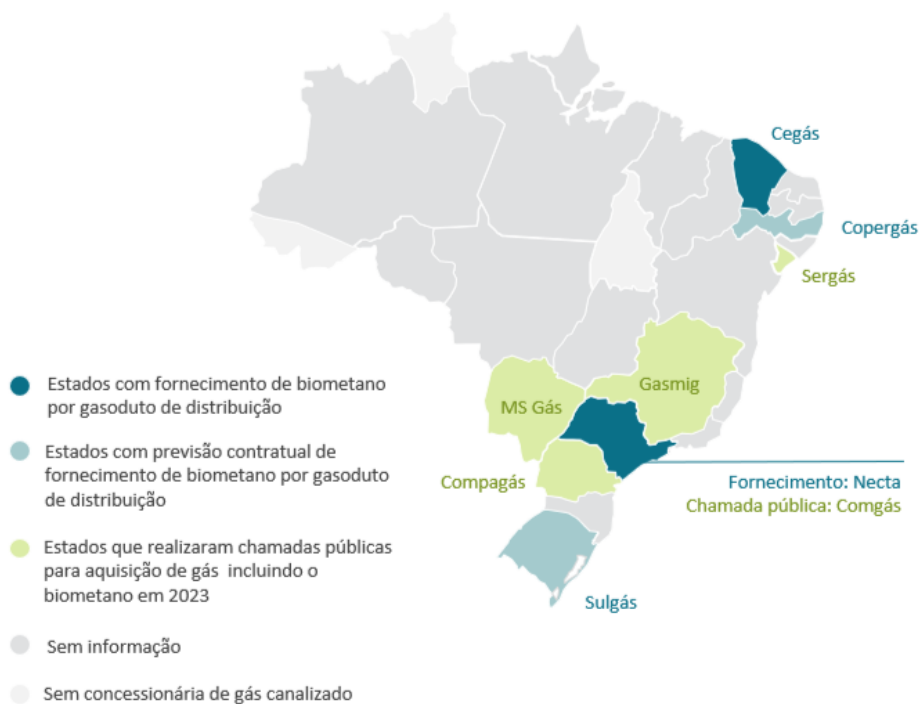


Figura 13 – Mapeamento da demanda de biometano por distribuidoras de gás canalizado em 2023.

Fonte: elaboração própria.

5.2 INDÚSTRIAS

O setor industrial é um importante segmento na formação da demanda por gás natural no Brasil. Somente no ano de 2023, esse segmento respondeu por mais de 60% da

demanda do mercado de gás (4). Parte da indústria brasileira é sustentada pelo consumo intensivo de gás natural, seja para o uso térmico ou uso como matéria prima. Com as crescentes pautas em relação à mitigação das mudanças climáticas, o setor industrial vem alterando sua postura em relação às fontes de energia utilizadas e à geração de emissões. Nesse cenário, as indústrias consumidoras de gás natural, objetivando a descarbonização e o cumprimento de suas métricas de redução de emissões, vêm demonstrando um grande interesse na utilização do biometano em substituição ao gás natural.

Durante o processo de participação pública sobre a regulamentação da distribuição do biometano no estado de São Paulo ocorrido em 2022, a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo - FIESP, em contribuição enviada à agência reguladora do estado, destacou que o interesse dos consumidores industriais, aliado à disposição desses a valorizar a molécula de biometano, se figura como "a procura que justifica a criação do mercado de biometano"(64). De fato, as indústrias que valorizam o biometano e estão dispostas a utilizar o energético vêm traçando planos de descarbonização diante das perspectivas de aumento da produção.

No estado de São Paulo, a Associação Paulista de Cerâmicas de Revestimento - ASPACER e a Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica - ANFACER assinaram um acordo com produtores do setor sucroalcooleiro do estado para fomentar o desenvolvimento do mercado de biometano. O acordo prevê a progressiva substituição de metade da demanda de gás natural de indústrias ceramistas participantes do projeto-piloto, que será iniciado em 2025, por biometano até 2030 (65). De acordo com os representantes da indústria, a demanda total do segmento alcança 2 MM m³/dia, sendo assim, até 2030, o segmento ceramista poderá contribuir com o consumo de 1 MM m³/dia de biometano (65).

Também no estado de São Paulo, a Raízen Geo Biogás Costa Pinto, produtora de biometano em uma instalação sucroalcooleira, celebrou contratos de venda de sua produção de biometano com as indústrias de fertilizantes Yara e de automóveis Volkswagen (66, 67). O fornecimento do biometano a esses consumidores livres se dará pela conexão da usina à rede de gasodutos de distribuição da concessionária Comgás (67).

Em 2023 a produtora de aços Ternium renovou o contrato de fornecimento de biometano com a empresa Gás Verde. A siderúrgica, localizada há 22 km da usina, recebe biometano da produtora fluminense desde 2019 e em 2023 renovou o fornecimento, sendo prevista a recepção de 900 mil m³/mês do gás renovável via modal rodoviário (68, 69). A Gás Verde também fornece biometano para a indústria de bebidas Ambev (70) e, mais recentemente, em 2023, firmou contrato com a indústria de materiais de construção Quartzolit da Saint-Gobain para o fornecimento de cerca de 39.000 m³/mês em um período de quatro anos (71). A produtora do Rio de Janeiro ainda negocia o fornecimento com outra unidade da Saint-Gobain e com a indústria de alimentos Nestlé (72, 70).

Além das indústrias interessadas diretamente na aquisição do biometano, há indústrias interessadas em adquirir os certificados de redução de emissões gerados pelo uso do energético.

Como apresentado na seção 5.1, a Cegás foi a primeira distribuidora de gás a receber biometano em seus gasodutos e distribui-lo a todo o mercado cativo. No estado, o biometano é comercializado pela distribuidora separando do preço do biometano o preço do "atributo ambiental". Este, chamado de "prêmio" pelo uso do energético, é o que garante a geração dos certificados de origem de biometano que podem ser utilizados por empresas para comprovar a redução de emissões de GEE. Desse modo, a concessionária do Ceará inclui em suas tarifas somente o custo da molécula de biometano sem vender aos usuários cativos o custo do atributo ambiental. No estado, os certificados de origem emitidos para o biometano distribuído para os usuários da Cegás são adquiridos pela indústria de bebidas Heineken, que utiliza os certificados de origem para comprovar reduções de emissões de 25.000 t de CO_2 em *sites* no próprio estado e em São Paulo (73).

A partir do acompanhamento das manifestações de interesse das indústrias interessadas na aquisição do biometano, pôde-se levantar que suas motivações incluem:

1. Cumprimento de metas de redução de emissões de gases de efeito estufa nos horizontes 2030 e 2050; e
2. Obtenção de certificados de reduções de emissões para composição dos inventários dos certificados de desempenho ambiental.

É necessário ressaltar que muitas indústrias manifestam essas motivações, porém ainda não adquirem biometano pelo déficit de oferta causado pela baixa produção atual e pelas implicações dessa oferta ao preço final do biometano, que tende a ser maior do que o preço do gás natural em função da baixa escala de produção e de outros custos relacionados à infraestrutura e logística do fornecimento do gás renovável (74, 75). Observa-se ainda que há uma lacuna nas definições sobre a emissão e o aproveitamento dos certificados de redução que emissões do biometano que afetam o interesse imediato das indústrias, uma vez que ainda não houve a regulamentação do Mercado de Carbono no país e há certificados que não atendem às especificações de certificações internacionais de desempenho adotadas pelas indústrias (76, 75).

5.3 PARTICIPAÇÃO DO BIOMETANO NOS MERCADOS ESTADUAIS DE GÁS NATURAL

Até a data de publicação deste trabalho, somente dois estados realizam a injeção de biometano em gasodutos de distribuição e outros dois têm contratos firmados para o recebimento de biometano, conforme apresentado na seção 5.1. Os volumes de biometano

injetados não fazem parte dos relatórios e boletins do mercado de gás natural. Ressalta-se que os contratos de compra e venda de biometano celebrados com as distribuidoras não são publicados pela ANP, apesar dessa o fazer para os contratos de compra e venda de gás natural (77) e haver previsões legais que garantem o mesmo tratamento regulatório aos dois energéticos (34). Dito isso, a comparação da participação dos dois energéticos nos mercados estaduais foi realizada a partir do levantamento dos volumes de gás natural contratados na modalidade firme por cada distribuidora e do levantamento dos volumes de biometano praticados divulgados pelas distribuidoras e produtores.

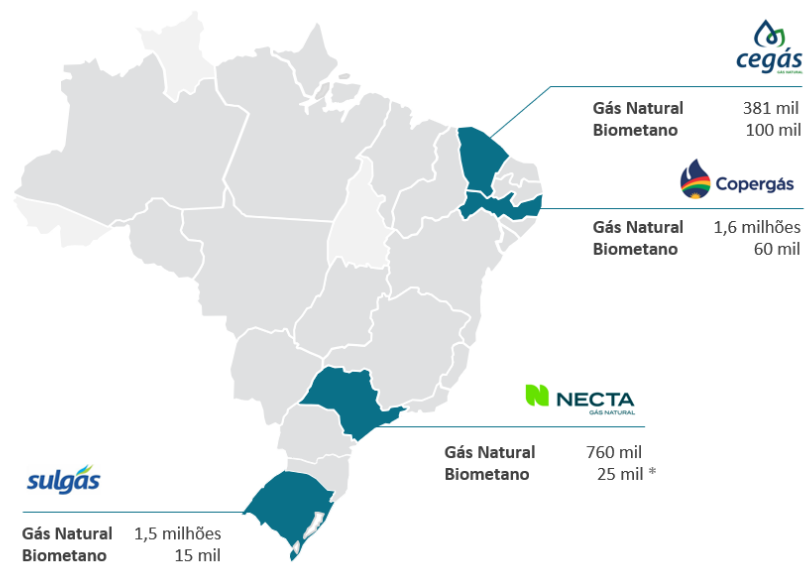
No estado do Ceará, os volumes médios de gás natural contratados pela Cegás na modalidade firme em 2024 somam 381.000 m³/dia (78, 79, 80, 81, 82) e a companhia pode receber cerca de 100.000 m³/dia de biometano ⁴(53). Já no estado de São Paulo, a concessionária Necta recebe 760.000 m³/dia de gás natural na mesma modalidade (83, 84) e está conectada a uma usina de biometano que pode produzir até 25.000 m³/dia (8)⁵.

Em relação aos estados em que as concessionárias já firmaram contratos de suprimento de biometano, mas ainda não operacionalizaram a injeção, pôde-se estimar a futura participação do biometano nos portfólios tendo como base os volumes de biometano divulgados e os volumes médios de gás natural contratados em 2024. Em Pernambuco, a Copergás contratou um volume firme de gás natural de 1.615.000 m³/dia (85, 86, 87, 88) e deve começar a receber 60.000 m³/dia de biometano até o fim de 2024 (56). No estado do Rio Grande do Sul, o volume de gás natural contratado é de 1.510.000 m³/dia (89, 90, 91, 92) e o volume de biometano que deve ser fornecido à concessionária é de 15.000 m³/dia (54).

A Figura 14 apresenta o mapeamento da participação do biometano no portfólio de suprimento de gás das concessionárias que já recebem biometano ou têm previsão de recepção futura.

⁴ Considera-se a indicação do volume que pode ser fornecido à concessionária como um volume contratado na modalidade firme, isto é, um volume que deve ser obrigatoriamente entregue à concessionária pelo supridor.

⁵ O volume de biometano injetado no gasoduto isolado da Necta não foi indicado de forma precisa nas manifestações públicas da empresa. Por isso, adotou-se o volume de produção divulgado para a usina conectada.



Unidade: m³/dia

* Premissa adotada com base no volume de produção da usina conectada à rede.

Figura 14 – Mapeamento da participação do biometano nos portfólios das concessionárias com contratos de suprimento com fornecimento ativo ou previsão de início de fornecimento em 2024.

Fonte: elaboração própria.

6 AS REGULAMENTAÇÕES ESTADUAIS SOBRE A DISTRIBUIÇÃO DO BIOMETANO

Neste capítulo os regulamentos sobre a distribuição de biometano nos estados são explorados, passando pela identificação dos estados onde há a regulamentação do uso canalizado do energético e pelos principais mecanismos regulatórios adotados por esses estados.

6.1 PRESENÇA DOS REGULAMENTOS

Para que o biometano possa, efetivamente, ser inserido no mercado de gás natural e chegar ao consumidor final, é preciso que os estados regulamentem a utilização do biometano nos gasodutos de distribuição. Em cada estado, a regulação ocorre por meio da aprovação de ato normativo específico que disciplina a injeção do biometano na rede de distribuição de gás natural canalizado.

A existência de um regulamento sobre o tema oportuniza o reconhecimento dos produtores e comercializadores de biometano como agentes do mercado estadual de gás, fornecendo-os a possibilidade de venda do biometano no mercado de gás natural canalizado local. Além disso, reconhece-se pelo ato normativo as condições e regramentos que permitem o suprimento do biometano, seja para a concessionária estadual que o destinará ao atendimento de seu mercado cativo, seja para consumidores livres.

A maioria dos estados não possui regulamentos sobre o uso do biometano nas redes de distribuição. A falta de atos normativos sobre o biometano nos estados - ou a incipiência desses - pode criar uma “lacuna normativa” capaz de prejudicar o desenvolvimento da cadeia produtiva de biometano e limitar o potencial de desenvolvimento do energético nos estados (93). Em uma parceria entre a Associação Brasileira de Agências Reguladoras – ABAR, cinco agências reguladoras estaduais e o Programa Energia Para o Brasil, do Governo do Reino Unido, foi elaborada uma nota técnica em forma de guia para a implementação de atos normativos sobre o biometano, com foco na expansão do biometano e desenvolvimento dos mercados regionais. O "Guia de regulação estadual para a distribuição canalizada de biometano", publicado em 2022, identificou critérios e pontos que deveriam ser objeto de regulação pelas agências reguladoras estaduais de modo a promover a harmonização entre os diversos regulamentos estaduais sobre a distribuição de biometano e, de forma concomitante, promover a expansão do uso do energético nos estados considerando as particularidades de cada região (93).

Desde o lançamento do guia, em março de 2022, dos cinco estados participantes, quatro - São Paulo, Sergipe, Espírito Santo e Minas Gerais - já atualizaram ou instituíram atos normativos que disciplinam o uso do biometano (94, 95, 96, 97). O único estado

participante que ainda não publicou um regulamento específico sobre a distribuição de biometano foi o estado do Rio de Janeiro, que iniciou o processo de consulta pública ao instrumento normativo em 2018 (98).

Além dos estados que participaram da elaboração do guia, outros estados já aprovaram regulamentos, submeteram ou pretendem submeter minutas de regulamento à consulta pública. Em 2022 o estado do Ceará emitiu um regulamento sobre a distribuição do biometano no estado (99), e o estado do Mato Grosso do Sul publicou, em 2023, uma portaria sobre a distribuição canalizada de biometano (100). O estado de Santa Catarina iniciou, por meio da agência reguladora estadual, um processo de consulta pública no ano de 2020 (101), e os estados do Paraná e de Alagoas incluíram a regulamentação da distribuição de biometano nas agendas regulatórias de suas agências reguladoras em 2023 e 2024, respectivamente (102, 103).

Em suma, os estados que dispõem de atos normativos sobre a distribuição de biometano são:

1. São Paulo – Deliberação ARSESP n. 744/2017: dispõe sobre as condições de distribuição de Biometano na rede de gás canalizado no âmbito do Estado de São Paulo, e dá outras providências;
2. Sergipe – Resolução AGRESE n. 22/2022: dispõe sobre as condições e critérios para comercialização de biogás/biometano por Redes Estruturantes e/ou Redes de gás canalizado no Estado de Sergipe;
3. Ceará - Resolução ARCE n. 16/2022: dispõe sobre as condições gerais de distribuição de biometano através do sistema de gás canalizado no estado do Ceará;
4. Espírito Santo – Resolução ARSP n. 65/2023: dispõe sobre as condições de distribuição de biometano através do sistema de distribuição de gás canalizado no âmbito do Estado do Espírito Santo e outras providências;
5. Minas Gerais – Resolução SEDE n. 34/2023: dispõe sobre as condições e critérios para comercialização e distribuição de biometano por redes estruturantes e redes de gás canalizado no Estado; e
6. Mato Grosso do Sul – Portaria AGEMS n. 256/2023: dispõe sobre as condições gerais de distribuição de Biometano pelo sistema de distribuição de gás canalizado, no Estado de Mato Grosso do Sul.

A Figura 15 apresenta o resultado do mapeamento realizado em relação à existência dos regulamentos estaduais sobre a distribuição de biometano até maio de 2024.

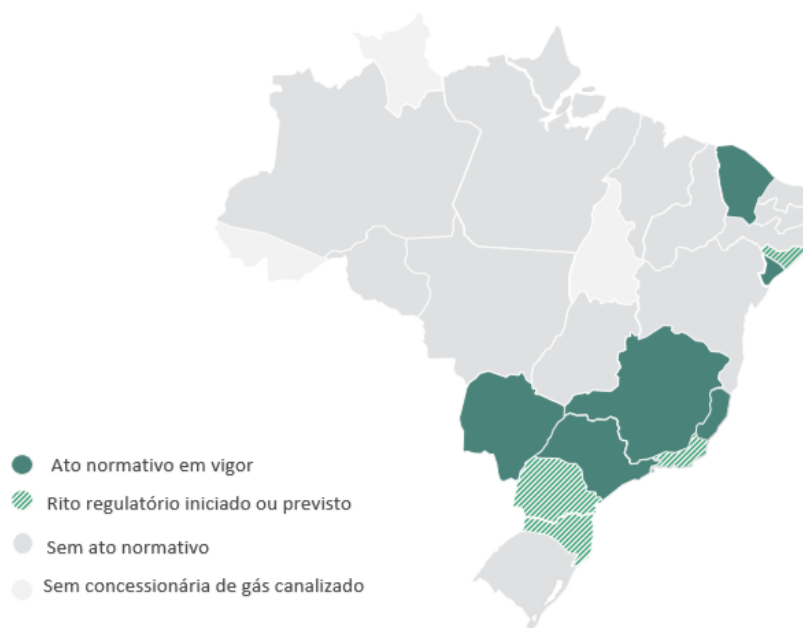


Figura 15 – Mapeamento dos regulamentos sobre a distribuição canalizada de biometano até maio de 2024.

Fonte: elaboração própria.

6.2 MECANISMOS REGULATÓRIOS ADOTADOS

No que tange os conteúdos dos regulamentos sobre a distribuição de biometano é possível identificar eixos comuns ao conteúdo dos atos normativos, como, por exemplo, os regramentos sobre as condições de fornecimento do biometano e os requisitos à apresentação dos contratos de compra e venda de biometano. As distinções entre os atos normativos aprovados nos seis estados residem nos dispositivos que caracterizam o "modelo regulatório" que será adotado em cada estado. Ao analisar as resoluções sobre a distribuição de biometano nos estados, pôde-se compilar os principais mecanismos regulatórios previstos.

Identificou-se que em todos os regulamentos o produtor ou comercializador de biometano ajusta as características técnicas da injeção de biometano com a concessionária por meio da celebração de contratos de compra e venda de biometano. No tocante da venda de biometano à concessionária, os estados de São Paulo e Espírito Santo incluíram dispositivos que preveem que "a(s) concessionária(s) deverá(ão) priorizar o uso de biometano para o atendimento do mercado cativo, desde que o preço de aquisição deste

insumo seja competitivo perante o gás natural contratado e que a adição ao sistema de distribuição não prejudique a modicidade tarifária"(94). A respeito das possibilidades de fornecimento do biometano aos consumidores cativos, observa-se ainda que os estados de São Paulo e Minas Gerais possuem dispositivos que criam a possibilidade de as concessionárias fornecerem biometano a consumidores cativos específicos que se interessarem pelo consumo do energético, criando uma espécie de mercado cativo de biometano dentro do mercado cativo de gás do estado.

Nos atos normativos estaduais também são definidos comandos que preveem que o produtor ou comercializador de biometano possa celebrar contratos de compra e venda de biometano com consumidores livres. Essa previsão se faz presente nos regulamentos sobre a distribuição canalizada de biometano como uma forma de complementar os atos normativos que tratam da distribuição de gás aos consumidores livres do estado, reforçando o tratamento igualitário que deve ser dado aos consumidores cativos e livres no acesso às fontes de suprimento. Dos seis estados com regulamentos, apenas dois, Ceará e Mato Grosso do Sul, não possuem dispositivos que se comunicam com as disposições dos regulamentos específicos sobre o mercado livre, nem reforçam a possibilidade de aquisição de biometano por consumidores livres.

Outro mecanismo regulatório observado é inclusão de dispositivos que permitem a integração do suprimento de biometano aos projetos estruturantes de redes locais - aqueles que se destinam a desenvolver um mercado consumidor de gás canalizado antes da conexão da região à malha principal de gasodutos da concessionária. Os estados de São Paulo, Sergipe, Espírito Santo e Minas Gerais têm em seus atos normativos essa previsão regulatória.

Identificou-se que alguns estados, devido à organização espacial de suas redes de distribuição, dispõem de previsões regulatórias sobre a troca entre gás natural e biometano - mecanismo também denominado *swap* de gás natural e biometano. Esse mecanismo permite que consumidores adquiram o biometano injetado em malhas de distribuição distintas daquelas onde o energético será consumido - seja em função de características da malha da concessionária estadual seja pela existência de mais de uma concessionária no estado. Os estados que dispõem dessa previsão nos regulamentos sobre a distribuição de biometano são Espírito Santo e São Paulo.

Verificou-se ainda que no estado de Minas Gerais há regramentos específicos sobre a conexão dos supridores de biometano à rede de distribuição e sobre a entrega do biometano a consumidores livres. No estado, para que o produtor ou comercializador se conecte ao sistema de distribuição da concessionária, é necessária a celebração de um contrato de conexão entre o supridor e a concessionária, bem como há a previsão da aplicação de uma tarifa específica pelo uso da rede de distribuição. Ademais, o estado implementou um dispositivo que garante que a entrega dedicada de biometano aos consumidores livres

pela movimentação na forma de GNC ou GNL não se caracteriza como atividade de distribuição, não sendo, portanto, realizada pela concessionária, mas por distribuidores de GNC ou GNL em livre competição.

Observa-se que os regulamentos publicados nos estados sobre a distribuição de biometano não se afastam do objetivo principal de reger a injeção de biometano nas redes das concessionárias, mas se diferem nas previsões regulatórias que podem garantir maior acesso ao mercado de biometano pelos produtores ampliando a competitividade para a venda do biometano nesses estados, a formação de novos centros consumidores de gás e até incentivar o desenvolvimento do mercado livre estadual. A Tabela 1 apresenta o resultado do mapeamento realizado em relação ao conteúdo dos regulamentos estaduais sobre a distribuição de biometano até a data de publicação deste trabalho.

Tabela 1 – Quadro resumo dos principais mecanismos regulatórios presentes nas resoluções sobre a distribuição de biometano no Brasil.

MECANISMO REGULATÓRIO PREVISTO	SÃO PAULO	SERGIPE	CEARÁ	ESPÍRITO SANTO	MINAS GERAIS	MATO GROSSO DO SUL
Celebração de contrato de suprimento entre supridor e concessionária	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Priorização do uso do biometano para o atendimento do mercado cativo quando possuir preços competitivos	✓			✓		
Possibilidade de celebração de contrato de suprimento entre supridor e consumidor livre	✓	✓		✓	✓	
Opção de fornecimento a consumidores específicos de biometano	✓				✓	
Atendimento de projetos estruturantes de redes locais com biometano pela concessionária	✓	✓		✓	✓	
Troca de gás intraestadual	✓			✓		
Contrato de conexão entre supridor e concessionária e tarifa de conexão para o supridor					✓	
Desclassificação da entrega dedicada como atividade de distribuição					✓	

Fonte: elaboração própria.

7 CONCLUSÕES

O Brasil detém um enorme potencial de desenvolvimento do uso do biometano por meio das redes de transporte e distribuição de gás natural, hoje explorado por concessionárias de gás canalizado e por indústrias que visam o consumo do energético pela rede de distribuição dos estados. O presente trabalho permitiu a caracterização da produção do biometano, a identificação o interesse pelo uso do biometano nas redes de gás natural canalizado e a identificação dos principais regramentos sobre a distribuição canalizada do energético, construindo, assim, o cenário do uso do biometano no país e fornecendo perspectivas sobre seu desenvolvimento.

Observou-se que há uma perspectiva de aumento da capacidade de produção entre 2024 e 2026. Essa perspectiva é acompanhada do desponte de alguns estados como possíveis maiores produtores. A capacidade de produção tende a ser instalada em estados da região Sul e Sudeste, com uma participação expressiva de alguns estados do Nordeste. Esse pode ser um grande indicativo das regiões que terão maiores possibilidades ao desenvolvimento e integração do biometano ao mercado de gás em curto prazo, uma vez que deterão maiores capacidades de produção e, se alinhadas aos regulamentos sobre a distribuição e aos interesses das concessionárias e consumidores, poderão estabelecer ambientes extremamente favoráveis ao desenvolvimento do uso do biometano. Ainda no que tange a produção, a maior presença de unidades produtoras de biometano pode dar aos estados uma janela de oportunidade para incentivar a instalação de novas plantas de produção, aliando o interesse pelo uso do energético à construção de ações de gestão de resíduos.

A predominância da capacidade de produção de biometano oriunda de resíduos sólidos urbanos depositados em aterros sanitários como matéria prima é um grande indicativo do potencial que cada aterro sanitário possui para a geração de energia limpa. Um exemplo do aproveitamento desse potencial é a existência de diversos memorandos de entendimento entre estados, companhias distribuidoras de gás natural canalizado e empresas operadoras de aterros sanitários para a viabilizar a construção de usinas, a produção e o direcionamento do biometano à rede de distribuição de gás natural canalizado. A expectativa da instalação de mais unidades de produção que utilizam resíduos agrossilvopastoris e comerciais, que devem ser maioria quando se fala em número de usinas, se figura como um indicativo sobre a ampliação das ações de gestão de resíduos em regiões com forte presença dos setores agropecuário e agroindustrial. Com isso, é criada uma nova demanda para os resíduos gerados por esses setores e há o direcionamento da instalação de usinas de biometano para o interior dos estados, fomentando a produção do energético de forma descentralizada - o que pode ser útil à criação de novos mercados consumidores locais para o biometano, como as redes locais, e à formação de *hubs* de conexão da produção

com os gasodutos de transporte.

A expansão dos volumes de produção de biometano é uma necessidade que acompanha o interesse pela molécula. Os maiores interessados na utilização do biometano são as indústrias com planos de aquisição de biometano e as distribuidoras de gás natural canalizado, que visam ampliar a utilização do gás renovável incluindo os produtores em seus vastos mercados para o atendimento dos consumidores cativos. Observa-se que o setor industrial enxerga a necessidade de substituir parte de seu suprimento energético fóssil por combustíveis renováveis para o cumprimento de métricas de desenvolvimento sustentável e descarbonização de processos produtivos. O deslocamento de parte da demanda por gás natural para o biometano em indústrias que necessitam de grandes volumes de gás pode ser visto como um elemento motriz à ampliação da produção do biometano e à maior utilização do energético em segmentos que consomem gás natural. As concessionárias de gás natural canalizado, por sua vez, estão cada vez mais empenhadas em garantir o suprimento de biometano para o atendimento de seus consumidores. O interesse das concessionárias é intrínseco aos interesses de seus estados. Muitas unidades da federação assumiram compromissos para o incentivo à utilização de energéticos renováveis em suas matrizes e estão colocando em prática ações e políticas públicas que objetivam o uso do biometano. Essas ações integradas entre estados, concessionárias e potenciais produtores de biometano estão se mostrando essenciais à viabilização do desenvolvimento do biometano em nível local.

A participação do biometano nos volumes totais de gás que é demandado pelas concessionárias ainda não é expressiva, entretanto, é presente e ainda deve ser ampliada conforme os volumes de produção possibilitarem a celebração de novos contratos com as concessionárias de gás natural canalizado. Sendo assim, entende-se que, para que o uso do biometano ganhe escala no mercado de gás natural é essencial que os volumes de produção do energético no país se elevem e que os projetos se desenvolvam em mais estados brasileiros, a fim de abarcar os mercados consumidores que ambicionam o uso do energético.

Ademais, identifica-se que as perspectivas de expansão de projeção e consumo do biometano não são os únicos fatores que devem ser considerados quando se avalia o desenvolvimento energético no país. O crescimento dos volumes de biometano inseridos nas redes de distribuição de gás natural também depende da existência de regulações em nível estadual que permitam e disciplinem a distribuição do biometano. A ampliação do número de estados que possuem atos normativos sobre o biometano se figura como um dos fatores essenciais ao desenvolvimento do biometano nos mercados estaduais de gás natural. Para mais, além da existência dos regulamentos é preciso considerar o conteúdo desses e sua interação com a realidade do mercado local de biometano, assim como sua interação com demais regramentos sobre a distribuição no estado.

Dessa forma, retomando o questionamento levantado na introdução deste trabalho, é possível concluir que os agentes do mercado de gás natural vêm se articulando para promover a entrada do suprimento de biometano nos ambientes estaduais de distribuição. A produção, por sua vez, vem crescendo e sendo incentivada pela demanda de indústrias e concessionárias de gás canalizado. No entanto, frente à extensão do mercado de gás e à pequena participação do biometano nos mercados estaduais de gás canalizado, conclui-se que a escalada do desenvolvimento do biometano no mercado de gás nacional não deve ocorrer em curto prazo e ainda deve necessitar de uma ação integrada entre os produtores, concessionárias de distribuição, transportadores, consumidores e reguladores.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inserção do biometano nas redes de gás natural canalizado é uma grande questão em andamento dentro do mercado de gás natural que envolve diferentes competências de legislação, regulação e a atuação multidisciplinar dos agentes do mercado. O propósito deste trabalho não foi completa descrição de todos os temas que perpassam o desenvolvimento do biometano no mercado de gás natural, e, sim, a descrição do estado em que esse desenvolvimento se encontra considerando o início da inserção do biometano nos mercados estaduais de gás canalizado.

A produção de biometano no país está dando seus primeiros passos. É natural que os volumes de produção não sejam altos quando comparados aos volumes de milhares de metros cúbicos que todo dia atendem o grande mercado consumidor de gás natural. As perspectivas de expansão para os anos de 2024 e 2026 se mostram positivas, entretanto, é preciso avaliar futuramente se, de fato, a previsão de expansão se consolidará da forma que está sendo projetada.

Além da produção, existem outras questões que não estão completamente delimitadas no que diz respeito à utilização do biometano nas redes de gás natural. A injeção do biometano nas redes de transporte de gás natural é uma dessas questões. À época da publicação deste trabalho, diversos projetos de integração do biometano à rede de transporte vêm sendo conduzidos pelas transportadoras, mas esses projetos ainda dependem dos contextos locais de produção, como a localização das potenciais ofertas de biometano, e de questões técnicas, como os investimentos necessários à conexão do suprimento de biometano às redes, para serem operacionalizados.

Importa salientar que os mercados para o biometano ainda estão em fase de formação nos estados brasileiros. Este momento de formação de um mercado para o biometano em âmbito nacional se compõe por estados que capitanearão o uso do biometano em substituição ao gás natural por meio das redes de distribuição de gás canalizado e por estados em que a utilização do biometano ocorrerá por meio de soluções específicas, como pela movimentação por GNC ou GNL em livre competição. Esses diferentes mercados dependerão das condições e possibilidades de cada ambiente produtivo, dos consumidores interessados e das demandas das concessionárias. Assim, para uma maior caracterização dessas possibilidades a nível local, estudos com escopos mais específicos podem ser conduzidos em trabalhos futuros.

Ademais, o desenvolvimento do biometano no mercado de gás depende também de questões que não são bem conhecidas ou estão em fase de organização pelo mercado. Essas questões envolvem a precificação do biometano, a valorização do atributo ambiental

e aceitabilidade dos certificados de origem do biometano, que podem afetar de forma sensível o cenário de evolução do biometano em curto prazo. Essas questões estão fora do escopo deste trabalho e ainda carecem de maiores aprofundamentos em estudos de caráter técnico e econômico para serem melhor compreendidas e terem soluções endereçadas.

Referências

- 1 EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional 2024: ano base 2023*. [S.l.], 2024. Citado na página 12.
- 2 EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional 2022: ano base 2021*. [S.l.], 2022. Citado na página 12.
- 3 KAPOOR, R. *et al.* Advances in biogas valorization and utilization systems: A comprehensive review. *Journal of Cleaner Production*, v. 273, p. 123052, 2020. ISSN 0959-6526. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620330973>>. Citado na página 12.
- 4 MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Boletim Mensal de Acompanhamento da Indústria de Gás Natural - Dezembro de 2023*. 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/publicacoes-1/boletim-mensal-de-acompanhamento-da-industria-de-gas-natural/2023>>. Citado 3 vezes nas páginas 12, 23 e 44.
- 5 MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Nota Técnica nº 131/2021/DBIO/SPG*. [S.l.], 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/analise-de-impacto-regulatorio-air-e-avaliacao-de-resultado-regulatorio-arr/dispensas-de-air/sei_mme-0579084-nota-tecnica-131-processo-no-48380-000256-2020-78.pdf>. Citado na página 12.
- 6 CIBIOGÁS, EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Panorama do Biometano: Setor sucroenergético*. 2023. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/panorama-do-biometano-setor-sucroenergetico>>. Citado na página 13.
- 7 COMPANHIA DE GÁS DO CEARÁ. *Biometano da CEGÁS é destaque em reunião internacional em Lisboa*. 2023. Disponível em: <<https://www.cegas.com.br/biometano-da-cegas-e-destaque-em-reuniao-internacional-em-lisboa/>>. Citado 3 vezes nas páginas 13, 21 e 41.
- 8 FORBES; REUTERS. Gasbrasiliano e usina cocal iniciam operação do 1º gasoduto de biometano do Brasil. *Forbes*, 2023. Disponível em: <<https://forbes.com.br/forbesagro/2023/02/gasbrasiliano-e-usina-cocal-iniciam-operacao-do-1o-gasoduto-de-biometano-do-brasil/>>. Citado 3 vezes nas páginas 13, 42 e 46.
- 9 AGHEL, B. *et al.* A review of recent progress in biogas upgrading: With emphasis on carbon capture. *Biomass and Bioenergy*, v. 160, p. 106422, 2022. ISSN 0961-9534. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953422000836>>. Citado na página 18.
- 10 SOARES, I. P. *et al.* *Biogás e suas contribuições para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. Embrapa Agroenergia, 2022. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1149613>>. Citado na página 18.

- 11 MILANEZ, A. Y.; MAIA, G. B. da S.; GUIMARÃES, D. D. Biogás: evolução recente e potencial de uma nova fronteira de energia renovável para o Brasil. *BNDES Setorial*, v. 27, n. 53, p. 177–216, 2021. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/20781>>. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 19.
- 12 BRASIL. Decreto nº 87.079, de 2 de abril de 1982: Aprova as diretrizes para o programa de mobilização energética. *Diário Oficial da União - Seção 1 - 05/04/1982, Página 5833 (Publicação Original)*, 1982. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-87079-2-abril-1982-436644-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Citado na página 18.
- 13 NUNES FERRAZ JUNIOR, A. D. *et al.* Advancing anaerobic digestion of sugarcane vinasse: Current development, struggles and future trends on production and end-uses of biogas in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 157, p. 112045, 2022. ISSN 1364-0321. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121013071>>. Citado na página 18.
- 14 KARLSSON, T. *et al.* *Manual básico de biogás*. Editora Univates, 2014. Disponível em: <https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/71/pdf_71.pdf>. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 32.
- 15 MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. Status dos projetos do MDL no Brasil: 1º período de compromisso do protocolo de Quioto (2008-2012). 2017. Disponível em: <https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/mecanismo_de_desenvolvimento_limpo/Mecanismo_de_Desenvolvimento_Limpo.html>. Citado na página 19.
- 16 MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (agricultura de baixa emissão de carbono). MAPA/ACS, 2012. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/download.pdf>>. Citado na página 19.
- 17 BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010: Institui a política nacional de resíduos sólidos; altera a lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da União - Edição de 03/08/2010 - pág. nº 3*, 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Citado na página 19.
- 18 KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R.; AMARAL, A. C. do. *Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato*. Sbera: Embrapa Suínos e Aves, 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1108617/fundamentos-da-digestao-anaerobia-purificacao-do-biogas-uso-e-tratamento-do-digestato>>. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 32.
- 19 XIE, L. *et al.* Chapter seven - biogas upgrading. In: LI, Y.; KHANAL, S. K. (Ed.). Elsevier, 2020, (*Advances in Bioenergy*, v. 5). p. 309–344. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468012520300067>>. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 32.

- 20 SÃO PAULO. Decreto nº 58.659, de 4 de dezembro de 2012: Institui o programa paulista de biogás e dá providências correlatas. *Publicado na Casa Civil, aos 4 de dezembro de 2012.*, 2012. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2012/decreto-58659-04.12.2012.html>>. Citado na página 20.
- 21 RIO DE JANEIRO. Lei nº 6361, de 18 de dezembro de 2012: Dispõe sobre a política estadual de gás natural renovável - gnr. *Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro - Edição de 19/12/2012*, 2012. Disponível em: <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/e9589b9aabd9cac8032564fe0065abb4/f0294f2b42bc949483257ada00673a4a?OpenDocument>>. Citado na página 20.
- 22 AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. *Nota Técnica nº 132/2013/-SBQ-RJ*. 2013. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/consultas-e-audiencias-publicas/consulta-audiencia-publica/consulta-publica-no-28-2014>>. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 33.
- 23 AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. *Nota Técnica nº 157/2014/SBQ/RJ*. 2014. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/consultas-e-audiencias-publicas/consulta-audiencia-publica/consulta-publica-no-28-2014>>. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 32.
- 24 AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. *Despacho nº 1.094/2017*. 2017. Disponível em: <<https://atosoficiais.com.br/anp/despacho-n-1094-2017>>. Citado na página 21.
- 25 AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. *Despacho nº 686/2018*. 2018. Disponível em: <<https://atosoficiais.com.br/anp/despacho-n-686-2018>>. Citado na página 21.
- 26 AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. *Resolução n. 734, de 28 de junho de 2018*. 2018. Disponível em: <<https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-734-2018>>. Citado na página 21.
- 27 RIO GRANDE DO SUL. *Estado assina primeiro contrato de suprimento de biometano no RS*. 2021. Disponível em: <<https://estado.rs.gov.br/estado-assina-primeiro-contrato-de-suprimento-de-biometano-no-rs>>. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 41.
- 28 BRASIL. Decreto nº 11.003, de 21 de março de 2022: Institui a estratégia federal de incentivo ao uso sustentável de biogás e biometano. *Diário Oficial da União - Edição de 22/03/2022*, 2022. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d11003.htm>. Citado na página 22.
- 29 COMITÊ DE PROMOÇÃO DA CONCORRÊNCIA NO MERCADO DE GÁS NATURAL DO BRASIL. *Propostas para o mercado brasileiro de gás natural*. [S.l.], 2019. Citado na página 23.
- 30 COMITÊ DE PROMOÇÃO DA CONCORRÊNCIA NO MERCADO DE GÁS NATURAL DO BRASIL. *Nota técnica propostas para o mercado brasileiro de gás natural*. 2019. Citado na página 24.

- 31 QUEIROZ, L. S.; MENDONÇA, F. A. de S. Regulação da concorrência e monopólios naturais. *3º Congresso Brasileiro de PD em Petróleo e Gás*, 2005. Disponível em: <<https://www.portalabpg.org.br/home/>>. Citado na página 24.
- 32 BRASIL. Constituição (1988): Constituição da república federativa do brasil: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas emendas constitucionais de revisão nos 1 a 6/94, pelas emendas constitucionais nos 1/92 a 91/2016 e pelo decreto legislativo no 186/2008. *Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas*, 2016. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf>. Citado na página 25.
- 33 BRASIL. Lei nº 14.134, de 8 de abril de 2021.: Dispõe sobre as atividades relativas ao transporte de gás natural, de que trata o art. 177 da constituição federal, e sobre as atividades de escoamento, tratamento, processamento, estocagem subterrânea, acondicionamento, liquefação, regaseificação e comercialização de gás natural; altera as leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, e 9.847, de 26 de outubro de 1999; e revoga a lei nº 11.909, de 4 de março de 2009, e dispositivo da lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002. *Diário Oficial da União de 09/04/2021*, 2021. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/norma/33429875/publicacao/33441258>>. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.
- 34 BRASIL. Decreto nº 10.712, de 2 de junho de 2021: Regulamenta a lei nº 14.134, de 8 de abril de 2021, que dispõe sobre as atividades relativas ao transporte de gás natural, de que trata o art. 177 da constituição, e sobre as atividades de escoamento, tratamento, processamento, estocagem subterrânea, acondicionamento, liquefação, regaseificação e comercialização de gás natural. *Diário Oficial da União - Edição Extra de 04/06/2021 - nº 103-B*, 2021. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/norma/34132805/publicacao/34136948>>. Citado 2 vezes nas páginas 26 e 46.
- 35 EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Sistema de Informações Geográficas do Setor Energético Brasileiro*. 2024. Disponível em: <<https://gisepeprd2.epe.gov.br/WebMapEPE/>>. Citado na página 27.
- 36 BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. *Gás para o desenvolvimento*. [S.l.], 2020. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/publicacoes/relatorios/gas-para-o-desenvolvimento>>. Citado na página 27.
- 37 REUTERS. Gás verde e nts planejam primeiro transporte de biometano por dutos entre estados... - veja mais em <https://economia.uol.com.br/noticias/reuters/2023/05/30/gas-verde-e-nts-planejam-primeiro-transporte-de-biometano-por-dutos-entre-estados.htm?cmpid=copiaecola>. *Economia UOL*, 2023. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/reuters/2023/05/30/gas-verde-e-nts-planejam-primeiro-transporte-de-biometano-por-dutos-entre-estados.htm>>. Citado na página 28.
- 38 TRANSPORTADORA BRASILEIRA GASODUTO BRASIL-BOLÍVIA S.A. *Relatório Integrado TBG 2022*. 2023. Disponível em: <<https://www.tbg.com.br/documents/20124/461705/Relatorio+Integrado+TBG+2022.pdf/a0c86556-b11d-9f08-ca0c-a88359f8d9a2?t=1685564258490>>. Citado na página 28.

- 39 ASSOCIAÇÃO DE EMPRESAS DE TRANSPORTE DE GÁS NATURAL POR GASODUTO. *A Importância do Biometano para o Transporte*. 2024. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cme/apresentacoes-em-eventos/apresentacoes-em-eventos-2024>>. Citado na página 28.
- 40 TRANSPORTADORA BRASILEIRA GASODUTO BOLÍVIA BRASIL. *Apresentação TBG Grupo de Trabalho Gás para Empregar*. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-bicombustiveis/gas-para-empregar/participacao-social-no-gt-ge/apresentacao-de-contribuicoes-em-evento-promovido-pelo-gt-ge/comite-5>>. Citado na página 28.
- 41 BRASIL. Projeto de lei 1879/2022: Cria a política de produção e uso do biogás e do biometano, e altera a lei nº 9.847, de 26 de outubro de 1999. 2022. Disponível em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/153924>>. Citado na página 29.
- 42 BRASIL. Projeto de lei 1873/2021: Estabelece o programa nacional dos combustíveis avançados renováveis com o objetivo de incentivar a pesquisa e fomentar a produção e consumo dos biocombustíveis avançados.. 2021. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2283464&fichaAmigavel=nao>>. Citado na página 29.
- 43 AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Deliberação arsesp n. 1.055, de 06 de novembro de 2020. 2020. Disponível em: <<https://www.arsesp.sp.gov.br/Paginas/gas/redes-locais.aspx>>. Citado na página 30.
- 44 OBRIEM, E. Cresce adoção de gnv no país e o potencial de uso só tende a aumentar: Expansão das redes regionais das distribuidoras, maior quantidade de pontos de atendimento abastecidos por caminhões feixe, e o aumento da opção biometano onde o gás natural não chega formam um panorama extremamente favorável ao gnv. *Energia Hoje*, 2023. Disponível em: <<https://editorabrasilenergia.com.br/cresce-adoacao-de-gnv-no-pais-mas-potencial-ainda-e-pouco-aproveitado/>>. Citado na página 31.
- 45 CHIAPPINI, G. Cresce adoção de gnv no país e o potencial de uso só tende a aumentar: Rodovia entre rio e são paulo pode integrar oferta e demanda de gás natural e biometano com rota de escoamento da indústria. *EPBR*, 2023. Disponível em: <<https://epbr.com.br/dutra-azul-governo-do-rio-estuda-transformar-via-em-corredor-de-gnv-e-hidrogenio/>>. Citado na página 31.
- 46 SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. *Resíduos Agrossilvopastoris*. 2023. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/informacoes/tipos-de-residuos/residuos-agrossilvopastoris/>>. Citado na página 32.
- 47 SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. *Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestadores de Serviços*. 2023. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/informacoes/tipos-de-residuos/residuos-de-estabelecimentos-comerciais-e-prestadores-de-servicos/>>. Citado na página 33.

48 SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. *Resíduos Sólidos Urbanos*. 2023. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/informacoes/tipos-de-residuos/residuos-solidos-urbanos/>>. Citado na página 33.

49 SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. *Resíduos dos Serviços de Saneamento Básico*. 2023. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/informacoes/tipos-de-residuos/residuos-dos-servicos-de-saneamento-basico/>>. Citado na página 33.

50 KHAN, M. U. *et al.* Current status of biogas upgrading for direct biomethane use: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 149, p. 111343, 2021. ISSN 1364-0321. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121006298>>. Citado na página 33.

51 CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS - BIOGÁS. *Panorama do Biogás no Brasil 2021*. [S.l.], 2022. Citado na página 33.

52 AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. *Relatório Dinâmico das instalações produtoras de Biocombustíveis autorizadas pela ANP e dos processos em andamento de construção e ampliação de planta de produção de Biocombustíveis*. 2024. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZWM3ZDI4YjEtOTliMi00NDY5LWJjZDktMTA0MTEzOGYzOGJjIiwidCI6IjQ0OTlmNGZpageName=ReportSection>>. Citado 6 vezes nas páginas 33, 34, 35, 37, 38 e 41.

53 COMPANHIA DE GÁS DO CEARÁ. *Ceará testa mistura de biogás para aumentar uso em todo o país*. 2024. Disponível em:<<https://www.cegas.com.br/ceara-testa-mistura-de-biogas-para-aumentar-uso-no-brasil-2/>>. Citado 2 vezes nas páginas 41 e 46.

54 COMPANHIA DE GÁS DO RIO GRANDE DO SUL. *Sulgas e Sebigas Cótica assinam o primeiro contrato de suprimento de biometano no RS*. 2021. Disponível em: <<https://www.sulgas.com.vc/noticias-sala/1504-sulgas-e-sebigascotica-assinam-o-primeiro-contrato-de-suprimento-de-biometano-no-rs>>. Citado 2 vezes nas páginas 41 e 46.

55 COMGÁS. *Comgás recebe em chamada pública proposta de suprimento de gás também destinada ao mercado livre*. 2023. Disponível em:<<https://www.comgas.com.br/noticia/chamada-publica-proposta-de-suprimento-de-gas-destinada-ao-mercado-livre/>>. Citado na página 42.

56 COMPANHIA PERNAMBUCANA DE GÁS. *Copergás anuncia empresa vencedora da chamada pública de biometano*. 2023. Disponível em: <<http://novo.copergas.com.br/comunicacao/noticias/copergas-anuncia-empresa-vencedora-da-chamada-publica-de-biometano/>>. Citado 2 vezes nas páginas 42 e 46.

57 ORIZON VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS S.A. *Aditivo ao contrato de compra e venda de biometano entre a Orizon Meio Ambiente e a Copergás*. 2023. Disponível em: <<https://www.mzgroup.com.br/portal/fatosrelevantes/fato-relevante-aditivo-ao-contrato-de-compra-e-venda-de-biometano-entre-a-orizon-meio-ambiente-e>>. Citado na página 42.

58 PARANÁ. *Compagas recebe 22 propostas em chamada pública para aquisição de biometano*. 2023. Disponível em: <<https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Compagas-recebe-22-propostas-em-chamada-publica-para-aquisicao-de-biometano>>. Citado na página 42.

59 PARANÁ. *Compagas e consórcio de cidades da RMC firmam parceria para a produção de biometano*. 2023. Disponível em: <<https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Compagas-e-consorcio-de-cidades-da-RMC-firmam-parceria-para-producao-de-biometano>>. Citado na página 42.

60 AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS DO PARANÁ. *Compagas anuncia investimentos de R\$505 milhões em produção de biometano*. 2024. Citado na página 42.

61 SERGIPE GÁS S/A. *Chamada Pública para Aquisição de Biometano 2026*. 2023. Disponível em: <<https://www.sergipegas.com.br/chamada-publica-2026/>>. Citado na página 43.

62 AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO GOVERNO DE MATO GROSSO DO SUL. *Com “know how” no mercado, MSGÁS planeja expandir fronteira de energia renovável com biometano*. 2023. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ms.gov.br/com-know-how-no-mercado-de-gas-natural-msgas-planeja-expandir-fronteira-de-energia-renovavel-c>>. Citado na página 43.

63 MSGÁS. *MSGÁS prepara “Corredores Azuis” para eficiência e sustentabilidade do transporte pesado*. 2024. Disponível em: <<https://www.msgas.com.br/imprensa/msgas-prepara-corredores-azuis-para-eficiencia-e-sustentabilidade-do-transporte-pesado/>>. Citado na página 43.

64 AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Relatório Circunstanciado Consulta Pública nº 08/2022*. 2022. Disponível em: <<http://www.arsesp.sp.gov.br/SitePages/DetalhesACPublicas.aspx?idItemC=134>>. Citado na página 44.

65 ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTOS, LOUÇAS SANITÁRIAS E CONGÊNERES. *Sectores cerâmico e sucroenergético firmam acordo para substituir gás natural por biometano*. 2023. Disponível em: <<https://www.anfacer.org.br/noticias/setores-ceramico-e-sucroenergetico-firmam-acordo-para-substituir-gas-natural-por-biometano>>. Citado na página 44.

66 EPBR. *Raízen investirá R\$ 300 milhões em planta de biometano em São Paulo*. 2022. Disponível em: <<https://epbr.com.br/raizen-investira-r-300-milhoes-em-planta-de-biometano-em-sao-paulo/>>. Citado na página 44.

67 OBRIEM, E. *Arsesp aprova interconexão entre raízen-geo biogás e comgás*. *Brasil Energia*, 2023. Disponível em: <<https://brasilenergia.com.br/energia/arsesp-aprova-interconexao-entre-raizen-geo-biogas-e-comgas/>>. Citado na página 44.

68 TERNIUM. *Ternium Brasil e Gás Verde anunciam novo contrato de fornecimento de biometano*. 2023. Disponível em: <<https://br.ternium.com/pt/novidades/noticias/assinatura-ternium-e-gas-verde--23806732323>>. Citado na página 44.

69 OBRIEM, E. Ternium e gás verde reforçam parceria sustentável: Siderúrgica renova contrato de fornecimento de 900 mil m³/mês de biometano para produção de aço em santa cruz (rj). *Energia Hoje*, 2023. Disponível em: <<https://energiahoje.editorabrasilenergia.com.br/ternium-e-gas-verde-reforcam-parceria-sustentavel/>>. Citado na página 44.

70 RAMALHO, A. Gás verde traça plano de expansão em biometano e busca investidor: Empresa espera aumentar em mais de cinco vezes a sua produção em três anos. *EPBR*, 2023. Disponível em: <<https://epbr.com.br/gas-verde-traca-plano-de-expansao-em-biometano-e-busca-investidor/>>. Citado na página 44.

71 EPBR. Fábrica de materiais de construção da quartzolit será totalmente abastecida por biometano: Saint-gobain fechou contrato de quatro anos com a gás verde para implementar biocombustível na planta de queimados (rj). *EPBR*, 2023. Disponível em: <<https://epbr.com.br/fabrica-de-materiais-de-construcao-da-quartzolit-sera-totalmente-abastecida-por-biometano/>>. Citado na página 44.

72 CHIAPPINI, G. Urca energia espera expandir fornecimento de biometano para clientes em outros estados: Empresa enxerga janela de oportunidade para multinacionais com metas de descarbonização. *EPBR*, 2024. Disponível em: <<https://epbr.com.br/urca-energia-espera-expandir-fornecimento-de-biometano-para-clientes-em-outros-estados/>>. Citado na página 44.

73 COUTO, F. Mdc e marquise fecham venda de gas-rec para a heineken: Acordo envolve emissão de 520 mil certificados da gnr fortaleza. *Valor Econômico*, 2023. Disponível em: <<https://valor.globo.com/empresas/noticia/2023/03/20/mdc-e-marquise-fecham-venda-de-gas-rec-para-a-heineken.ghtml>>. Citado na página 45.

74 CAMPOS, G. Indústria química teme aumento do preço do gás com biometano. *Poder 360*, 2024. Disponível em: <<https://www.poder360.com.br/congresso/industria-quimica-teme-aumento-do-preco-do-gas-com-biometano/>>. Citado na página 45.

75 CAMPOS, G. Adição de biometano no gás natural custará r\$ 570 mi, dizem entidades. *Poder 360*, 2024. Disponível em: <<https://www.poder360.com.br/congresso/adicao-de-biometano-no-gas-natural-custara-r-570-mi-dizem-entidades/>>. Citado na página 45.

76 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GRANDES CONSUMIDORES DE ENERGIA E CONSUMIDORES LIVRES. *Obrigatoriedade de compra do biometano pode impactar competitividade da indústria nacional com custo de R\$ 570 milhões por ano*. 2024. Disponível em: <<https://abrace.org.br/site/obrigatoriedade-de-compra-do-biometano-pode-impactar-competitividade-da-industria-nacional-com>>. Citado na página 45.

77 AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS. *Resolução n. 52, de 29 de setembro de 2011*. 2011. Disponível em: <<https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-52-2011>>. Citado na página 46.

78 PETROBRAS; CEGAS. Aditivo n. 3 ao contrato de compra e venda de gás natural na modalidade firme inflexível com vigência entre 2023-2032, celebrado entre petroleo brasileiro s.a. - petrobras e companhia de gás do ceará - cegas. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/movimentacao-estocagem-e-comercializacao-de-gas-natural/acompanhamento-do-mercado-de-gas-natural/publicidade-de-contratos-de-compra-e-venda>>. Citado na página 46.

79 PETROBRAS; CEGAS. Contrato de compra e venda de gás natural na modalidade firme inflexível celebrado entre petroleo brasileiro s.a. - petrobras e companhia de gás do ceará - cegas. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/movimentacao-estocagem-e-comercializacao-de-gas-natural/acompanhamento-do-mercado-de-gas-natural/publicidade-de-contratos-de-compra-e-venda>>. Citado na página 46.

80 GALP; CEGAS. Aditivo n.1 ao contrato de compra e venda de gás natural que entre si celebram galp energia brasil s.a. e cegas. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/movimentacao-estocagem-e-comercializacao-de-gas-natural/acompanhamento-do-mercado-de-gas-natural/publicidade-de-contratos-de-compra-e-venda>>. Citado na página 46.

81 SHELL; CEGAS. Contrato de compra e venda de gás natural que entre si celebram shell energy do brasil gás ltda. e companhia de gás do ceará - cegas. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/movimentacao-estocagem-e-comercializacao-de-gas-natural/acompanhamento-do-mercado-de-gas-natural/publicidade-de-contratos-de-compra-e-venda>>. Citado na página 46.

82 EQUINOR; CEGAS. Contrato de compra e venda de gás natural que entre si celebram equinor energy do brasil ltda. e companhia de gás do ceará - cegas. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/movimentacao-estocagem-e-comercializacao-de-gas-natural/acompanhamento-do-mercado-de-gas-natural/publicidade-de-contratos-de-compra-e-venda>>. Citado na página 46.

83 PETROBRAS; GASBRASILIANO. Aditivo n. 1 ao contrato de compra e venda de gás natural na modalidade firme inflexível com vigência entre 2022-2025, celebrado entre petroleo brasileiro s.a. - petrobras e gás brasileiro distribuidora s.a. - gasbrasiliano. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/movimentacao-estocagem-e-comercializacao-de-gas-natural/acompanhamento-do-mercado-de-gas-natural/publicidade-de-contratos-de-compra-e-venda>>. Citado na página 46.

84 PETROBRAS; NECTA. Contrato de compra e venda de gás natural na modalidade firme inflexível celebrado entre petroleo brasileiro s.a. - petrobras e necta gás s.a. - necta. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/movimentacao-estocagem-e-comercializacao-de-gas-natural/acompanhamento-do-mercado-de-gas-natural/publicidade-de-contratos-de-compra-e-venda>>. Citado na página 46.

- 85 PETROBRAS; COPERGAS. Aditivo n. 2 ao contrato de compra e venda de gás natural na modalidade firme inflexível com vigência entre 2024-2034, celebrado entre petroleo brasileiro s.a. - petrobras e companhia pernambucana de gás - copergas. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/movimentacao-estocagem-e-comercializacao-de-gas-natural/acompanhamento-do-mercado-de-gas-natural/publicidade-de-contratos-de-compra-e-venda>>. Citado na página 46.
- 86 NEWFORTRESS; COPERGAS. Contrato de compra e venda de gás natural que entre si celebram golar power distribuidora de gás natural ltda e companhia pernambucana de gás - copergas. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/movimentacao-estocagem-e-comercializacao-de-gas-natural/acompanhamento-do-mercado-de-gas-natural/publicidade-de-contratos-de-compra-e-venda>>. Citado na página 46.
- 87 GALP; COPERGAS. Contrato de compra e venda de gás natural que entre si celebram galp energia brasil s.a. e companhia pernambucana de gás - copergas. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/movimentacao-estocagem-e-comercializacao-de-gas-natural/acompanhamento-do-mercado-de-gas-natural/publicidade-de-contratos-de-compra-e-venda>>. Citado na página 46.
- 88 PETRORECONCAVO; COPERGAS. Contrato de compra e venda de gás natural. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/movimentacao-estocagem-e-comercializacao-de-gas-natural/acompanhamento-do-mercado-de-gas-natural/publicidade-de-contratos-de-compra-e-venda>>. Citado na página 46.
- 89 PETROBRAS; SULGAS. Aditivo n. 1 ao contrato de compra e venda de gás natural na modalidade firme inflexível com vigência entre 2022-2025, que entre si celebram petroleo brasileiro s.a. - petrobras e companhia de gás do estado do rio grande do sul - sulgas. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/movimentacao-estocagem-e-comercializacao-de-gas-natural/acompanhamento-do-mercado-de-gas-natural/publicidade-de-contratos-de-compra-e-venda>>. Citado na página 46.
- 90 PETROBRAS; SULGAS. Aditivo n. 2 ao contrato de compra e venda de gás natural na modalidade firme inflexível com vigência entre 2024-2032, que entre si celebram petroleo brasileiro s.a. - petrobras e companhia de gás do estado do rio grande do sul - sulgas. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/movimentacao-estocagem-e-comercializacao-de-gas-natural/acompanhamento-do-mercado-de-gas-natural/publicidade-de-contratos-de-compra-e-venda>>. Citado na página 46.
- 91 PETROBRAS; SULGAS. Contrato de compra e venda de gás natural na modalidade firme inflexível celebrado entre petroleo brasileiro s.a. - petrobras e companhia de gás do estado do rio grande do sul - sulgas. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/movimentacao-estocagem-e-comercializacao-de-gas-natural/acompanhamento-do-mercado-de-gas-natural/publicidade-de-contratos-de-compra-e-venda>>. Citado na página 46.

- 92 GALP; SULGAS. Contrato de compra e venda de gás natural que entre si celebram galp energia brasil s.a. e companhia de gás do estado do rio grande do sul - sulgas. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/movimentacao-estocagem-e-comercializacao-de-gas-natural/acompanhamento-do-mercado-de-gas-natural/publicidade-de-contratos-de-compra-e-venda>>. Citado na página 46.
- 93 PROGAMA DE ENERGIA PARA O BRASIL. Guia de regulação estadual para a distribuição canalizada de biometano. progama de energia para o brasil - bep: Relatório técnico 03-2022. *Instituto 17*, 2022. Disponível em: <<https://i17.eco.br/bep/>>. Citado na página 48.
- 94 AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Deliberação arsesp n. 1.342, de 29 de setembro de 2022: Altera a deliberação arsesp nº 744, de 26 de julho de 2017, que dispõe sobre as condições de distribuição de biometano na rede de gás canalizado no âmbito do estado de são paulo e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado de São Paulo de 30/09/2022*, 2022. Disponível em: <<http://www.arsesp.sp.gov.br/LegislacaoArquivos/1dl13422022.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 48 e 51.
- 95 AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESTADO DE SERGIPE. *Resolução AGRESE n. 22, de 23 de setembro de 2022.*: Dispõe sobre as condições e critérios para comercialização de biogás/biometano por redes estruturantes e/ou redes de gás canalizado no estado de sergipe. 2022. Disponível em: <<https://agrese.se.gov.br/resolucoes-referente-ao-ano-de-2022/>>. Citado na página 48.
- 96 AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESPÍRITO SANTO. *Resolução ARSP n. 065, de 29 de junho de 2023.*: Dispõe sobre as condições de distribuição de biometano através do sistema de distribuição de gás canalizado no âmbito do estado do espírito santo e outras providências. 2023. Disponível em: <https://arsp.es.gov.br/Media/arsi/Audi%C3%Aancias%20e%20consultas%20p%C3%BAblicas/Consultas%20p%C3%BAblicas/ARSP/2023/003/AvisoCP_003_2023.pdf>. Citado na página 48.
- 97 SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS. *Resolução SEDE n. 34, de 05 de setembro de 2023.*: Dispõe sobre as condições e critérios para comercialização e distribuição de biometano por redes estruturantes e redes de gás canalizado no estado, e dá outras providências. 2023. Disponível em: <<https://desenvolvimento.mg.gov.br/inicio/projetos/projeto/1085>>. Citado na página 48.
- 98 AGÊNCIA REGULADORA DE ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. *Consulta Pública n. 02/2018.* 2018. Disponível em: <https://www.agenersa.rj.gov.br/sites/agenersa/files/arquivos_paginas_basicas/ConsultaPublica022018.pdf>. Citado na página 49.
- 99 AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DELEGADOS DO ESTADO DO CEARÁ. *Resolução ARCE n. 16, de 08 de dezembro de 2022.*: Dispõe sobre as condições gerais de distribuição de biometano através do sistema de gás canalizado no estado do ceará. 2022. Disponível em: <<https://www.arce.ce.gov.br/download/resolucoes-arce/>>. Citado na página 49.

- 100 AGÊNCIA ESTADUAL DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE MATO GROSSO DO SUL. *Portaria AGEMS n. 256, de 07 de dezembro de 2023.*: Dispõe sobre as condições gerais de distribuição de biometano pelo sistema de distribuição de gás canalizado, no estado de mato grosso do sul. 2023. Disponível em: <<https://www.agems.ms.gov.br/portaria-agems-no-256-de-07-de-dezembro-2023/>>. Citado na página 49.
- 101 AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANTA CATARINA. *Consultas Públicas Encerradas.* 2024. Disponível em:<<https://www.aresc.sc.gov.br/index.php/documentos/consultas-publicas/consultas-publicas-gas/consultas-publicas-encerradas-1>>. Citado na página 49.
- 102 AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DELEGADOS DO PARANÁ. *Análise das Contribuições da Consulta Pública n. 8/2022.* 2023. Disponível em:<<https://www.agepar.pr.gov.br/Pagina/Consultas-Publicas>>. Citado na página 49.
- 103 AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESTADO DE ALAGOAS. *Agenda Regulatória ARSAL para o biênio 2024-2025.* 2024. Disponível em:<<https://www.arsal.al.gov.br/>>. Citado na página 49.

Apêndices

APÊNDICE A – Dados das instalações produtoras de biometano

As informações das instalações produtoras de biometano em operação e em fase de implementação coletados para a formação de dados de produção deste trabalho estão dispostas no quadro abaixo.

Tabela 2 – Dados das instalações produtoras de biometano.

Empresa (A)	Município (B)	Estado (C)	Fonte de dados de (A, B,C)	Matéria-prima (D)	Fonte de dados de (D)	Capacidade (E)	Status (F)	Data prevista (G)	Fonte de dados de (E, F, G)
COCAL ENERGIA S.A.	Naranhã	SP	Relatório Dinâmico ANP	RASP e Resíduos Comerciais	Relatório Dinâmico ANP	27.113 Nm ³ /dia	Em operação	-	Relatório Dinâmico ANP
ENGEF AMBIENTAL S.A.	Jambeiro	SP	Relatório Dinâmico ANP	RSU Aterro Sanitário	Relatório Dinâmico ANP	30.000 Nm ³ /dia	Em operação	-	Relatório Dinâmico ANP
GAS VERDE S.A.	Seropédica	RJ	Relatório Dinâmico ANP	RSU Aterro Sanitário	Relatório Dinâmico ANP	204.000 Nm ³ /dia	Em operação	-	Relatório Dinâmico ANP
GNR DOIS ARCOS VALORIZAÇÃO DE BIOGÁS LTDA	São Pedro da Aldeia	RJ	Relatório Dinâmico ANP	RSU Aterro Sanitário	Relatório Dinâmico ANP	16.000 Nm ³ /dia	Em operação	-	Relatório Dinâmico ANP
GNR FORTALEZA VALORIZAÇÃO DE BIOGÁS LTDA.	Caucaia	CE	Relatório Dinâmico ANP	RSU Aterro Sanitário	Relatório Dinâmico ANP	110.000 Nm ³ /dia	Em operação	-	Relatório Dinâmico ANP
METAGAS BIOGÁS E ENERGIA S.A.	São Paulo	SP	Relatório Dinâmico ANP	RSU Aterro Sanitário	Relatório Dinâmico ANP	30.000 Nm ³ /dia	Em operação	-	Relatório Dinâmico ANP
ADECOAGRO VALE DO IVINHEMA S.A.	Ivinhema	MS	Relatório Dinâmico ANP	RASP e Resíduos Comerciais	Publicidade da empresa	14.400 Nm ³ /dia	Em construção	Em etapa de obtenção de AO	Relatório Dinâmico ANP
AGRIC ADUBOS E GESTÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS E COMERCIAIS S.A.	Campos Novos	SC	Relatório Dinâmico ANP	RASP e Resíduos Comerciais	Processo de Enquadramento REIDI - Anexo IV	31.440 Nm ³ /dia	Em construção	08/2025	Relatório Dinâmico ANP
BIOENERGIA SANTA CRUZ LTDA.	Américo Brasiliense	SP	Relatório Dinâmico ANP	RASP e Resíduos Comerciais	Publicidade da empresa	75.000 Nm ³ /dia	Em construção	12/2024	Relatório Dinâmico ANP
BIOMETANO SUL S.A.	Minas do Leão	RS	Relatório Dinâmico ANP	RSU Aterro Sanitário	Processo de Autorização - Ofício 1071	70.000 Nm ³ /dia	Em construção	12/2024	Relatório Dinâmico ANP
BIOMETANO VERDE PAULÍNIA S.A.	Paulínia	SP	Relatório Dinâmico ANP	RSU Aterro Sanitário	Processo de Autorização - Ofício 414	225.840 Nm ³ /dia	Em construção	08/2026	Relatório Dinâmico ANP
COCAL ENERGIA PPT PARTICIPAÇÕES LTDA.	Paraguape Paulista	SP	Relatório Dinâmico ANP	RASP e Resíduos Comerciais	Processo de Autorização - Ofício 768	54.000 Nm ³ /dia	Em construção	10/2024	Relatório Dinâmico ANP
CRI GEO BIOGÁS S.A.	Elias Fausto	SP	Relatório Dinâmico ANP	RASP e Resíduos Comerciais	Processo de Autorização - Ofício 781	19.008 Nm ³ /dia	Em construção	07/2024	Relatório Dinâmico ANP
ESSENCIAS BIOMETANO S.A.	Caiçaras	SP	Relatório Dinâmico ANP	RSU Aterro Sanitário	Processo de Enquadramento REIDI - Portaria 99	73.920 Nm ³ /dia	Em construção	05/2024	Relatório Dinâmico ANP
GEO AGROVALE BIOGÁS LTDA.	Juazeiro	BA	Relatório Dinâmico ANP	RASP e Resíduos Comerciais	Processo de Enquadramento REIDI - Portaria 99	55.000 Nm ³ /dia	Em construção	08/2025	Relatório Dinâmico ANP
GEO ELÉTRICA TAMBOARA LTDA.	Tamboara	PR	Relatório Dinâmico ANP	RASP e Resíduos Comerciais	Publicidade da empresa	31.200 Nm ³ /dia	Em construção	04/2024	Relatório Dinâmico ANP
H2A SOLUÇÕES AMBIENTAIS LTDA.	Rio Verde de Goiás	GO	Relatório Dinâmico ANP	RASP e Resíduos Comerciais	Processo de Autorização - E-mail (07/11/2023)	4.320 Nm ³ /dia	Em construção	Em etapa de obtenção de AO.	Relatório Dinâmico ANP
ORIZON BIOMETANO JABOATÃO DOS GUARARAPES LIMITADA	Jaboatão dos Guararapes	PE	Relatório Dinâmico ANP	RSU Aterro Sanitário	Processo de Autorização - Ofício 1126	162.000 Nm ³ /dia	Em construção	12/2024	Relatório Dinâmico ANP
RAIZEN-GEO BIOGÁS COSTA PINTO LTDA.	Piracicaba	SP	Relatório Dinâmico ANP	RASP e Resíduos Comerciais	Processo de Autorização - E-mail (08/09/2023)	130.368 Nm ³ /dia	Em construção	Em etapa de obtenção de AO.	Relatório Dinâmico ANP
SCALON & CERCIL LTDA.	Sacramento	MG	Relatório Dinâmico ANP	RASP e Resíduos Comerciais	Publicidade da empresa	10.800 Nm ³ /dia	Em construção	01/2025.	Relatório Dinâmico ANP
SCBIO ENERGIAS RENOVÁVEIS SPE LTDA.	Campos Novos	SC	Relatório Dinâmico ANP	RASP e Resíduos Comerciais	Processo Autorização - Ofício 876	4.320 Nm ³ /dia	Em construção	06/2024.	Relatório Dinâmico ANP
SPE CENTRAL DE TRATAMENTO INTEGRADO RESÍDUO ZERO LTDA.	Triunfo	RS	Relatório Dinâmico ANP	RASP e Resíduos Comerciais	Processo Autorização - Requerimento	36.000 Nm ³ /dia	Em construção	12/2024.	Relatório Dinâmico ANP
TROPICAL BIOGÁS LTDA.	Edéia	GO	Relatório Dinâmico ANP	RASP e Resíduos Comerciais	Processo Autorização - Ficha Cadastral	17.300 Nm ³ /dia	Em construção	03/2026.	Relatório Dinâmico ANP
UIISA GEO BIOGÁS LTDA.	Nova Olímpia	MT	Relatório Dinâmico ANP	RASP e Resíduos Comerciais	Processo Autorização - Ofício 903	27.600 Nm ³ /dia	Em construção	01/2025.	Relatório Dinâmico ANP
UVB MARCA LTDA.	Cariacica	ES	Relatório Dinâmico ANP	RSU Aterro Sanitário	Processo Autorização - Ofício (21/03/2024)	25.000 Nm ³ /dia	Em construção	07/2025.	Relatório Dinâmico ANP
VALORGÁS CURITIBA SPE LTDA.	Fazenda Rio Grande	PR	Relatório Dinâmico ANP	RSU Aterro Sanitário	Webmap EPE	17.000 Nm ³ /dia	Em construção	08/2024.	Relatório Dinâmico ANP
ZEG BIOGÁS SPE LTDA.	Tupaciguara	MG	Relatório Dinâmico ANP	RASP e Resíduos Comerciais	Processo de Autorização - Ofício 677	30.000 Nm ³ /dia	Em construção	06/2024.	Relatório Dinâmico ANP

Anexos

ANEXO A – Fichas cadastrais de produtores de biometano

Extratos das fichas cadastrais dos produtores de biometano contendo a rota de purificação utilizada estão dispostas a seguir.

Dados da Instalação Produtora de Biometano
<p>Origem: <input type="checkbox"/> Produtos e resíduos orgânicos agrossilvopastoris e comerciais.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Aterros sanitários e estações de tratamento de esgoto.</p> <p>Detalhamento do material utilizado:</p> <p>Utiliza como matéria prima o Biogás proveniente do Aterro Sanitário</p> <hr/> <p>Capacidade processamento de biogás (a 20°C e 1 atm): 480.000 m³/d</p> <p>Capacidade produção de biometano (a 20°C e 1 atm): 150.000 m³/d</p> <p>Processo de purificação:</p> <p><input type="checkbox"/> Adsorção com modulação de pressão (PSA)</p> <p><input type="checkbox"/> Lavagem com água pressurizada</p> <p><input type="checkbox"/> Absorção física com solvente orgânico</p> <p><input type="checkbox"/> Absorção química com solução de amina</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Separação por membranas</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Separação criogênica</p> <p><input type="checkbox"/> Outro: <input type="text"/></p> <p>Enriquecimento:</p>

Figura 16 – Extrato da Ficha Cadastral de Produtores de Biometano (0820814) obtida pelo acesso público do Processo SEI 48610.212226/2019-18.

Processo de purificação:

- Adsorção com modulação de pressão (PSA)
- Lavagem com água pressurizada
- Absorção física com solvente orgânico
- Absorção química com solução de amina
- Separação por membranas
- Separação criogênica
- Outro:

Enriquecimento:

- Gás Natural
- GLP
- Propano
- Não enriquece

Escoamento da produção:

- Duto dedicado
- Injeção na rede de distribuição de gás natural
- Caminhão-feixe
- Outro:



Figura 17 – Extrato da Ficha Cadastral de Produtores de Biometano (0295732) obtida pelo acesso público do Processo SEI 48610.212031/2019-78.

Processo de purificação: Adsorção com modulação de pressão (PSA) Lavagem com água pressurizada Absorção física com solvente orgânico Absorção química com solução de amina Separação por membranas Separação criogênica Outro:**Enriquecimento:** Gás Natural GLP Propano Não enriquece**Escoamento da produção:** Duto dedicado Injeção na rede de distribuição de gás natural Caminhão-feixe Outro:

Figura 18 – Extrato da Ficha Cadastral de Produtores de Biometano (0069690) obtida pelo acesso público do Processo SEI 48610.203523/2018-91.

Processo de purificação:

- Adsorção com modulação de pressão (PSA)
- Lavagem com água pressurizada
- Absorção física com solvente orgânico
- Absorção química com solução de amina
- Separação por membranas
- Separação criogênica
- Outro:

Enriquecimento:

- Gás Natural
- GLP
- Propano
- Não enriquece

Escoamento da produção:

- Duto dedicado
- Injeção na rede de distribuição de gás natural
- Caminhão-feixe
- Outro:

Listagem de Tanques

Figura 19 – Extrato da Ficha Cadastral de Produtores de Biometano (0295602) obtida pelo acesso público do Processo SEI 48610.212027/2019-18.