

Resumo

O artigo discute o papel estratégico do biometano na descarbonização da economia brasileira. Produzido a partir da purificação do biogás oriundo de resíduos urbanos e agroindustriais, o biometano é considerado um combustível *drop-in*, podendo ser integrado diretamente à rede de gás natural. O texto apresenta dados sobre a capacidade instalada e o potencial de produção no Brasil, que poderia suprir até 20% da demanda nacional de gás natural. Além disso, o uso do biometano pode evitar a emissão de até 112 milhões de toneladas de CO₂e/ano, contribuindo significativamente para o cumprimento das metas climáticas assumidas pelo país. O artigo também aponta os desafios logísticos para o escoamento do biometano, especialmente em regiões afastadas dos gasodutos existentes, concentrados no litoral. A solução proposta inclui o uso de gasodutos virtuais e a criação de corredores sustentáveis. O texto aponta algumas políticas públicas como a Lei do Combustível do Futuro, o Marco Legal do Saneamento e o Novo Marco Legal do Gás que visam, de algum modo, fomentar a produção, distribuição e consumo do biometano. A renovação da frota de caminhões também é destacada como uma possível forma, se bem estruturada, para ampliar o uso do biometano no país.

Palavras-chave: Biometano. Descarbonização. Mudança climática. Gasodutos virtuais. Escoamento de gás. Logística de gás. Corredores sustentáveis.

Abstract

The article discusses the strategic role of biomethane in the decarbonization of the Brazilian economy. Produced from the purification of biogas from urban and agro-industrial waste, biomethane is considered a drop-in fuel and can be directly integrated into the natural gas network. The text presents data on installed capacity and production potential in Brazil, which could supply up to 20% of the national natural gas demand. Furthermore, the use of biomethane can prevent the emission of up to 112 million tons of CO₂e/year, significantly contributing to meeting the country's climate goals. The article also highlights the logistical challenges of transporting biomethane, especially in regions far from existing gas pipelines, concentrated along the coast. The proposed solution includes the use of virtual gas pipelines and the creation of sustainable corridors. The text highlights several public policies, such as the "Fuel of the Future" Law, the Basic Sanitation Legal Framework, and the New Gas Law, which aim to promote the production, distribution, and consumption of biomethane. Renewing the truck fleet is also highlighted as a potential solution, if properly addressed, to expand biomethane use in the country.

Keywords: Biomethane. Decarbonization. Climate change. Virtual gas pipelines. Gas pipeline bottlenecks. Sustainable corridors.

Introdução

O biometano é um combustível-chave para descarbonizar a economia, pois, além de ter forte potencial para a redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE), é um combustível abundante no campo e em grandes cidades onde há disposição adequada de resíduos urbanos, não requer investimentos expressivos ou transformações radicais na infraestrutura, não necessita de inovações e desenvolvimentos tecnológicos disruptivos e pode ser ofertado ao mercado no curto prazo.

Tendo em vista que pode substituir o gás natural sem que seja preciso realizar alterações nos equipamentos tradicionais ou na infraestrutura de abastecimento de gás canalizado, o biometano é classificado como opção *drop-in* no processo de transição energética.¹ Isso é particularmente importante no caso do Brasil, porque é uma alternativa de descarbonização que, além de não demandar tanto investimento, apresenta um potencial de produção enorme, tanto nas grandes cidades quanto no campo.

A necessidade de encontrar uma solução para as emissões de metano visando mitigar as mudanças climáticas tem contribuído para um maior interesse pelo aproveitamento de biometano. Vale destacar que, em novembro de 2021, em Glasgow, na Escócia, houve o lançamento da iniciativa denominada The Global Methane Pledge, com adesão imediata de 122 países. Seu objetivo é reduzir em 30%, até 2030, as emissões mundiais de metano. O Brasil, por seu turno, não poderia ficar de fora dessa

¹ O hidrogênio, por exemplo, poderia ser distribuído por uma rede de gás canalizado, mas os gasodutos e equipamentos teriam de passar por ajustes.

iniciativa, já que é o quinto maior emissor de metano do planeta, tendo respondido por 5,7% dessas emissões em 2022, de acordo com dados do Climate Watch ([202-]). Assim, o Governo Federal lançou, em março de 2022, o Programa Nacional de Redução de Emissões de Metano – Metano Zero (Brasil, 2022).²

Paralelamente, o Governo Federal vem trabalhando no sentido de remover barreiras ao desenvolvimento de toda a cadeia de valor do biometano, não se restringindo ao autoconsumo, mas sobretudo procurando viabilizar a conexão entre produtores e consumidores. Atualmente, estão sendo implementadas políticas públicas e iniciativas que vão ao encontro desse objetivo, relacionadas (i) à descarbonização do setor de transportes, por meio de novas políticas para licitação de rodovias; (ii) ao setor de energia, com a denominada Lei do Combustível do Futuro (Brasil, 2024a), promovendo toda a cadeia de valor do biometano; e (iii) ao setor de saneamento, com o Novo Marco do Saneamento, o qual traz elementos para atrair investidores interessados no mercado de biogás e biometano.

Todas essas políticas apresentam um objetivo comum ligado à sustentabilidade ambiental, por meio da promoção de combustíveis renováveis, tanto pelo lado da produção quanto pelo lado do consumo. Porém, a depender de serem conduzidas isolada ou conjuntamente, a efetividade dessas políticas pode ser diferente. Critérios mais rígidos em um eventual programa de renovação de frota de combustíveis, tema recorrente que atravessa governos,

² O foco do programa é o aproveitamento energético de resíduos ou produtos orgânicos para produção de biogás e biometano. Maior ênfase é dada aos resíduos sólidos urbanos e agrícolas, provenientes de aterros sanitários, setor sucroalcooleiro, suinocultura, criação de aves e indústria de laticínios (Brasil, 2022).

mas de alto custo de implementação, poderiam favorecer o uso de energéticos mais sustentáveis ambientalmente.³

Outra preocupação apontada neste artigo refere-se à logística de escoamento do biometano.⁴ Produtores e consumidores têm mostrado interesse crescente em utilizar biometano, mas um dos principais entraves para alavancar o mercado está relacionado com o seu escoamento. As opções mais adequadas devem levar em consideração as características da produção, como escala e localização (interior ou litoral). Por essa razão, o leque de políticas públicas analisadas é amplo, incluindo setores de energia, saneamento, transportes etc.

Este artigo tem como objetivo, primeiramente, apresentar as especificidades do combustível, seu potencial de produção, bem como os benefícios ambientais proporcionados por essa opção. Em segundo lugar, destacam-se as dificuldades enfrentadas para seu escoamento, transporte e distribuição, que acabam por represar o desenvolvimento da produção e de toda a cadeia de valor do biometano. Para tanto, faz-se uma breve análise sobre a competitividade de modais de transporte de gás, bem como se apresenta a localização geográfica da oferta de biogás e da infraestrutura atual. Ou seja, por quais locais seria possível começar ações para impulsionar o mercado.

³ O BNDES é frequentemente convidado ou convocado para participar de grupos técnicos coordenados pelos diversos ministérios. Muitos assuntos tratados nesses grupos são levantados neste artigo a fim de refletir se as estratégias e ações conduzidas nas políticas e programas estão caminhando em uma mesma direção e se estão concatenadas. Quando cabível, destacam-se alguns pontos de atenção ou pontos mercedores de ajustes.

⁴ Este artigo é complementar a diversos outros publicados pelos autores. Aqui, a questão logística se sobrepõe às de outros elos da cadeia. Mais detalhes, por exemplo sobre o panorama nacional e mundial do biometano, a redução de emissões, tecnologias de produção etc. podem ser encontrados em Teixeira e outros (2024). Um diagnóstico mais detalhado sobre biogás e biometano, identificando oportunidades, vantagens, barreiras e desafios, é apresentado em Costa e Bacellar (2022).

Ademais, inclui-se um tópico com estudo sobre a frota de caminhões e a necessidade de sua renovação, no intuito de apresentar uma forma de impulsionar o mercado pelo lado da demanda. Uma ação em tal direção seria ambientalmente mais eficiente se equipamentos menos poluentes do que os movidos a *diesel* fossem incentivados. Em seguida, destacam-se os incentivos governamentais e as obrigações que estão sendo estabelecidas nas licitações de rodovias para promoção de corredores sustentáveis, uma forma de incentivar a desconcentração geográfica do mercado e, assim, facilitar a interiorização do uso de gás no país. Por fim, nas considerações finais, faz-se um resumo dos assuntos tratados ao longo do texto.

Especificidades do biometano e potencial de produção

O biometano é um gás obtido a partir da purificação do biogás, que, por sua vez, resulta da decomposição anaeróbica de matéria orgânica oriunda, por exemplo, de resíduos orgânicos urbanos, industriais ou agropastoris. O biogás é composto, basicamente, de metano (CH_4), numa proporção entre 45% e 75%, e dióxido de carbono (CO_2), entre 25% e 40%. O percentual residual é formado por outros componentes, como sulfeto de hidrogênio (H_2S), vapor d'água, oxigênio, nitrogênio e componentes orgânicos (Costa; Bacellar, 2022). A obtenção do biometano se dá, na maior parte das vezes, a partir de um processo que retira do biogás os demais componentes, até se obter um gás com concentração de metano acima de 90% para atender às especificações da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

O biometano é um combustível *drop-in*, que pode fazer uso de toda infraestrutura e logística de veículos a gás natural. A substituição do fóssil se dá de forma natural e sem necessidade de novos investimentos, pois o biometano tem praticamente a mesma composição química do gás natural.

Produção atual e potencial de biogás/biometano no Brasil e no mundo

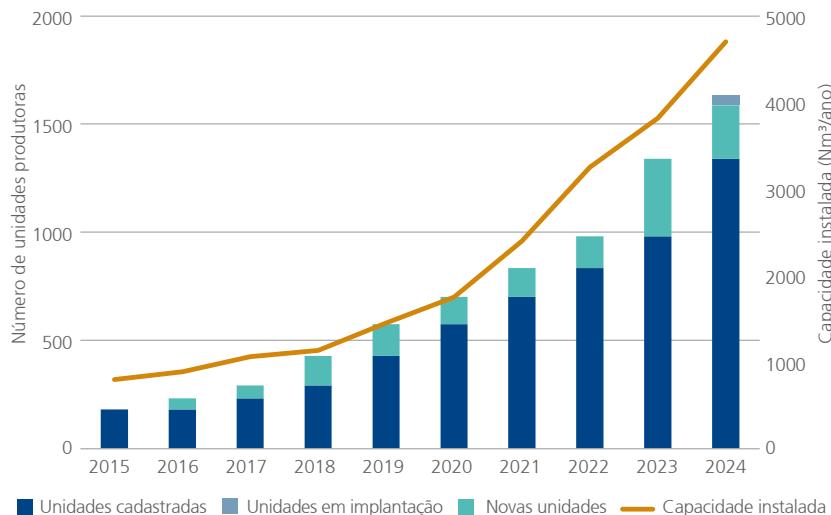
O Centro Internacional de Energias Renováveis – Biogás (CIBiogás)⁵ realiza, anualmente, um levantamento de dados abrangendo os 26 estados brasileiros e o Distrito Federal. Os dados apresentados no *Panorama do Biogás 2024* (CIBiogás, 2025) compreendem unidades produtoras de biogás que tiveram sua construção, operação e destinação energética até o ano de 2024.

Em termos de capacidade instalada, atualmente, as plantas de biogás podem produzir 4,7 bilhões Nm³/ano (normal metro cúbico/ano).⁶ São 1.587 unidades, além de 46 outras em construção. No acumulado dos últimos cinco anos, a capacidade instalada para a produção de biogás cresceu em média 19% ao ano. Porém, apesar dessa capacidade, a produção efetiva foi de apenas 647 milhões Nm³/ano.

⁵ O CIBiogás é uma instituição de ciência, tecnologia e inovação dedicada ao desenvolvimento do biogás como recurso energético.

⁶ Normal metro cúbico é uma unidade de volume que visa tornar comparável a quantidade (massa) de gás envolvida, uma vez que padroniza a medição sob temperatura de 1º C e pressão de 1 atm.

Gráfico 1 • Evolução da capacidade instalada e de unidades produtoras de biogás – 2015 a 2024 (Nm³/ano)

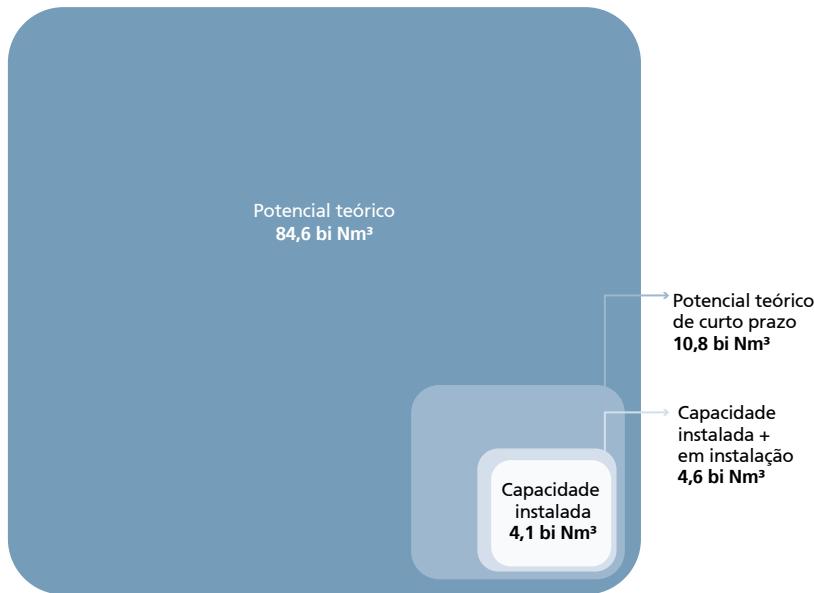


Fonte: Elaboração própria com base em CIBiogás (2025).

Outro dado importante, apresentado na versão anterior do *Panorama do Biogás*, refere-se ao potencial teórico de sua produção (CIBiogás, 2024). Segundo o estudo, esse potencial ultrapassa 80 bilhões Nm³/ano, dos quais 10,8 bilhões Nm³/ano têm possibilidade de implementação no curto prazo. Se toda essa produção potencial de curto prazo fosse explorada e o biogás resultante, purificado, seria possível fornecer ao mercado quase 5,4 bilhões Nm³/ano de biometano. À guisa de comparação, em 2024, o consumo total de gás natural foi de 24,9 bilhões Nm³⁷, ou seja, o biometano poderia atender a 20% da demanda de gás natural no Brasil.

⁷ A oferta total de gás natural disponibilizada ao mercado, em 2024, foi de 68,37 milhões Nm³/dia, um total de 25 bilhões Nm³ no ano, segundo o Ministério de Minas e Energia (Brasil, 2025a).

Figura 1 • Potencial teórico e capacidade instalada de produção de biogás



Fonte: Elaboração própria com base em CIBiogás (2024).

Apesar de haver uma tendência mais recente no sentido de beneficiar o biogás para produzir o biometano, o número de unidades que o purificam ainda é pequeno. Apenas 15 unidades com capacidade de 907 mil Nm³/dia estão autorizadas pela ANP a produzir e comercializar biometano, atendendo às especificações da agência para o combustível. Há ainda 37 unidades com capacidade de 1,4 milhão Nm³/dia em processo de autorização (ANP, 2025). O CIBiogás (2025), por sua vez, identificou 54 unidades operacionais em 2024, além de 25 unidades em implantação.⁸

⁸ É provável que algumas instalações ou produzam para consumo próprio ou não produzam o combustível nas especificações da ANP.

É interessante salientar que, embora em termos absolutos haja poucas unidades de produção de biometano no Brasil, em termos relativos, os países latino-americanos se destacam nesse quesito. Eles purificam, em média, 35% do biogás produzido,⁹ enquanto apenas 10% e 15% dos países da Europa e da América do Norte, respectivamente, direcionam sua produção à purificação do biogás (Teixeira *et al.*, 2024). Países industrializados utilizam diretamente o biogás para gerar eletricidade ou calor de processo. Diferentemente, no Brasil, com os incentivos oferecidos pelo Governo Federal, tem havido maior interesse na purificação do biogás.¹⁰

Algumas medidas foram tomadas no sentido de incentivar o beneficiamento do biogás. Primeiramente, a ANP estabeleceu regras sobre especificações do biometano destinado ao uso veicular, residencial e comercial. Ademais, mais recentemente, a Lei do Combustível do Futuro deu outro impulso ao mercado, como será detalhado posteriormente.

Nesse contexto, a expectativa é de que haja forte crescimento da capacidade instalada de produção de biometano nos próximos anos. Para o CIBiogás (2025), o Brasil deverá sair do patamar de 656 mil Nm³/dia em 2024 para 2 milhões Nm³/dia em 2027,¹¹ ou seja, um aumento médio de 47% ao ano.¹²

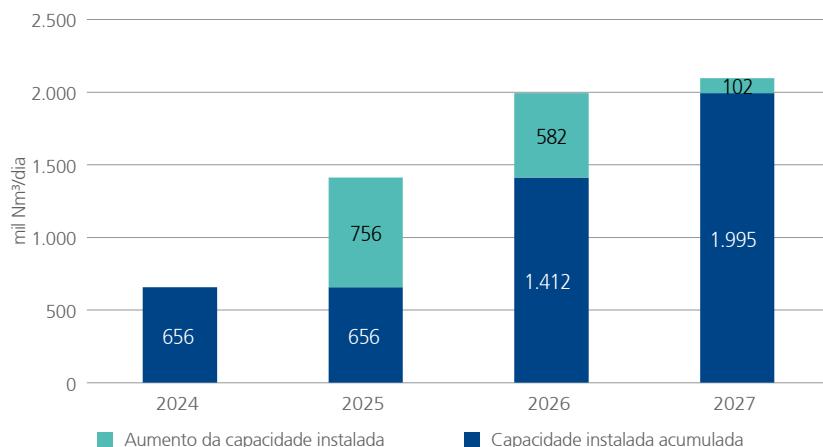
⁹ No Brasil, em 2024, esse percentual foi de 37% (CIBiogás, 2025).

¹⁰ Há pelo menos duas razões para explicar o menor interesse de produtores de biogás na geração elétrica no Brasil: (i) há sobreoferta de eletricidade atualmente; e (ii) a matriz elétrica brasileira é predominantemente renovável, o que se traduz em baixo coeficiente de emissão da rede elétrica e, enfim, menor possibilidade de geração de crédito de carbono.

¹¹ À guisa de comparação, a Agência Internacional de Energia (IEA, da sigla em inglês para International Energy Agency) estimou a produção de biometano no Brasil em 0,8 bilhão Nm³ em 2027 (IEA, 2023), isto é, 2,2 milhões Nm³/dia.

¹² Esse levantamento é baseado apenas em plantas autorizadas ou em processo de autorização na ANP, posição relativa a março de 2025.

Gráfico 2 • Projeção da capacidade instalada de biometano – 2024 a 2027



Fonte: Elaboração própria com base em CIBiogás (2025).

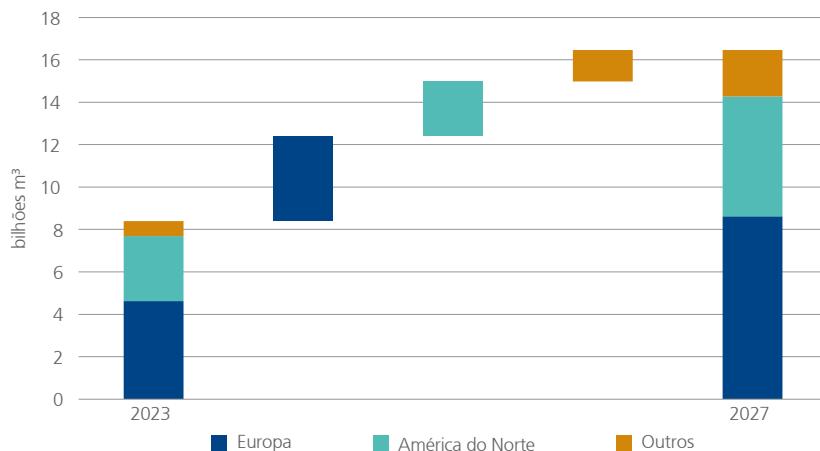
A Associação Brasileira do Biogás (Abiogás) realizou também um levantamento de plantas em operação, projetos em construção, com solicitação de autorização na ANP, e projetos ainda sem solicitação de autorização (Abiogás, 2024).¹³ Em dezembro de 2024, havia oito unidades autorizadas pela ANP, 31 em processo de autorização e 23 em operação não comercial, estas últimas utilizando o biometano para consumo próprio. Além disso, a Abiogás levantou 138 projetos com expectativa de implantação até 2032. Com base nessas informações, a associação estimou que a capacidade instalada poderia chegar a 8 milhões Nm³/dia em oito anos. Esse volume parece estar de acordo com o potencial teórico de curto prazo estimado pelo CIBiogás.¹⁴

¹³ A Abiogás realizou esse levantamento com seus associados.

¹⁴ O CIBiogás considera apenas unidades produtoras de biogás que tiveram sua construção, com fins energéticos, iniciada até o ano de 2024, enquanto a Abiogás adota um levantamento mais abrangente, incluindo informações dos investidores sobre intenção de construir projetos.

Se no Brasil a capacidade instalada de biometano deve triplicar até 2027, conforme o Gráfico 2, no mundo sua produção deve duplicar no mesmo período, como pode ser constatado no Gráfico 3. Assim, estima-se que o biometano deverá ocupar posição de destaque na descarbonização do setor de gás natural.¹⁵

Gráfico 3 • Estimativa de produção de biometano no mundo (bilhões m³) – 2023 a 2027



Fonte: Elaboração própria com base em IEA (2024).

Ganhos ambientais

Quando o biogás é lançado na atmosfera, um grande dano é causado ao meio ambiente global, pois o metano, seu principal componente, causa potencialmente um aquecimento 28 vezes maior que o do gás carbônico (CO₂) em um horizonte de cem anos. Por essa razão,

¹⁵ Segundo IEA (2024), o biometano e o hidrogênio deverão ser os principais combustíveis em substituição ao gás natural, cada um com previsão de aumento de produção de cerca de 8 bilhões de m³ até 2027.

o crescimento acelerado da produção de resíduos orgânicos urbanos nos últimos anos, tanto industriais quanto da atividade agropecuária, sem o devido tratamento, é uma questão extremamente preocupante.

Considerando que cerca de 50% do biogás é composto por CH₄ e que a produção total de biogás estimada pelo CIBiogas (2024) é de 10,8 bilhões de Nm³/ano, pode-se partir de 50% desse volume, isto é, de 5,4 bilhões Nm³/ano, para avaliar as emissões que seriam evitadas com o biometano. A partir da densidade do metano (CH₄), 0,74 kg/m³, e de seu potencial de aquecimento global, 28 vezes superior ao do CO₂, estima-se que 112 milhões tCO₂e/ano de emissões poderiam ser evitadas no curto prazo com o tratamento e a utilização de resíduos disponíveis para produção de biometano.

Além disso, se o volume de 5,4 bilhões Nm³/ano de biometano fosse usado para substituir o gás natural utilizado em equipamentos ou motores a combustão, 11,2 milhões tCO₂e/ano seriam evitadas por essa ação.¹⁶ Essa estimativa de redução de emissões pode ser entendida como conservadora por duas razões: (i) não se supõe substituição de *diesel* por biometano, mas de gás natural por biometano; e (ii) não se considera o uso do CO₂ biogênico liberado no processo de purificação do biogás.

Assim, é importante destacar que a valorização e o emprego do biometano podem contribuir para a solução de dois grandes problemas da vida moderna, seja dando destino adequado aos resíduos orgânicos nos centros urbanos e no campo, seja deslocando combustíveis fósseis. Portanto, é um elemento que favorece a

¹⁶ Estimativa baseada no fator de emissão do gás natural de 56.100kg CO₂/TJ, conforme documento do Intergovernmental Panel on Climate Change (Gómez *et al.*, 2006), e no coeficiente de equivalência médio de 36,84x10⁻³ m³/GJ, de acordo com o Balanço Energético Nacional da Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2024).

justiça social, pois contribui tanto para o meio ambiente global como para o meio ambiente local e a saúde pública.¹⁷

Ademais, vale registrar que a atividade possibilita a obtenção de um balanço de emissões negativo quando se empregam tecnologias de captura, uso e armazenamento de carbono (CCUS, da sigla em inglês para *carbon capture, utilization, storage*).¹⁸ De fato, um dos exemplos mais atrativos de CCUS é proveniente da captura de emissões derivada de biomassa, caso em que passou a ser denominado de BECCS (do inglês *bioenergy with carbon capture and storage*).

Na agroindústria, em particular, o custo de implantação de tal sistema é bem inferior ao observado nos demais setores, porque não há necessidade de unidade de separação de gases, já que o CO₂ biogênico que é liberado na atmosfera durante o processo de produção é praticamente livre de outros gases. Muitos setores industriais emitem outros gases misturados ao CO₂, o que torna o processo mais complexo.

No caso da purificação do biogás, é importante notar que metano e gás carbônico formam mais de 90% da sua composição. Apesar de o gás carbônico não ter o mesmo valor comercial que o biometano, ele pode ser comercializado com alguns setores, tais como a indústria de alimentos. É um mercado promissor, pois o CO₂ de

¹⁷ Uma análise mais extensa sobre esse tema é realizada em Costa e Bacellar (2023).

¹⁸ Uma análise mais detalhada sobre CCUS é realizada por Teixeira e outros (2021).

origem biogênica poderá ser negociado com um prêmio se o mercado de combustíveis sintéticos deslanchar.¹⁹

Questões logísticas

Competitividade dos modais de transporte e distribuição de biometano

Quando produção e consumo não estão próximos, a logística passa a exercer papel fundamental na viabilidade dos projetos. Em geral, para grandes volumes, a forma mais econômica de transporte do biometano é a dutoviária. Apesar de mais competitiva, a malha de gasodutos brasileira não é densa, atendendo sobretudo cidades ao longo da costa do Brasil. No entanto, na maior parte das cidades afastadas do litoral, gasodutos não estão disponíveis.

O transporte do biometano aos consumidores das cidades no interior do país poderia ser feito por meio das modalidades rodoviária, ferroviária e marítima/fluvial, na forma de gás comprimido (GNC) ou liquefeito (GNL) – gasodutos virtuais.²⁰ Para trajetos menores, o transporte de gás comprimido tem se mostrado mais atrativo, enquanto para distâncias maiores e para gran-

¹⁹ A chamada pública conjunta BNDES-Finep, realizada em 2024, para a produção de combustíveis sustentáveis para setores de aviação e marítimo recebeu 76 planos de negócios. Muitos desses planos são para produzir combustíveis sintéticos. O interesse de investidores para instalação de plantas de combustíveis sintéticos a partir de eletricidade no Brasil (e-fuels, em inglês) não se deve somente ao fato de o país apresentar baixo custo de geração elétrica renovável, mas também ao seu potencial de produção de gás carbônico biogênico.

²⁰ O gasoduto virtual é um método de transporte de gás natural para locais onde não há redes de gasodutos disponíveis. É composto por sistemas modulares de compressão, transporte (usualmente, caminhões) e descompressão do gás natural.

des volumes de carga, o combustível liquefeito poderia ser mais rentável. Ademais, vale destacar que o transporte liquefeito em pequena escala tem apresentado custos decrescentes com o amadurecimento da tecnologia envolvida, por isso essa modalidade tem-se difundido mundo afora.

Os gasodutos virtuais transportando biometano comprimido ou liquefeito são importantes nas fases iniciais de desenvolvimento do mercado, em locais onde a rede de tubulações é restrita ou inexistente. Evitam-se, assim, os elevados investimentos e o tempo necessário para a instalação de gasodutos. À medida que o mercado cresce, gasodutos físicos apresentam melhores chances de se tornarem viáveis.²¹ Outra particularidade dos gasodutos virtuais é que eles podem complementar a oferta em uma região em momento de pico de demanda, oferecendo mais estabilidade ao fluxo de gás.

A Tabela 1 confirma o fato de que, para pequenos volumes (abaixo de 1 milhão Nm³/dia) e distâncias de até 750 km, o GNC é a melhor opção na maior parte dos casos. Já para distâncias maiores ou volumes intermediários, o GNL passa a ser a melhor opção para regiões não servidas por gasodutos.

²¹ Para testar o mercado, empresas de gás canalizado têm transportado o gás por gasodutos virtuais de modo a avaliar o interesse dos consumidores e, a partir de um número mínimo de clientes, realizam investimento na expansão de suas redes. Essa é uma forma de melhor dimensionar os gasodutos. Além disso, como os gasodutos são otimizados em termos de sua capacidade, o prazo de maturação do investimento nos gasodutos pode ser flexibilizado.

Tabela 1 • Competitividade entre diferentes modais de transporte de gás

		km									
		10	100	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
milhões Nm ³ /dia	0,10	GAS	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC
	0,50	GAS	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC
	1,00	GAS	GAS	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC
	2,00	GAS	GAS	GAS	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC
	3,00	GAS	GAS	GAS	GAS	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC
	4,00	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GNC	GNC	GNC	GNC	GNC
	5,00	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GNC	GNC	GNC	GNC
	6,00	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GNC	GNC	GNC
	7,00	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GNC	GNC
	8,00	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GNC
	10,00	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS
	20,00	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS	GAS

Fonte: Elaboração própria com base em Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2022).

Notas: GNC: gás natural/biometano comprimido, GNL: gás natural/biometano liquefeito, GAS: transporte via gasodutos. Os códigos apresentados nas células coloridas indicam qual alternativa teve o menor custo para a capacidade em milhões de Nm³/dia, mostrada na primeira coluna, e a distância em km, mostrada na primeira linha.

Como a escala de produção de biometano é bem inferior à do gás natural e a malha de gasodutos é pouco desenvolvida no país, conclui-se que o modal rodoviário se mostra mais adequado para o desenvolvimento de seu mercado no Brasil, um mercado tradicionalmente regido sob a lógica de indústria de rede. Isso porque os ganhos de escala nos gasodutos são significativos. O mercado precisa ser regulado, pois, à medida que novos consumidores são conectados à rede, ganhos podem ser compartilhados entre todos os participantes.

Nesse sentido, questiona-se: por que não incentivar a pequena e média escala no campo, usando gasodutos virtuais para capturar consumidores de médio e grande porte? A partir de um certo número desses consumidores, seria possível justificar os investimentos para a instalação de um gasoduto que partisse do campo em direção ao litoral do país, contribuindo para adensar a rede e melhorar, assim, a estabilidade de fornecimento para os diversos consumidores.

Localização da oferta de biogás e dos gasodutos

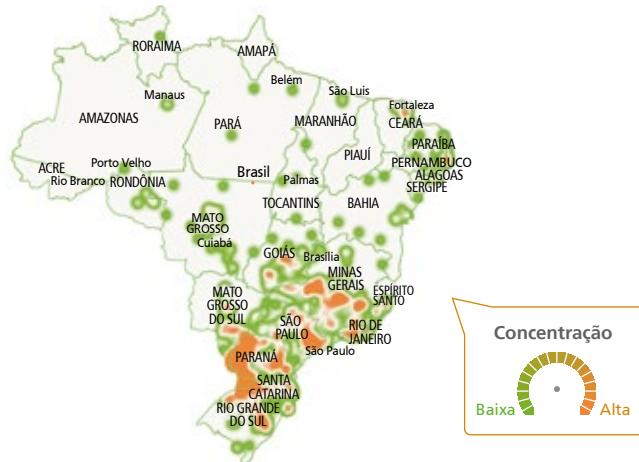
A localização de unidades de produção de biogás se concentra nos estados do Sul e Sudeste do país, sobretudo em locais onde não há rede canalizada de gás. As opções para os produtores são o autoconsumo ou a venda para uns poucos clientes. Embora os investimentos em gasodutos virtuais (entrega por caminhões) estejam crescendo nos últimos anos, assim como a movimentação em torno da formação de corredores sustentáveis,²² ainda há poucas empresas ofere-

²² Os corredores sustentáveis são rotas selecionadas estrategicamente para promover o transporte rodoviário mais eficiente e sustentável, com vistas à descarbonização do segmento. Para tanto é necessário instalar pontos de abastecimento de gás natural/biometano e/ou carregamento elétrico ao longo dos corredores.

cendo o serviço de transporte e carregamento em gasodutos virtuais no Brasil.

A Figura 2 apresenta o mapa de calor da produção de biogás no Brasil. Destaca-se o interior de estados do Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Figura 2 • Mapa de calor de produção de biogás no Brasil



Fonte: CIBiogás (2025).

É importante notar que os estados de Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná apresentam grande potencial de produção de biogás, devido à concentração de usinas produtoras de açúcar e etanol. Além das rodovias e corredores sustentáveis que poderiam se formar com incentivos governamentais, os estados de Mato Grosso do Sul e São Paulo apresentam outro atrativo: o gasoduto Bolívia-Brasil. Muitas usinas se concentram em locais próximos a esse gasoduto.

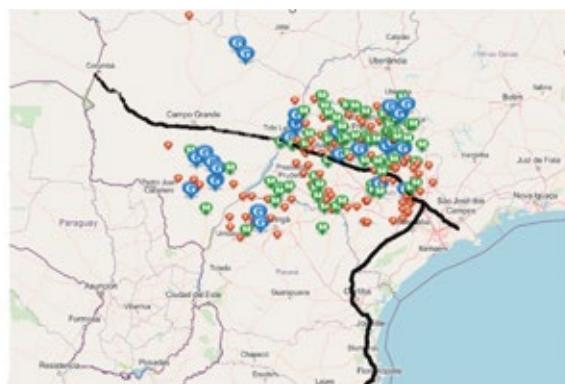
Recentemente, a Associação de Empresas de Transporte de Gás Natural por Gasoduto (ATGás) divulgou um levantamento identificando usinas sucroalcooleiras próximas ao gasoduto da Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia-Brasil S/A (TBG), classificando-as

com potencial de geração entre grande, médio e pequeno portes,²³ segundo a escala abaixo (ATGás, 2024):

- i. Grande porte: acima de 60 mil Nm³/dia;
- ii. Médio porte: entre 30 mil e 60 mil Nm³/dia; e
- iii. Pequeno porte: até 30 mil Nm³/dia.

Das 187 usinas mapeadas, 27 são de grande porte, 67 são de médio porte e 96 de pequeno porte. O potencial de produção de biometano é estimado, no estudo, em 6,5 milhões Nm³/dia e a distância média até o gasoduto é de 109 km. Esse potencial representa cerca de 8% do consumo de gás natural em 2024 no Brasil, o que poderia atender a quase toda a meta de 10% estabelecida na Lei do Combustível do Futuro, como será detalhado adiante.²⁴

Figura 3 • Usinas sucroalcooleiras próximas ao gasoduto da TBG segundo seu porte



Fonte: ATGás (2024).

Nota: Azul: grande porte, acima de 60 mil m³/dia; verde: médio porte, de 30 mil a 60 mil m³/dia; vermelho: pequeno porte, até 30 mil m³/dia.

²³ Essa classificação é importante não só para a TBG saber quais locais seriam mais atrativos para iniciar uma aproximação com os produtores, mas também para ter ideia do tamanho de mercado no curto prazo.

²⁴ O consumo total de gás natural em 2023 foi de 30,8 bilhões Nm³/365 = 84,4 milhões Nm³/dia.

Partindo do potencial estimado de 6,5 milhões Nm³/dia e supondo que os cavalos mecânicos de três eixos teriam capacidades individuais de cerca de 60 Nm³ de GNC (taxa de compressão de sessenta vezes), realizando, em média, duas viagens por dia, haveria necessidade de aquisição de quase mil veículos movidos a biometano para transportar todo o potencial estimado para a área próxima ao gasoduto da TBG.

Programa de renovação da frota de caminhões para melhoria da eficiência e qualidade ambiental

O Governo Federal vem avaliando, recorrentemente, a possibilidade de renovação da frota de caminhões. O tema é de grande relevância, pois:

- i. O transporte de carga é realizado no Brasil predominantemente pelo modal rodoviário, modalidade de maior custo unitário, bastante poluente e de grande risco de acidentes.
- ii. A frota brasileira de caminhões é bastante antiga.
- iii. Entre os setores consumidores de energia, os transportes são os maiores emissores de GEE no Brasil, tendo sido responsáveis por 44% das emissões do setor energético e processos industriais em 2023.²⁵

²⁵ Diferentemente dos países industrializados, o setor de energia fica na terceira posição em termos de emissões de GEE no Brasil, atrás dos setores de (i) mudança de uso da terra e floresta e (ii) agropecuária. Em termos de consumo de energia, os transportes são os maiores emissores, como mostra o Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Seeg (2024), respondendo por 44% dessa categoria.

Um programa de renovação de frota de caminhões é de grande interesse não só para fabricantes de caminhões, mas também para caminhoneiros e empresas do setor de transporte e logística. A Confederação Nacional do Transporte (CNT), por exemplo, lançou estudo sobre esse propósito. Segundo a CNT (2024), a troca de 152 mil caminhões produzidos até 1989 por modelos novos a *diesel* poderia contribuir com a redução das emissões de gases poluentes, entre eles os GEE, em 33,5%. Um programa de tal magnitude teria custo de R\$ 104,8 bilhões.

Caso o programa fosse ampliado para caminhões fabricados até 1999, o custo alcançaria R\$ 230,2 bilhões. O levantamento da CNT revela que, na frota de 1,3 milhão de caminhões em circulação no país, 55% têm mais de 14 anos. As tecnologias desses veículos são ultrapassadas, e eles, portanto, considerados grandes emissores de gases poluentes.

A título de comparação, caminhões fabricados a partir de 2022 poderiam reduzir em até 95,4% as emissões de gases poluentes. Ademais, a emissão de particulados, responsável pela fumaça preta, principal vetor de doenças respiratórias nas cidades, diminui 98,3% quando esses caminhões mais novos são comparados aos veículos mais antigos. Entretanto, apesar dos ganhos ambientais notórios,²⁶ o custo da renovação da frota se mostra desafiador.

É importante destacar que muitas empresas que têm compromissos de sustentabilidade e distribuem seus produtos por meio do modal rodoviário têm em seus planos a substituição de parte da sua frota de caminhões a *diesel* por caminhões movidos a gás natural e

²⁶ Ver Teixeira e outros (2021).

biometano, pois ambas as alternativas são ambientalmente melhores do que o caminhão tradicional. Várias delas têm preferência pela adoção de biometano como combustível, caso haja disponibilidade.

Se o incentivo de um programa de renovação de frota fosse oferecido apenas a caminhões de baixa emissão, incluindo aqueles a gás e biometano, o benefício ambiental seria ainda maior do que a simples troca de um caminhão velho por um novo de mesma tecnologia. O benefício se traduz não só na mitigação dos efeitos do aquecimento global, mas também em termos da redução de poluentes locais como NOx e SOx. No que se refere às emissões de CO₂, o gás natural emite 27% a menos do que o *diesel* (Teixeira *et al.*, 2021).

Não obstante as vantagens oferecidas pelo biometano, há uma série de barreiras que dificultam a difusão de caminhões de motores ciclo Otto, aqueles próprios para uso de biometano, como o valor de revenda, a disponibilidade do combustível, o tempo de reabastecimento etc. Portanto, é bem mais simples elaborar um programa de renovação de frota contando com combustíveis tradicionais (motores ciclo *diesel*) do que um novo combustível de baixa emissão. É nesse sentido que formuladores de políticas públicas devem estar atentos para evitar a manutenção do *status quo*. Políticas sociais que visem melhorar a qualidade de vida dos caminhoneiros e o aumento da eficiência do sistema de transporte poderiam estar associadas também à qualidade ambiental, em consonância com o planejamento energético sustentável.

Incentivos governamentais e obrigações legais

Na 26^a Conferência das Partes sobre Mudanças Climáticas, realizada em Glasgow, na Escócia, em 2021, o Brasil assinou o Compromisso Global do Metano, comprometendo-se com a redução das emissões do gás em 30% até 2030, em comparação com os níveis de 2020. Somado a isso, há um conjunto de iniciativas governamentais que vão ao encontro desse objetivo, as quais são elencadas a seguir.

Lei do Combustível do Futuro

O capítulo V da Lei 14.993/2024 trata, especificamente, do Programa Nacional de Descarbonização do Produtor e Importador de Gás Natural e de Incentivo ao Biometano. A principal medida desse programa consiste na redução de emissões de GEE no mercado de gás natural por meio da criação de uma demanda compulsória de biometano a partir de 2026.

O Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) será o responsável por definir metas anuais obrigatórias de redução de emissões de GEE no mercado de gás natural, as quais deverão ser cumpridas por seus respectivos produtores e importadores, por meio da participação do biometano no consumo do gás natural.

A redução de emissão deverá variar entre 1% e 10%, sendo admitido, excepcionalmente, um percentual inferior a 1% por motivo de interesse público ou quando se tornar excessivamente oneroso para o atendimento da meta. As formas de cumprimento das metas podem ser: (i) diretamente pela aquisição ou utilização de biometano; ou

(ii) indiretamente pela aquisição e registro de Certificado de Garantia de Origem de Biometano (CGOB).

É importante destacar que no art. 16 da lei são apresentados objetivos concretos do programa, quais sejam:

- i. Estimular a produção e o consumo do biometano e do biogás por meio de projetos relacionados à cadeia de produção do biometano e do biogás;
- ii. Incentivar a fabricação, a comercialização, a aquisição e a utilização de veículos pesados e máquinas agrícolas e de outros veículos movidos a metano, bem como a conversão de veículos movidos a outros combustíveis para metano e a substituição de motor a *diesel* usado em veículo por motor novo movido a metano homologado pelos órgãos certificadores; e
- iii. Fomentar projetos de infraestrutura que permitam a conexão de plantas de produção de biometano com as redes de distribuição e transporte de gás natural, desde que sejam economicamente viáveis.

Portanto, pela própria lei, entende-se que não só a produção, mas também a logística de distribuição é fundamental para o desenvolvimento do mercado. Além disso, cabe salientar que a oferta potencial de biometano é pulverizada, adentrando o interior do país, ao passo que as malhas de gasodutos estão concentradas mais perto do litoral,²⁷ com exceção do gasoduto Bolívia-Brasil. Então, se há pretensão de fomentar de fato o biometano, torna-se crucial desenvolver outros modais complementares aos gasodutos.

²⁷ Por essa razão, será abordada mais adiante a competitividade de modais de transporte.

É importante registrar que, no evento durante o qual a lei foi sancionada, empresários anunciaram investimentos de R\$ 20 bilhões na cadeia de biocombustíveis até 2028, inclusive para transporte rodoviário de biometano liquefeito (Chiappini, 2024). As intenções de investimentos mencionadas foram:

- Raízen: R\$ 11,5 bilhões para a implantação de nove plantas de etanol de segunda geração até 2028.
- Inpasa: R\$ 3,4 bilhões no prazo de 18 meses para a implantação da segunda fase da planta de etanol de milho em Sidrolândia (MS), além da conclusão da planta de etanol no município de Balsas (MA) e a construção de biorrefinaria em Luís Eduardo Magalhães (BA).
- Grupo Potencial: R\$ 3 bilhões na cadeia de produção de biodiesel, principalmente para a ampliação da planta de biodiesel em Lapra (PR).
- Grupo FS: R\$ 500 milhões associados à produção de etanol em uma planta de captura e estocagem de CO₂, em Lucas do Rio Verde-MT.
- Virtus, Eneva e Edge: R\$ 1,3 bilhão na implantação de corredor verde, utilizando caminhões movidos a GNL. A primeira etapa terá 3 mil km de extensão e conclusão até 2026.
- Shell, Raízen e Senai: R\$ 120 milhões no centro de pesquisa em bioenergia, em Piracicaba (SP).
- Be8: R\$ 400 milhões em planta de biodiesel em Uberaba (MG).

Ainda que não haja nenhum compromisso formal, observa-se que vários grupos econômicos estão interessados em promover o mercado de bioenergia com investimentos vultosos.

Marco Legal do Saneamento Básico

A Lei 14.026/2020 atualizou o Marco Legal do Saneamento Básico. Além do objetivo principal de universalizar o acesso a serviços de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto, até 2033, a lei também trata do manejo de resíduos sólidos urbanos, prevendo as seguintes ações aos municípios:

- i. Elaborar planos de gestão integrada de resíduos sólidos;
- ii. Encerramento de lixões em prazos estabelecidos;
- iii. Revisão de seus planos de gestão integrada de resíduos sólidos a cada dez anos; e
- iv. Caso necessário, adotar soluções alternativas para a disposição de rejeitos em aterros sanitários, desde que sejam observadas normas técnicas e operacionais.

Apesar da grande expectativa gerada pelo marco regulatório do saneamento para atração de investimentos, existem desafios relativos à implementação das mudanças estabelecidas pela lei, bem como relativas à transição entre o modelo atual e o preconizado. Uma primeira mudança relevante é a da regionalização, que passou a ser condição para o acesso a recursos federais. Em outras palavras, quem não conseguir implementar o modelo proposto na lei, não terá acesso a recursos federais.

O novo marco legal visa, assim, aprimorar a segurança jurídica e a sustentabilidade do setor, favorecendo os processos de concessão dos serviços à iniciativa privada. Empresas atuantes no setor estão revendo seus modelos de negócio, procurando maximizar suas receitas a partir de uma variedade maior de bens e serviços, não só com o tratamento dos resíduos de forma adequada, mas também

com a geração de energia elétrica, a produção de insumos para a indústria e a purificação do biogás para injeção na rede de gás canalizado ou venda direta para grandes consumidores.

A redução de barreiras à logística de transporte de biometano é um incentivo para alcançar as metas impostas pelo marco legal do saneamento, auferindo ao produtor de biometano a possibilidade de diversificar sua carteira de clientes, podendo oferecer o excedente de produção em pontos de entrega (consumidores finais ou gasodutos) não muito distantes de suas unidades por modal rodoviário, em caminhões, como gasoduto virtual.

Atualmente, com a gama de políticas de incentivos já proporcionada aos produtores de bioenergia, algumas delas elencadas aqui, nota-se maior interesse de empresas de tratamento de resíduos urbanos em purificar o biogás, pois o biometano tem sido mais lucrativo do que gerar eletricidade a partir de biogás. No entanto, se as barreiras logísticas e de conexão às redes de gasodutos persistirem, essa tendência poderá arrefecer.

Marco Legal do Gás: modelo de entrada e saída nos dutos de transporte

O modelo de entrada e saída é aquele que permite a contratação independente dos pontos de entrada e saída de um sistema de transporte de gás ou gasoduto. O gás é fungível e a capacidade de transporte é o volume máximo de gás que pode ser movimentado nesses pontos.

A Lei 14.134/2021, denominada Novo Marco Legal do Gás, introduz o modelo de entrada e saída com os objetivos de:

- i. Aumentar a flexibilidade e a liquidez das operações;
- ii. Permitir que a injeção ou a retirada de gás seja feita por diferentes agentes em qualquer ponto do sistema; e
- iii. Incentivar a concorrência, ampliando a oferta de gás a preços competitivos.

Assim, por meio do modelo de entradas e saídas, um produtor de biometano que não esteja muito distante de um ponto de coleta na malha de transporte pode vender seu gás (biometano) para consumidores que estejam conectados a um outro extremo da malha de gasodutos, sem a obrigação de seu gás percorrer todo o trajeto. Diferencia-se, portanto, o fluxo físico do “fluxo contratual”.

O modelo de entrada e saída facilitou, portanto, a negociação entre um consumidor de uma região, interessado em reduzir sua pegada de carbono, e um produtor de biometano de outra região do país. Em outras palavras, o consumidor poderia utilizar fisicamente um combustível fóssil fornecido em sua região, mas, em contrato, ele estaria adquirindo o biometano produzido em outra região, sem ter que pagar uma elevada tarifa de transporte de longa distância.

A título de ilustração, a Figura 4 representa as áreas de influência para negociação física entre produtores e consumidores, estando eles conectados a uma das três redes de transporte de gás: a Transportadora Associada de Gás (TAG) atendendo às regiões Norte e Nordeste, a Nova Transportadora do Sudeste S/A (NTS), à Sudeste, e a Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia-Brasil S.A (TBG), às regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Figura 4 • Potenciais áreas de mercado próximas a gasodutos de transporte



Fonte: ANP (2019).

Notas: Gasodutos da TBG em laranja; gasodutos da NTS em amarelo; gasodutos da TAG em verde; círculos representam os submercados.

Constata-se que a malha de transporte de gás está concentrada na costa brasileira, e poucos gasodutos de transporte atravessam o interior do país. Uma quase exceção é o gasoduto Bolívia-Brasil da TBG, que atravessa o interior dos estados de Mato Grosso do Sul e São Paulo. Isso traz boas perspectivas para produtores de biometano no campo. A TBG tem percebido valor para seu negócio, a possibilidade de capturar novos fornecedores para sua rede de transporte e, sobretudo, um combustível com baixa pegada de carbono, como o biometano. A empresa pretende oferecer aos produtores a possibilidade de injetar biometano em *hubs* de coleta, pagando uma tarifa de acesso especial sem onerar muito o custo do combustível verde. Os *hubs* ajudariam a viabilizar a conexão de produtores que, isoladamente, não teriam escala suficiente para se conectar diretamente à rede de gasodutos de transporte. Alternativamente, os produtores transportariam sua produção com caminhões, movidos a biometano, até os pontos de coleta (*hubs*).

Entretanto, para que esse objetivo seja alcançado, são necessários ajustes no nível infralegal. Para oferecer o incentivo aos produtores de biometano, a TBG apresentou uma proposta para aprovação da ANP. Somente após a avaliação da ANP sobre o mérito de oferecer tarifas de conexão mais módicas para produtores de biometano, em vez de oferecer benefícios a outros participantes, será possível ir adiante com o projeto.

Corredores rodoviários sustentáveis

O Ministério dos Transportes inseriu no programa de concessões de rodovias do Governo Federal a política de investimentos em sustentabilidade, cujo intuito é induzir recursos para infraestrutura de abastecimento alternativa aos derivados de petróleo, sobretudo para atender ao transporte de carga (caminhões).

As novas regras para as licitações de rodovias federais preveem que 1% da tarifa seja destinado ao desenvolvimento de novas tecnologias e medidas de sustentabilidade (Brasil, 2024b). Até 2026, o Governo Federal pretende realizar 35 leilões de rodovias. Uma das expectativas decorrentes dessa obrigação está relacionada à formação de corredores rodoviários sustentáveis, que poderão ter pontos de abastecimento de gás natural/biometano veicular (GNV), GNL e carregamento elétrico (Ruddy, 2024).

Dessa forma, caso haja investimento em pontos de abastecimento de biometano nas rodovias, os produtores desse gás terão mais acesso ao mercado. Como não existe, na parte central do Brasil, infraestrutura de gasodutos, as novas regras contribuem para aproximar a produção de combustível renovável aos pontos de consumo. Os corredores sustentáveis promovem, portanto, a desconcentração

do mercado, uma forma de geração distribuída, tal como ocorre no setor elétrico com a energia solar.

Na mesma linha, o programa Gás para Empregar, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, tem adotado uma postura inovadora, indo além da preocupação com a construção de novos gasodutos em grande escala e direcionando suas atenções para o transporte rodoviário. O ministério tem como objetivo apoiar investimentos de R\$ 6 bilhões para instalação de corredor sustentável, ao longo do qual será transportado GNL, entre os portos de Santos (SP) e São Luís (MA). A expectativa é de que o projeto esteja totalmente operacional até 2030 e o objetivo é transportar 150 mil m³ de GNL por dia (Carmo, 2024).

Nesse contexto, a VirtuGNL e a Yara Brasil anunciaram um contrato de logística utilizando veículos movidos a GNL para o transporte de 50 mil toneladas de fertilizantes por ano no Maranhão. A estimativa é de que o projeto reduza as emissões de CO₂ em mais de 20% e de NOx e SOx em 90%, substituindo *diesel* por gás natural. O GNL oferece autonomia de 1,2 mil km. A ideia é replicar o modelo para outros estados, principalmente se os programas de incentivo à formação de corredores sustentáveis forem exitosos.

A expansão de tal iniciativa poderá proporcionar a abertura de novas demandas para o biometano, pois possibilitará a sua utilização na infraestrutura de abastecimento desses novos corredores no futuro. Se o biometano conseguir se beneficiar dessa iniciativa, o ganho ambiental será ainda maior em relação ao ganho ambiental proporcionado pelo gás natural.

Quanto aos incentivos financeiros para promoção de corredores sustentáveis, o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC)

incluiu, no Plano Anual de Aplicação de Recursos (PAAR) de 2025, a possibilidade de apoio a investimento em infraestrutura de transporte e distribuição de biometano, entre outros biocombustíveis, bem como no desenvolvimento tecnológico, na aquisição de veículos de carga ou ônibus, e na capacidade produtiva para fabricação desses veículos a biocombustíveis para transporte de carga e passageiros (Brasil, 2025b). Entende-se, portanto, que projetos de corredores sustentáveis, ainda que alimentados por gasodutos virtuais de biometano, poderiam ser apoiados com recursos incentivados.

Considerações finais

Este artigo traz informações sobre o expressivo potencial da produção de biometano no país, seja nas grandes cidades, a partir de resíduos sólidos urbanos, seja no campo, a partir de resíduos agrícolas.

O Governo Federal entendeu que o biometano é um combustível chave para descarbonizar a economia, não só porque é abundante, mas também porque não requer investimentos expressivos em infraestrutura, já que não necessita de inovações e desenvolvimentos tecnológicos disruptivos e pode ser ofertado ao mercado no curto prazo.

Atualmente, há diversas ações governamentais em curso no sentido de destravar gargalos em todos os elos da cadeia de valor do biometano, seja para descarbonizar o transporte rodoviário de longa distância, seja para proporcionar a oferta de um combustível renovável (biometano) e, assim, descarbonizar o segmento de gás natural, seja, ainda, para permitir a remuneração de um bem (biogás de resíduos urbanos e agropecuários) que poderia ser

descartado na atmosfera, causando danos ambientais. Em síntese, destacam-se os seguintes pontos:

- O Brasil é signatário do Compromisso Global do Metano, comprometendo-se a reduzir as emissões de metano em 30% até 2030.
- O poder de aquecimento do metano é 28 vezes superior ao do CO₂. Por isso, evitar que o metano escape na atmosfera e usá-lo como energético em substituição ao *diesel* tem o benefício de mitigar o aquecimento global e de reduzir emissões locais de NOx e SOx em 90%.
- O potencial de produção de curto prazo de biometano (5,4 bilhões Nm³/ano) é de cerca de 20% da demanda total de gás natural no Brasil.
- Se todo esse potencial fosse explorado, seria possível evitar emissões de 112 milhões tCO₂e/ano no curto prazo. Ainda, se esse potencial fosse usado para substituir o gás natural utilizado em equipamentos ou motores a combustão, mais 11,2 milhões tCO₂e/ano seriam evitadas.
- A Lei do Combustível do Futuro estabelece o uso compulsório de biometano a partir de janeiro de 2026, sendo previsto o consumo de pelo menos 7 milhões Nm³/dia de biometano até a meta de redução de emissões de 10% ser alcançada.
- A logística de distribuição do biometano é um dos principais pontos de atenção para viabilizar novos investimentos de ampliação de sua produção no país. Sem uma logística adequada, a produção de biometano ficará restrita a poucos consumidores.

- Por ser um combustível *drop-in*, toda infraestrutura e logística de transporte e distribuição de gás natural pode ser utilizada com biometano, sem investimentos adicionais. A expansão da rede atual permitirá seu acesso a novos mercados, podendo alcançar seu potencial integralmente.
- A construção de novos gasodutos para distribuição de biometano não se mostra viável, dada a sua escala de produção. Uma forma de alavancar o mercado de biometano no Brasil seria por meio de gasodutos virtuais, nos quais são utilizados caminhões para transportá-lo até o consumidor, uma vez que a maior parte das regiões com grande potencial de produção está longe dos grandes consumidores e da rede de gasodutos.
- A promoção de corredores rodoviários sustentáveis é uma modalidade eficiente para reduzir a pegada de carbono dos transportes. A inclusão de obrigações nos contratos das próximas licitações rodoviárias deve contribuir para a redução de incertezas sobre a disponibilidade de abastecimento rápido de gás natural e biometano em veículos pesados nas estradas. Essa iniciativa poderá permitir a difusão do consumo de biometano no campo.
- A frota de caminhões no Brasil tem idade média elevada. Segundo a CNT, a renovação da frota de caminhões antigos e poluentes nas estradas brasileiras, fabricados até 1989, por caminhões novos a *diesel*, reduziria em 33,5% a emissão de poluentes. Um programa de renovação da frota restrito a veículos menos poluentes que os movidos a *diesel* contribuiria para a viabilização de corredores sustentáveis.

- A combinação de programas de incentivos governamentais para toda a cadeia de valor, incluindo a logística, potencializaria a universalização do uso do biometano, sua geração distribuída, a interiorização de seu uso, a redução de riscos do produtor com a diversificação do seu portfólio de clientes, a melhoria da saúde pública e a mitigação de impactos decorrentes das emissões de GEE.
- No que tange aos incentivos financeiros, o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC) incluiu no Plano Anual de Aplicação de Recursos (PAAR) de 2025 a possibilidade de apoio a investimentos em infraestrutura de transporte e distribuição de biometano.

Com base nessa constatação de potencial de produção, assim como nas frentes de trabalho de diversas instituições governamentais com vista à descarbonização da economia, no sentido de viabilizar a produção de biometano e de remover os gargalos que se apresentam na cadeia de valor, entende-se que o Brasil está pavimentando o caminho nos setores de energia, transportes e saneamento, com o objetivo de cumprir os compromissos assumidos em Glasgow para redução de emissões em 30% até 2030, em relação aos níveis observados em 2020.

Referências

ABIOGÁS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO BIOGÁS. *Mapeamento de plantas de biometano até 2032*. São Paulo: Abiogás, 2024. Disponível em: https://abiogas.org.br/wp-content/uploads/protectedfiles/ABiogas-Nota_tecnica_MAPEAMENTO_DE_PLANTAS_DE_BIOMETANO_ATE_2032.pdf. Acesso em: 27 mai. 2025.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. *Abertura do Mercado – Modelo de Entrada-Saída*. Rio de Janeiro: ANP, 2019. Disponível em: https://www.gov.br/np/pt-br/centrais-de-conteudo/apresentacoes-palestras/2019/arquivos/2019/2019-05-15_apresentacao_sim_confaz.pdf. Acesso em: 11 ago. 2025.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Relatório dinâmico de autorizações da ANP. ANP, Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiZDRINTQzY2MtMDdkZS0-0ODNlLTlmMTItYTUzNGUxMWNjMGZhIwidCI6IjQ0OTlmNGZmLTI0YTYtNGI0MiIiN2VmLTEyNGFmY2FkYzkxMyJ9>. Acesso em: 12 ago. 2025.

ATGÁS – ASSOCIAÇÃO DE EMPRESAS DE TRANSPORTE DE GÁS NATURAL POR GASODUTO. *Workshop MME: Combustível do Futuro e Novas Políticas do Setor de Óleo e Gás - Biometano*. Rio de Janeiro: ATGás, Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/eventos/serie-de-workshops-proximos-passos-combustivel-do-futuro-e-novas-politicas-do-setor-de-oleo-e-gas/workshop-biometano/09-mesa-3-claudia-souza-atgas.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2025.

BRASIL. Lei 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 16 out. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 25 ago. 2025.

BRASIL. Lei 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. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 9 abr. 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14134.htm. Acesso em: 25 ago. 2025.

BRASIL. Lei 14.993, de 8 de outubro de 2024. Dispõe sobre a promoção da mobilidade sustentável de baixo carbono e a captura e a estocagem geológica de dióxido de carbono; institui o Programa Nacional de Combustível Sustentável de Aviação (ProBioQAV), o Programa Nacional de Diesel Verde (PNDV) e o Programa Nacional de Descarbonização do Produtor e Importador de Gás Natural e de Incentivo ao Biometano. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 9 out. 2024a. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2024/lei-14993-8-outubro-2024-796443-publicacaooriginal-173317-pl.html>. Acesso em: 25 ago. 2025.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Boletim Mensal: Acompanhamento da Indústria de Gás Natural*. Brasília, DF: MME, 2025a.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Programa Nacional Metano Zero*. Brasília, DF: MMA, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/mudanca-do-clima/ozonio/ProgramaMetanoZero.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. *Plano Anual de Recursos*. Brasília, DF: MMA, 2025b. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/sece/dfre/fundo-nacional-sobre-mudanca-do-clima/copy-of_plano-anual-de-aplicacao-de-recursos. Acesso em: 6 mai. 2025.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Portaria nº 622, de 28 de junho de 2024. Estabelece diretrizes para alocação de recursos em contratos de concessão rodoviária visando ao desenvolvimento de infraestrutura resiliente, à mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e à transição energética. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 1 jul. 2024b. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-622-de-28-de-junho-de-2024-569046197>. Acesso em: 11 ago. 2025.

CARMO, W. Governo Lula investirá quase R\$ 6 bi em 'corredor verde' rodoviário para transportar gás natural, diz ministro. *Carta Capital*, São Paulo, 11 out. 2024. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/economia/governo-lula-investira-quase-r-6-bi-em-corredor-verde-rodoviaro-para-transportar-gas-natural-diz-ministro/>. Acesso em: 2 mai. 2025.

CHIAPPINI, G. Lula sanciona Combustível do Futuro; empresários se comprometem com R\$ 20 bi em investimentos. *Eixos*, Niterói, 8 out. 2024. Disponível em: <https://eixos.com.br/combustiveis-e-bioenergia/biocombustiveis/lula-sanciona-combustivel-do-futuro-empresarios-se-comprometem-com-r-20-bi-em-investimentos/>. Acesso em: 26 mai. 2025.

CIBIOGÁS – CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS – BIOGÁS. Panorama do biogás 2023. *CIBiogás*, Foz do Iguaçu, 2024. Disponível em: <https://materiais.cibiogas.org/panorama-do-biogas-2023>. Acesso em: 28 abr. 2025.

CIBIOGÁS – CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS – BIOGÁS. Panorama do biogás 2024. *CIBiogás*, Foz do Iguaçu, 2025. Disponível em: <https://materiais.cibiogas.org/panorama-do-biogas-2024>. Acesso em: 30 abr. 2025.

CLIMATE WATCH. Historical GHG Emissions. *Climate Watch*, Washington, DC, [202-]. Disponível em: https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?chartType=percentage&end_year=2022&gases=ch4&start_year=1990. Acesso em: 12 ago. 2025.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. *Impactos ambientais e económicos advindos da renovação de frota no transporte rodoviário de cargas no Brasil*. Brasília, DF: CNT, 2024. (Transporte em Foco – Renovação de Frota). Disponível em: <https://despoluir.org.br/wp-content/uploads/2024/11/Transporte-em-Foco-Renovacao-de-Frota.pdf>. Acesso em: 5 mai. 2025.

COSTA, R. C. C.; BACELLAR, R. M. H. Descarbonização da matriz energética da Amazônia: análise de barreiras e oportunidades para biogás e biodiesel. *Revista BNDES*, Rio de Janeiro, v. 29, n. 58, p. 359-422, 2022. Disponível em: https://web.bnDES.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/23088/1/PRArt_RB%2058_Descarbonizacao%20da%20matriz%20energetica.pdf. Acesso em: 13 ago. 2025.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Balanço Energético Nacional*. Rio de Janeiro: EPE, 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-723/BEN2024.pdf>. Acesso em: 21 mai. 2025.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *GNL de pequena escala*: estudo de caso no Brasil. Rio de Janeiro: EPE, 2022. disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-706/NT%20GNL%20Pequena%20Escala_r0.pdf. Acesso em: 2 mai. 2025.

GÓMEZ, D. R. et al. Stationary combustion. In: IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Geneva: IPCC, 2006. v. 2. Disponível em: https://www.ipcc-nccc.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf. Acesso em: 21 mai. 2025.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Gas Market Report Q3-2024*. Paris: IEA, 2024. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/14a61f2b-04fa-4a9d-a78b-6c22fc23d5c8/GasMarketReport%2CQ3-2024.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2025.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Medium-term Gas Report 2023*. Paris: IEA, 2023. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/medium-term-gas-report-2023>. Acesso em: 13 ago. 2025.

RUDDY, G. Concessões de rodovias devem ampliar uso do gás no transporte. *Eixos*, Niterói, 25 set. 2024. Disponível em: <https://eixos.com.br/newsletters/comece-seu-dia/concessoes-de-rodovias-devem-ampliar-uso-do-gas-no-transporte/>. Acesso em: 2 mai. 2025.

SEEG – SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. *Análise das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970-2023*. [S. l.]: SEEG, 2024. Disponível em: <https://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2024/11/SEEG-RELATORIO-ANALITICO-12.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2025.

TEIXEIRA, C. A. N. *et al.* *A hora do biometano no Brasil*. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2024. (Textos para Discussão, n. 159). Disponível em: https://web.bnDES.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/24146/1/PRFol_216049_TD%20n.%20159_A%20hora%20do%20biometano%20no%20Brasi.pdf. Acesso em: 13 ago. 2025.

TEIXEIRA, C. A. N. *et al.* Gás natural: um combustível chave para uma economia de baixo carbono. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, v. 27, n. 53, p. 131-175, 2021. Disponível em: https://web.bnDES.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/20802/1/PR_Gas%20natural_215277_P_BD.pdf. Acesso em: 13 ago. 2025.

VIRTUGNL e Yara Brasil anunciam o primeiro contrato de logística movida a GNL no Brasil. *VirtuGNL*, 2024. Disponível em: <https://www.virtugnl.com/noticias/virtugnl-anuncia-contrato-em-logistica-movida-a-gnl>. Acesso em: 5 mai. 2025.