



Latin American Journal of Energy Research – Lajer (2024) v. 11, n. 1, pp. 1–11
<https://doi.org/10.21712/lajer.2024.v11.n1.p1-11>

Avaliação da expansão do gás natural como ponte para a transição energética no Brasil

Evaluation of natural gas expansion as a bridge to energy transition in Brazil

Luciana Pereira Barbosa^{1,*}, Lyzette Gonçalves Moraes de Moura², Allan Kardec Duailibe Barros Filho³

¹ Discente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Maranhão – UFMA, campus São Luís, MA, Brasil

² Pesquisadora Visitante no Programa de Formação de Recursos Humanos ANP/UFMA PRH 54.1, Universidade Federal do Maranhão – UFMA, campus São Luís, MA, Brasil

³ Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Maranhão – UFMA, campus São Luís, MA, Brasil

*Autor para correspondência, E-mail: luciana.pb@discente.ufma.br

Received: 30 December 2023 | Accepted: 16 March 2024 | Published online: 5 June 2024

Resumo: O objetivo desse artigo consiste em realizar uma avaliação da expansão do gás natural enquanto ponte para a transição energética de baixo carbono em termos de infraestrutura, disponibilidade, consumo e produção. Os resultados alcançados durante o estudo, puderam dar o enfoque necessário na questão da interiorização do gás, mesmo sabendo que as malhas de gasoduto estão localizadas, em sua maioria nas proximidades do litoral do país, haja visto tratar-se da região que tem mais indústria. Por outro lado, isso dificulta o acesso a este recurso em regiões centrais do país por este modal, sendo necessário viabilizar outras formas logísticas que possam contribuir com o desenvolvimento econômico dos estados, em especial o Estado do Maranhão, pois o mesmo apresenta grande quantidade de bloco exploratório, e isso agregaria significativamente quanto ao seu desenvolvimento econômico no estado. Logo, é necessário estratégias para que elevem o acesso a estes recursos do gás natural.

Palavras chave: Gás Natural, Transição Energética, Interiorização, Infraestrutura de Gás Natural, Desenvolvimento Econômico Regional.

Abstract: The objective of this article is to carry out an evaluation of the expansion of natural gas as a bridge to the low-carbon energy transition in terms of infrastructure, availability, consumption and production. The results achieved during the study could give the necessary focus on the issue of gas internalization, even knowing that the pipeline networks are located, mostly in the vicinity of the country's coast, since it is the region that has more industry. the other hand, this hinders access to this resource in central regions of the country by this modal, and it is necessary to enable other logistical forms that can contribute to the economic development of the states, especially the State of Maranhão, because it has a large amount of exploratory block, and this would add significantly to its economic development in the state. Therefore, strategies are needed to increase access to these natural gas resources.

Keywords: Natural Gas, Energy Transition, Interiorization, Natural Gas Infrastructure, Regional Economic Development.

1 Introdução

O Gás Natural (GN), dentre os combustíveis fósseis, é o mais eficiente do ponto de vista energético quando usado em substituição ao carvão ou óleo (Texeira, 2021). A produção de GN tem origem tanto em associação com o petróleo (gás associado) como de forma independente (gás não-associado). O GN emite 43% menos dióxido de carbono (CO₂) do que o carvão e 30% menos do que o petróleo (IEA, 2019). Assim,

este combustível oferece benefícios importantes, tanto para a economia de energia, quanto para o alcance das metas de redução de emissões que afetam as condições climáticas amplamente discutidas atualmente.

Notadamente, o consumo e comercialização do gás natural teve crescimento substancial nas últimas décadas. Este fato se deu devido à liberalização dos mercados de energia em várias regiões e ao estabelecimento de padrões para redes de gás natural ao redor do mundo (Plano Decenal de Expansão de Energia 2029, 2020) (BrasiL, 2022). As reservas provadas de gás natural somam 198,8 trilhões de metros cúbicos e os recursos mundiais tecnicamente recuperáveis somam 810 trilhões de metros cúbicos. Especialmente para economias emergentes como Venezuela, Bolívia, Trinidad & Tobago, Brasil, Argentina e Guiana, a expansão e exploração das ricas reservas de combustíveis fósseis é um fator chave para apoiar o desenvolvimento e gerar crescimento econômico (Nogueira e Neto, 2021).

O Brasil apresenta uma matriz energética que de forma histórica teve como embasamento principal a exploração do petróleo e do potencial hídrico. Todavia, nos últimos anos, o GN vem participando ativamente dessa matriz por ter custo extremamente competitivo, um índice mínimo de impacto ambiental, aumento das reservas e versatilidade de aplicação, por exemplo, como matéria-prima (Castro & Silva, 2010).

O Brasil ocupou a 31ª colocação no ranking das maiores reservas provadas e produtores de GN do mundo em 2019, sendo que os principais usos são residenciais, comercial, industrial, transporte e produção de energia elétrica (Brasil, 2022). Dessas reservas provadas, estima-se que cerca de 7,1% estão no Maranhão, o que confere ao referido estado o posto de quarto colocado no ranking dos detentores de reservas de gás no Brasil. As perspectivas para a produção brasileira de GN são positivas principalmente devido à exploração das áreas do Pré-sal e das bacias terrestres.

O principal consumidor de GN no Brasil é o setor industrial, representado pelos segmentos da indústria química, cerâmica, ferro-gusa/aço e papel/celulose, e no Maranhão é o setor de energia. No estado por exemplo, pontuamos o sistema isolado na Bacia do Parnaíba, onde o volume produzido de gás natural é enviado para uma unidade de tratamento e utilizado localmente, nas usinas termelétricas (UTES) do Complexo Parnaíba, próximo das instalações de produção (ANP, 2015).

De acordo com o relatório administrativo da Companhia Maranhense de Gás (Gasmar), estima-se que o Maranhão comece a utilizar gás natural a partir de 2024 na Usina de Pelotização da capital São Luís. Foi firmado um acordo entre a Vale, Gasmar e a Eneva para substituir o uso de óleo combustível consumido na planta industrial para uma energia mais limpa (ENEVA, 2021). A iniciativa da Vale é em investir em outras fontes com menores emissões Gases de Efeito estufa (GEE), se comprometendo em cortar 15% das emissões de carbono até 2035 e ser carbono zero até 2050 (ENEVA, 2021).

Além do mais, cabe destacar que a capacidade de capilarização do GN nos diversos ramos da economia vem atraindo cada vez mais segmentos, principalmente os industriais, aumentando consequentemente os agentes envolvidos e que fazem parte dessa etapa da cadeia do gás natural (Ficco et al., 2022). Observa-se, pois, que de maneira geral, o GN apresenta usos tanto como matéria-prima, quanto como insumo energético na indústria.

Assim, este artigo é parte inicial de um estudo maior com enfoque na logística e custos de distribuição do gás natural. O objetivo principal deste, consiste em realizar uma avaliação da expansão do gás natural como combustível ponte para a transição energética de baixo carbono, para elaboração de estratégias visando fomentar o consumo de GN em substituição de fontes mais poluentes.

2 Metodologia

Os meios utilizados para a realização deste trabalho foram inicialmente em livros, revistas, bem como artigos, notas técnicas, e buscas na internet, principalmente dos últimos dez anos, nos quais foi feita uma análise dos textos que se revelaram importantes para o desenvolvimento textual deste trabalho (Prestes, 2013).

O levantamento das referências lidas tem citações que foram utilizadas no desenvolvimento textual da produção científica para assegurar a veracidade daquilo que se quer explicitar, servindo de base, ou alicerce para as reflexões sobre o tema abordado, dando, portanto, suportes para o desenvolvimento da redação como um todo (Prestes, 2013).

Para análise dos dados obtidos, foram utilizados os aplicativos Excel e Word do software Microsoft Office, o software de código aberto *Quantum GIS* (QGIS) (QGIS et al., 2019) e Google Colab com linguagem de programação *python* (Bisong, 2019), nos quais foram elaborados os gráficos, mapas e tabelas, visando o melhor entendimento das informações.

3 Resultados e discussões

A produção nacional de GN cresceu consideravelmente nas últimas décadas. O volume produzido pode ser visualizado juntamente com queima, perdas, consumo próprio, reinjeção e gás disponível na Figura 1 (Boletim, 2023).

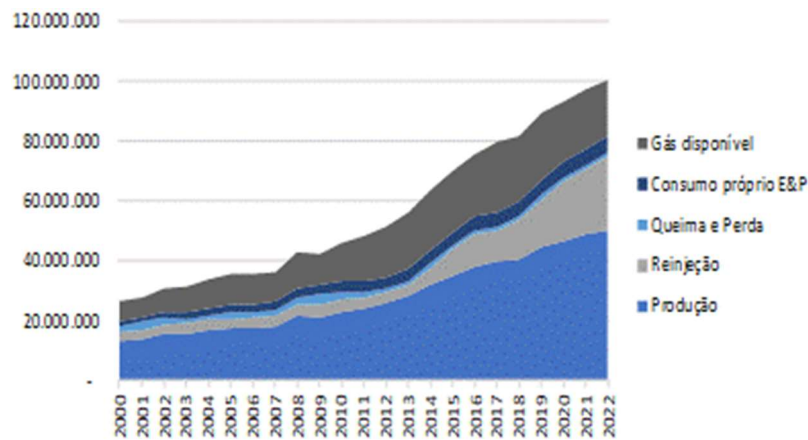


Figura 1. Expansão do gás natural, em 10^3 m³. Dados ANP.

A maior parte produzida é de gás associado em campos offshore, sendo que há um grande volume, 24.970.160 m³ segundo dados de 2022, usado nos processos de recuperação avançada. A reinjeção de gás nos reservatórios é uma boa alternativa para o aproveitamento em campos de produção distantes de mercados ou que não disponham de sistema de escoamento. O consumo próprio nas áreas de exploração e produção (E&P) ficou em torno de 5.301.728,69 m³ desse mesmo ano (Boletim, 2023; ANP, 2017).

Cerca de 1.270.082 m³ de gás produzidos em 2022 foram queimados ou ventilados (ANP, 2015; Boletim, 2023). Considera-se que esse fato tenha sido por questões como inviabilidade econômica, tecnológica e ausência de infraestrutura de transporte ou de demanda local e regional (Boletim, 2023; ANP, 2017).

A infraestrutura de transporte e distribuição de gás natural é crucial para a expansão do mercado no Brasil. Nesse estudo é oportuno mostrar a malha de gasodutos construídos, os traçados em planejamento, e os blocos exploratórios para melhor compreensão dos desafios e perspectiva da expansão desse mercado no país.

Atualmente, cerca de 90% dos municípios brasileiros não dispõem de atendimento de gás natural por meio dos gasodutos (EPE, 2022). De uma forma geral estes municípios acabam ficando muito distantes da atual rede de gasodutos de transporte e/ou não apresentam potencial de mercado que justifique o suprimento de gás natural via gasodutos ou via transporte a granel. Nesses municípios, o mercado potencial para o gás natural é atendido pelos combustíveis concorrentes, como o GLP, o óleo combustível ou mesmo combustíveis obtidos a partir da biomassa.

De acordo com os dados coletado na interface da GeoANP, a atual infraestrutura de gasodutos é apresentada na Figura 2 (ANP, 2017; EPE, 2022; PIG, 2020; MME, 2023).

O Brasil é um país de dimensões continentais e a maior parte da malha de gasoduto construída até o momento se encontra em regiões próximas ao litoral brasileiro, justificado por maior produção em campos offshore e presença de polos industriais. Na Tabela 1 é apresentada a extensão de gasodutos implantada (9.445,02 km) e valores relativos ao plano de expansão dessa infraestrutura, como a malha autorizada, em estudo, as indicadas e o que tem de previsto (EPE, 2022; PIG, 2020).

O planejamento de expansão da malha de gasodutos é feito considerando alternativas de crescimento do consumo, seja por novas demandas ou por substituição de outros energéticos por GN. Portanto, traz-se aqui a importância e necessidade de incitar a interiorização do GN no país para além do uso para geração de eletricidade, dada a versatilidade do consumo deste combustível.

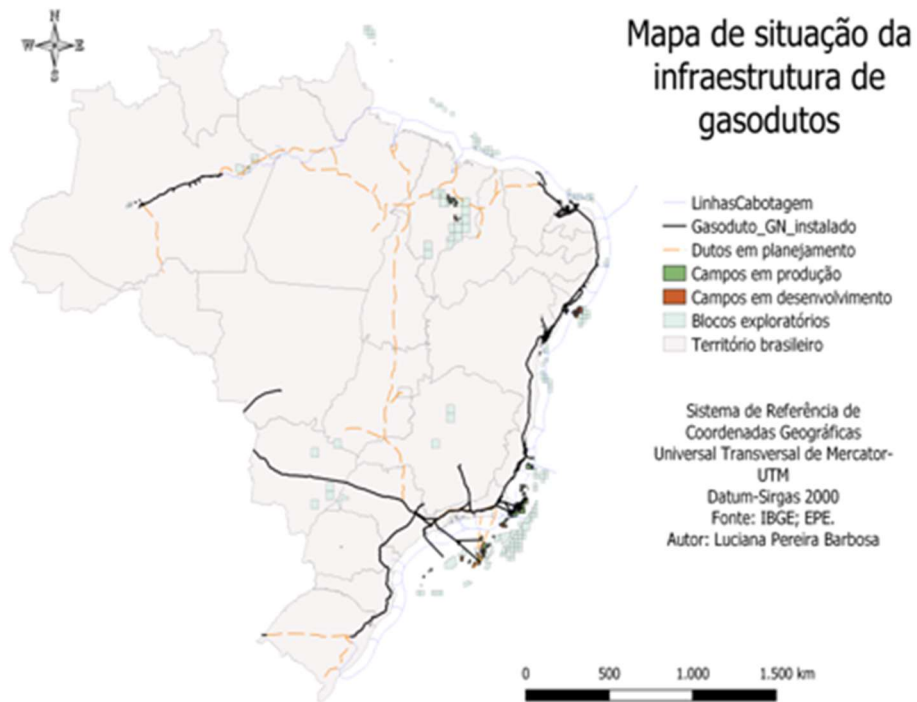


Figura 2. Infraestrutura de gasodutos no Brasil. Geoamp.

Tabela 1. Extensão malha de gasodutos brasileira.

Gasodutos	Extensão, km
Existente	9.445,02
Autorizado	4.606,30
Estudado	7.414,00
Indicativo	293,00
Previsto	11,00

A evolução da produção de gás natural no país tem sido amplamente defendida. As reservas provadas de gás natural corroboram com exposto até aqui e dá aos estados detentores dessas reservas um grande potencial de desenvolvimento. O Rio de Janeiro é detentor de aproximadamente 65,7% das reservas, seguido pelo Amazonas com 10,9% e São Paulo com 8,2%, como pode ser visto na Figura 3 (Gás Natural, 2022).

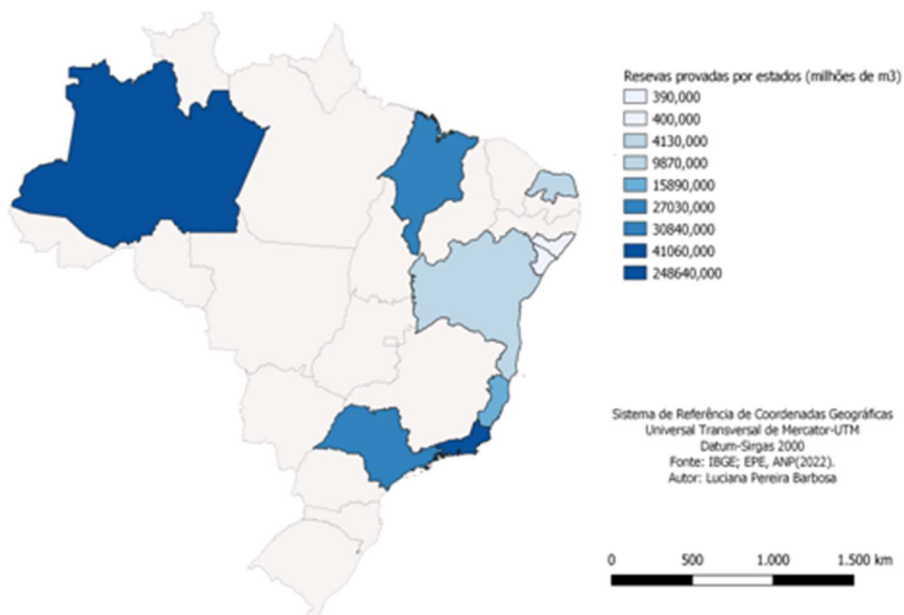


Figura 3. Reservas provadas no Brasil, MMm³. Geoamp.

Das reservas provadas brasileiras, estima-se que cerca de 7,1% estão no Maranhão, o que confere ao referido estado o posto de quarto colocado no ranking dos detentores de reservas de gás no Brasil (Gas Natural, 2022). Entretanto a exploração e produção deste recurso no estado caminha a passos largos, apesar de estar sendo amplamente defendida.

Como visto, os traçados em planejamento se concentram nas regiões mais centrais do país. Como um dos estados pertencentes à Margem Equatorial, o Maranhão possui blocos exploratórios tanto na Bacia do Parnaíba como em região costeira, sendo este um dos motivos de atenção para a exploração deste recurso.

Importante observar que a infraestrutura de gasoduto em estudo no Estado do Maranhão possui três vertentes possíveis, saindo de Santo Antônio dos Lopes: uma vai para Barcarena/PA e outra para Caucaia/CE, e por último, Porto do Itaqui, em São Luís/MA (EPE, 2022; PIG, 2020). O Maranhão vem trabalhando insistentemente na perspectiva de exploração deste recurso, mas a escolha das vertentes ainda não foi anunciada, as mesmas podem ser vistas na Figura 4 em linha tracejada azul (PIG, 2020).

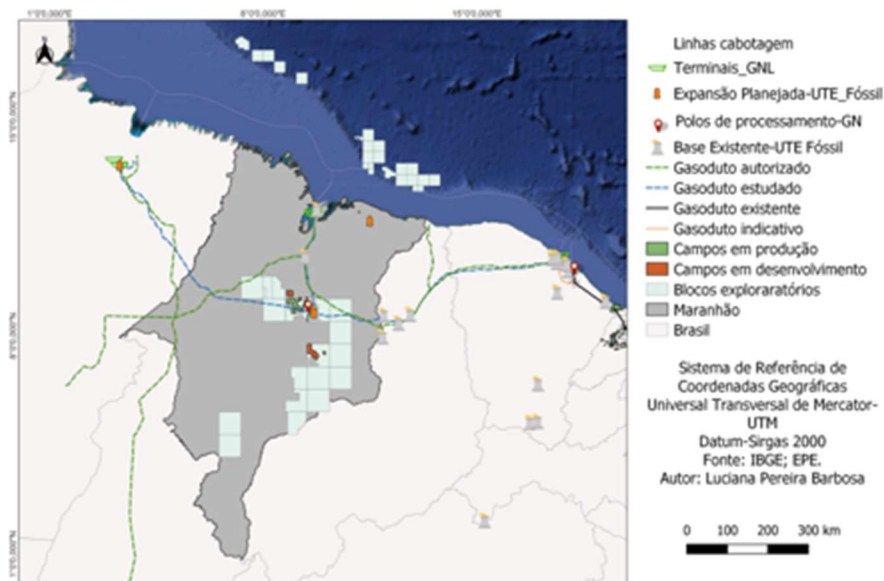


Figura 1: Infraestrutura de GN planejada no Maranhão. EPE.

O gasoduto planejado com origem em Santo Antônio dos Lopes / MA é um bom exemplo do interesse na interiorização da rede de GN no Brasil. Principalmente, porque a expansão e integração da indústria de GN poderá ampliar a disponibilidade de energia para novos mercados consumidores, com ênfase nas capitais para a malha de transporte de gás. A escolha desse traçado foi feita levando em consideração a infraestrutura de GN existente associada ao Complexo Termelétrico do Parnaíba e o potencial exploratório da Bacia do Parnaíba (EPE, 2022; PIG, 2020; EPE, 2014).

Além disso, soma-se à proposta energética nacional a implantação de um terminal de GNL em desenvolvimento, das cidades de Barcarena/PA até a cidade de São Luís/MA, estando ainda em estudo de viabilidade, podendo ser ou não escolhido (EPE, 2022).

Como o GN contempla diversas vantagens no que se refere ao ponto de vista ambiental, técnico e econômico, é relevante o desenvolvimento de uma visão estratégica e de política energética para a interiorização da oferta de gás natural no país que consiga não só atender a demanda existente, mas elevar o consumo deste energético em substituição a outros combustíveis (Arakaki, 2017).

Destaca-se que a interiorização da oferta de GN via gasodutos é um dos principais objetivos das companhias distribuidoras de gás que têm a seu favor a concessão exclusiva de construção de gasodutos de distribuição (EPE, 2014; Silva, 2017; EPE, 2014). Todavia, vale destacar que não é obrigação das distribuidoras construir gasodutos para atender mercados que não apresentam viabilidade econômica. E o motivo é simples: o gás natural não é um energético essencial, como é o caso das fontes destinadas mais especificamente à geração de eletricidade. O GN consiste em um energético que compete com outras fontes e que ainda se faz presente em quase todos os segmentos do mercado. Desta forma, a boa prática regulatória necessita que os projetos de expansão da rede sejam realizados respeitando o critério de viabilidade econômica (IEA, 2019).

Ademais, a distribuição do gás via gasodutos consiste em uma das alternativas mais conhecidas de suprimento de gás natural. Entretanto, também se pode realizar seu transporte e distribuir o gás natural a granel, na forma comprimida (GNC) ou liquefeita (GNL), usando caminhões via rodovias, tanques via

ferrovia, por barcaças ou por cabotagem. Essas formas de realizar o transporte podem ser viáveis para suprimento do gás em mercados que não alcançaram uma escala mínima necessária para serem atendidos via gasodutos (Casarin, 2016; Arakaki, 2017).

Assim, uma visão estratégica da questão da interiorização do gás precisa levar em consideração dois elementos básicos: i) políticas de aumento do mercado potencial do gás podem contribuir para viabilizar projetos de interiorização do gás; ii) existem diferentes modais para levar o gás até o mercado e que podem atuar de forma complementar, inclusive através de cooperação em projetos. É justamente a situação dos projetos do tipo “gasoduto virtual” nos quais o GNC é transportado por caminhão até um ponto de decompressão, ao mesmo tempo em que as distribuidoras desenvolvem gasodutos de distribuição para atender clientes menores. Assim, o gás é transportado por caminhão e aguarda que o mercado local atinja uma dimensão suficiente para viabilizar economicamente um gasoduto (ONTL, 2023).

Os dados aqui apresentados são de livre acesso e estão disponíveis nos endereços eletrônicos da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (EPE, 2022), Observatório Nacional de Transporte e Logística (ONTL) (IBP, 2023), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP), nos quais constam dados de consumo, transporte, planejamento e perspectivas para o GN (EPE, 2022; IBP, 2022; Michelena, 2018).

O consumo de gás natural mostrado em uma janela de 2010 a 2026 pode ser visto na Figura 5. É importante observar que a tendência para esses dados não apresenta grandes variações, o que mostra que para uma análise mais completa seria interessante avaliar os setores de consumo de forma independente realizando uma análise de sensibilidade de cenários.

Na Figura 5, inicialmente, observa-se que o consumo de gás natural estava evoluindo de forma crescente até o final de 2019 e, dada a crise da COVID-19 o setor experimentou uma fragilidade na perspectiva de crescimento. No entanto, com a retomada das agendas, o setor tem avançado, principalmente com a ideia deste energético ser o apoiador da transição energética global.

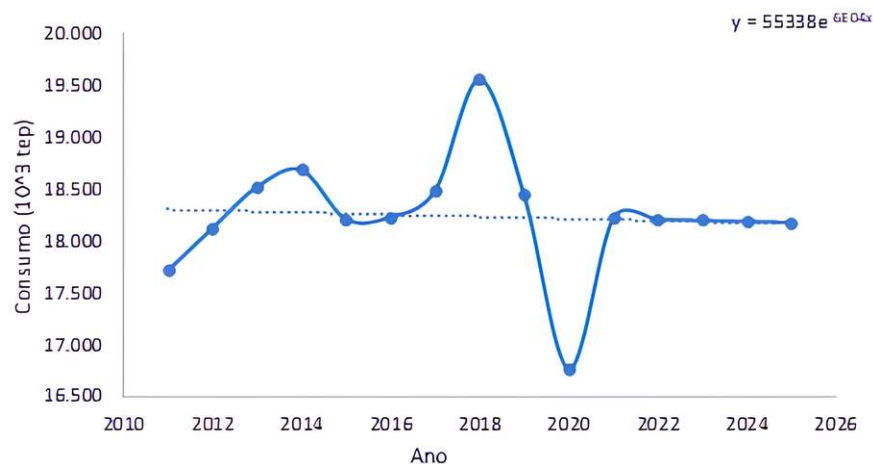


Figura 5. Análise do consumo de GN no período de 2010 a 2026

E novos estudos têm abordado extamente essa perspectiva. As projeções do Highlights IBP- PDE 2031 (Plano Decenal de Expansão-PDE 2031 do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás) mostram que a oferta e demanda de gás natural será de milhões de metros cúbicos por dia no novo mercado de GN, que experimentará um crescimento significativo no período de 2021-2031, conforme apresentado na Figura 6.

Não se pode negar que a alternativa de combustível automotivo, o GNV, é promissora e traz importantes vantagens técnicas ao mercado de combustíveis, visto que possui baixa emissão de CO₂ e custos reduzidos em termos de desgaste de partes e componentes do motor, no mercado brasileiro, nos níveis de corrosão dos equipamentos, de manutenção, de manuseio de combustível e combustão facilmente regulável (Teixeira, 2021).

Um dos maiores desafios para o setor de gás natural no Brasil diz respeito à logística de distribuição, o que pode, em alguns casos, elevar os custos consideravelmente. Um dos meios mais econômicos de distribuição conhecido atualmente é por gasodutos, mas no país os avanços na implantação dessa infraestrutura não evoluem rapidamente (Resolução CNPE N° 16, 2019).

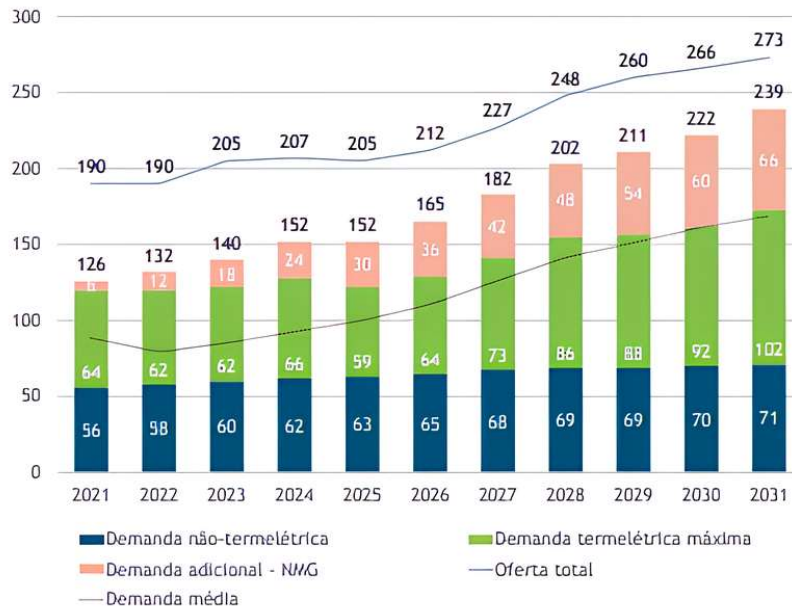


Figura 6. Análise do consumo de GN no período de 2010 a 2026. PDE 2031.

No Brasil, recentemente, nos anos de 2019 e 2022, foram, pela Empresa de Pesquisas Energéticas (EPE) lançados os Planos Indicativos de Gasodutos de Transporte (PIG) (EPE, 2022; PIG, 2020), nos quais foi abordado um conjunto de estudos para subsidiar o planejamento do setor de gás natural brasileiro. Para ajudar a enfrentar os obstáculos de infraestrutura e de investimentos, foi aprovada a Resolução CNPE nº 16/2019 (Romão, 2020), que estabelece diretrizes e aperfeiçoamentos de políticas energéticas voltadas à promoção da livre concorrência no mercado de gás natural (Do Rio, 2023).

A ampliação da concorrência levaria investimentos para o setor e, conseqüentemente, permitiria o desenvolvimento da indústria de gás nacional. Desta forma, as questões de monitoramento da qualidade do gás estão se tornando mais proeminentes devido à diversificação de suprimentos, por exemplo, novos terminais de GNL (gás natural liquefeito), fontes de gás não convencionais e injeções de combustível verde descentralizadas (hidrogênio, gás natural sintético). Nesse contexto, observa-se que a crescente produção e demanda do GN no Brasil sugere uma forte participação na matriz energética nos próximos anos (Satori, 2017).

Um exemplo desse crescimento é a contabilização, na Amazônia brasileira, de três reservas de gás natural com exploração comercial, uma delas situada no estado do Maranhão, a bacia sedimentar Parnaíba; e as outras duas no estado do Amazonas, a Solimões e a Amazonas (Lucchesi, 1998).

A produção de petróleo e de gás na Amazônia brasileira apareceu com seu primeiro poço que jorrou petróleo no município de Nova Olinda do Norte no dia 13 de março de 1955 (Viana, 2019), porém, foi apenas em 1978 que as pesquisas exploratórias e os levantamentos realizados pela Petrobras identificaram a existência de reservas com potencialidade de exploração comercial na bacia do Solimões, na província petrolífera e gasífera do Urucu, dando início às explorações comerciais em 1988 (ONTL, 2023).

No ano de 1999, a Petrobras ainda identificou a existência de reservas de GN na bacia do Amazonas, mas a exploração começou apenas duas décadas depois, pela empresa privada Eneva (Viana, 2019).

No estado do Maranhão, as reservas de GN foram identificadas pela MPX Energia, no ano de 2010 (Nogueira e Neto, 2021), mas sua exploração começou mesmo apenas no ano de 2013, no mesmo período que a Companhia Maranhense de Gás (Gasmar) deu início às operações comerciais de distribuição e diversas usinas termelétricas a gás (UTGs) foram sendo construídas no sistema *reservoir-to-wire* (R2W), que combina a produção de GN onshore com a geração térmica de energia elétrica. Atualmente, contabiliza-se um conjunto de cinco usinas em operação (Nogueira e Neto, 2021) e uma em construção (Teixeira, 2021), sendo todas de propriedade da empresa Eneva, 7 com potência total de 1.792 MW (Nogueira e Neto, 2021; ENEVA, 2021).

O estado do Pará não aparece com reservas *onshore* em exploração de GN, porém, tem um projeto de construção da usina termelétrica (UTE) Novo Tempo, no município de Barcarena (Pará), com previsão de geração de 604,5 MW a partir de 2025, com o uso de GNL (Celchi, 2019; Casarin, 2016).

A necessidade de expansão da infraestrutura de gás natural, de forma geral, começando pelo escoamento até a distribuição, ainda passando pela etapa de transporte, reflete bastante o porquê ele não desempenha um papel mais importante diante de outras fontes de energia no Brasil. Atualmente, o país está

diante de uma excelente oportunidade de potencializar seu mercado de gás em todos os segmentos e precisa aproveitar esse momento. No intuito de se preparar para isso, medidas e programas vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de favorecer investimentos na infraestrutura e na viabilização do potencial de demanda. A ampliação da demanda é de suma importância para captar os investimentos necessários à própria expansão da infraestrutura, o que geraria um ciclo de grandes resultados (Plano, 2023; Castro e Silva, 2010).

Diante disso, levando em consideração somente um crescimento orgânico da malha de gasodutos e investimentos nas distribuidoras, o mercado de gás industrial, cogeração, residencial e automotivo tem grande potencial para se expandir a uma taxa média de crescimento estável. Portanto, a expectativa de esforços coordenados para o desenvolvimento da oferta, da infraestrutura e da demanda abre espaço para a projeção de um novo patamar de oportunidades no mercado de gás natural brasileiro (Ficco et al., 2022).

Na Figura 7, pode-se perceber que a indústria é caracterizada historicamente pelo maior consumo de GN no Brasil, respondendo por 7.202x10³ tep em 2020, e 8.701x10³ tep em 2021. Com as alterações do novo marco regulatório espera-se um crescimento na competitividade, principalmente porque as indústrias terão meios para superar as marcas de consumo de GN até 2030 dada sua disponibilidade. Essa estimativa considera o potencial das unidades industriais já instaladas com a retomada de produção, crescimento ou substituição de outros insumos, tendo a adição aos projetos de novas unidades (Plano Decenal de Expansão de Energia 2029, 2020).

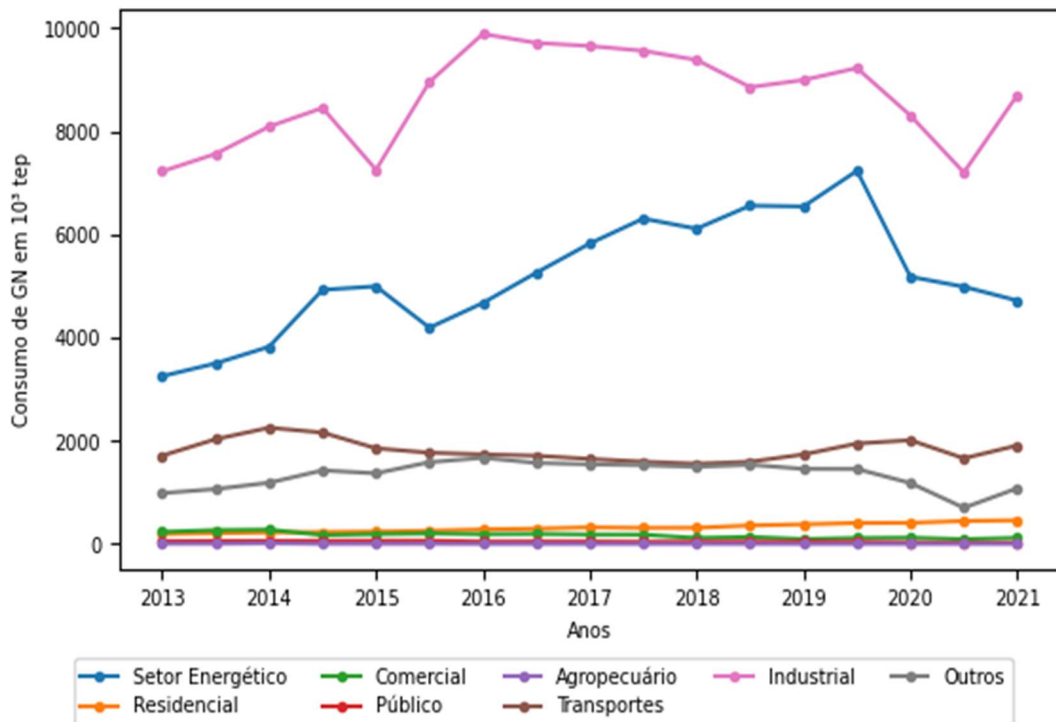


Figura 7. Consumo de GN no período de 2013-2021.

Diante da queda de atividade econômica ocasionada pela pandemia de COVID-19, os cenários de entrada de novas termelétricas projetados pelo PDE 2029 foram postergados em dois anos **Erro! Fonte de referência não encontrada..** A Figura 8 mostra as estimativas dos potenciais de consumo de gás natural antes e depois de considerados os impactos que a pandemia proporcionou nos cenários do PDE 2029, assim como nos projetos termelétricos candidatos nos últimos leilões e em busca de licenciamento ambiental no estado do Rio de Janeiro (Cechi, 2019; BNDES, 2020).

No plano, a penetração de mercado de usinas movidas a gás do Pré-sal ficou entre 8 mil MW e 11.500 MW no fim do período, para valores de custo variável unitário (CVU) entre R\$ 160,00/MWh e R\$ 127,00/MWh. Com o adiamento, os novos valores de capacidade instalada dessas termelétricas previstos até 2029 foram reduzidos à metade.

De acordo com o relatório “Gás para o desenvolvimento: perspectivas de oferta e demanda no mercado de gás natural do Brasil (2021)” (Chávez-Rodríguez et al., 2017), a demanda termelétrica não será a principal âncora para a decisão de investimentos em novas infraestruturas de escoamento do gás natural do Pré-sal e de outras bacias, visto que o consumo do GN deverá aumentar na indústria, como na de fertilizantes por exemplo. Isso mostra que o GN poderá ter papel importante e complementar aos demais

segmentos, com uma demanda potencial por termelétricas economicamente competitivas estimada em um intervalo entre 12,8 e 17,6 milhões de m³/dia até 2029 (Arakaki, 2017). Esse cenário acaba provocando também um incremento de cerca de 3,2 GW e 4,4 GW em geração de energia até 2029.

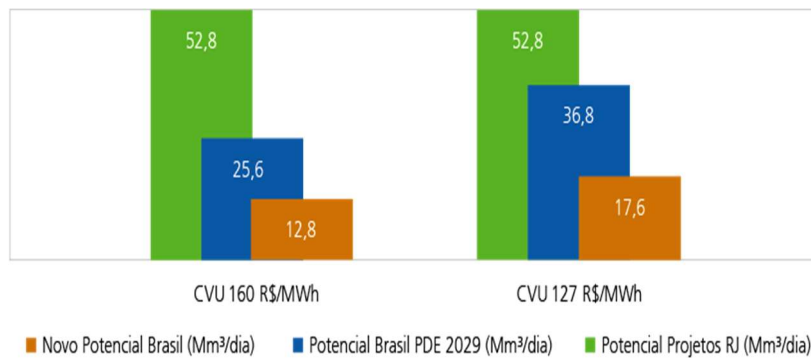


Figura 8. Cenário de entrada de novas usinas termelétricas.

Cabe também destacar o potencial aumento da demanda de gás natural devido à sua utilização como combustível em veículos pesados de transporte de passageiros e cargas, reduzindo o uso do diesel. Esse movimento já faz parte da agenda de discussões nesse setor, com fabricantes investindo na produção de veículos movidos a GNV no país, sobretudo por fatores ambientais, que valorizam ainda mais essa abordagem. Contudo, a materialização em escala desse uso necessita de investimentos em infraestrutura de abastecimento rápido e a viabilização da revenda dos veículos, na etapa final de sua vida útil, para regiões eventualmente desprovidas de abastecimento de GNV (BNDES, 2020) (Chávez-Rodriguez et al., 2017), (Losekann e Tavares, 2019) **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

A ausência de infraestrutura, acaba por gerar um desperdício de gás natural nos campos produtores, e consequentemente desperdício de recursos. No mais, o aumento do consumo de GN pode contribuir para a produção de energia com baixas emissões apoiando a implantação de fontes renováveis.

4 Conclusões

Como mencionado, este trabalho é parte de uma pesquisa maior com enfoque na logística e redução dos custos de distribuição de GN. Logo, os resultados mostraram que as regiões mais centrais do país ainda não são atendidas pela malha de gasoduto já implantada. Com as pressões do cumprimento das agendas ambientais, a interiorização do GN é de suma importância para que de fato este energético atue como chave na transição energética.

As malhas de gasoduto estão localizadas, em sua maioria nas bordas do país, justificado por se trata de regiões com maior concentração industrial. O estado do Maranhão, por concentrar uma parcela significativa dos traçados de gasodutos e apresentar 7,1 % das reservas provadas pode desempenhar um papel importante na produção e distribuição de GN, e isso poderia agregar significativamente em relação ao desenvolvimento econômico no estado.

Além disso a implementação da malha de distribuição de gás natural no estado será um acontecimento que deverá chamar atenção para seus diversos usos nos setores da indústria regional. Essa distribuição também poderá ser feita por outros modais, como o rodoviário e ferroviário, esse emprego formaria uma rede virtual que poderia levar este gás em pontos estratégicos de consumo.

Diante do exposto, é visível que um dos maiores desafios é fomentar o consumo do GN de modo a atrair investimentos para infraestrutura de transporte. Sendo este uma restrição a ser superada deste combustível como ponte de transição energética.

Agradecimentos

Meus agradecimentos pelo apoio financeiro da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), por meio Programa de Recursos Humanos da ANP para o Setor de Petróleo e Gás-PRH-ANP (PRH 54.1 - UFMA).

Referências bibliográficas

- ANP - Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2022) 'Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis'. Rio de Janeiro: ANP.
- ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2015) 'Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural'. Outubro, n. 62.
- ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (2017) 'Dados Estatísticos – Processamento de Petróleo'. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-estatisticos>. Acessado em 15 de novembro de 2023.
- ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (2021b) 'Boletim de recursos e reservas de petróleo e gás natural'. Acessado em 31 março 2023.
- Bisong, E (2019) 'Google colabatory. Building machine learning and deep learning models on google cloud platform: a comprehensive guide for beginners', p. 59-64.
- BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (2020) 'Gás para o desenvolvimento'. Rio de Janeiro.
- Boletim Mensal de Produção de Petróleo e Gás Natural. (2013). Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins-anp/boletins/arquivos-bmppgn/2022/2022-02-boletim.pdf>. Acessado em 25 de janeiro de 2023.
- Castro, JH, e Silva, APA (2010, setembro) 'A Perspectiva Espaço-Temporal Empregada na Projeção de Demanda de Gás Natural'. *Energia 2030: Desafios para uma nova Matriz Energética*, 08 a 10 de setembro de 2010, São Paulo, SP.
- Chávez-Rodríguez, MF, Dias, L, Simoes, S, Seixas, J, Hawkes, A, Szklo, A, e Lucena, AFP (2017) 'Modelling the natural gas dynamics in the Southern Cone of Latin America', *Applied Energy*, 201, pp.219–239. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.05.061>
- Do Rio, GAP (2023) 'MARGEM EQUATORIAL BRASILEIRA: DESAFIOS POSTOS SOBRE A MESA', *Revista Brasileira de Energia*, v. 29, n. 1.
- Eneva (2021) 'Relatório de sustentabilidade, 2021'. Disponível em: https://eneva.com.br/wp-content/uploads/2022/06/Eneva_Reatorio-de-Sustentabilidade-2021.pdf. Acessado em 20 de abril, 2023.
- EPE - Empresa de Pesquisa Energética (2022) 'Plano Indicativo de Gasodutos de Transporte – PIG, 2022'. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-710/PIG%202022_REV1.pdf. Acessado em 13 de abril de 2023.
- Fernando LE Viana (2019) 'Petróleo e gás natural', *Caderno Setorial ETENE*. Ano 4, Nº 104, Novembro.
- Ficco, G et al. (2022) 'Analysis of Delta In-Out of natural gas distribution networks'. *Flow Measurement and Instrumentation*, 84, 102139.
- GAS NATURAL: Uma nova fase institucional, regulatória e economica. *Cadernos FGV energia*, Ano 9, edição Nº 19. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/items/4748a5c2-4ba5-42c9-b2ab-75005510142c>. Acessado em 23 de outubro 2023.
- IBP - Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (2023) 'Plano Decenal de Expansão-PDE 2031- Highlights - PDE 2031'. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202031_RevisaoPosCP_rvFinal_v2.pdf. Acessado em 16 de dezembro de 2023.
- IEA (2019) 'The future of hydrogen'. *The Future of Hydrogen*, (June).
- José Cesário Cecchi; Melissa Cristina Mathias (julho, 2019) 'Caderno opinião. A bola da vez'. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/items/1bd580be-5344-44eb-ace0-2fd24b7ed54c>. Acessado em 02 de dezembro de 2023.
- Losekann, L, Tavares, FB (2019) 'Política energética no BRICS: desafios da transição energética'. Texto para Discussão.

- Lucchesi, Celso Fernando (1998) 'Petróleo. Estudos avançados', v. 12, p. 17-40.
- Michelena, BD (2018) 'Modelo temporal da oferta e demanda do gás natural liquefeito no Brasil'. Dissertação. Salvador-BA.
- Ministério de Minas e Energia (2020) 'PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA 2029'. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202029.pdf>. Acessado em 16 de novembro 2023.
- Ministério de Minas e Energia (2020) 'Plano Decenal de Expansão de Energia 2029'. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE.
- Ministério de Minas e Energia (2023) 'Acervo de dados tecnico ANP'. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-abertos/acervo-de-dados-tecnicos>. Acessado em 21 de dezembro de 2023.
- Nogueira, RJB, e Neto, TO (2021, dezembro) 'A geografia do gás na Amazônia brasileira'. Revista Tempo do Mundo, n. 27, dez. 2021.
- Plano Indicativo de Gasodutos de Transporte – PIG 2020, (2020) Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-531/EPE,%202020%20-20Plano%20Indicativo%20de%20Gasodutos%20de%20Transporte%202020.pdf>. Acessado em 21 de novembro de 2023.
- Prestes, ML de M (2013) 'A pesquisa e a construção do conhecimento científico: do planejamento aos textos, da escola à academia'. 4. ed. São Paulo: Rêspel.
- QGIS Development Team, AE et al. (2019) 'QGIS geographic information system. Open-source geospatial foundation project', p. 504-507.
- Resolução CNPE nº 16, de 24 de junho de 2019. (2019). Disponível em: http://antigo.mme.gov.br/documents/36112/491930/1.+Resolu%C3%A7%C3%A3o_CNPE_16_2019.pdf/c68cfb9a-02b0-4a73-3e4c-26afce1ae9a8. Acessado em 12 de novembro de 2023.
- Romão, JF (2020) 'Otimização de um complexo de produção de gás de síntese a partir de gás natural'. Dissertação. Instituto de Química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Santos, RM, Szklo, A, Lucena, AFP, Miranda, PEV (2021) 'Blue sky mining: Strategy for a feasible transition in emerging countries from natural gas to hydrogen'. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46, 25843-25859.
- Sartori, R (2017) 'Controle preditivo econômico: aplicação a uma unidade de processamento de gás natural'. Dissertação. Florianópolis.
- Teixeira, CAN (2021) 'Gás natural – um combustível chave para uma economia de baixo carbono'. BNDES Set., Rio de Janeiro, v. 27, n. 53, p. 131-175, mar.