



Os Desafios da Monetização do Gás Natural no Brasil: uma agenda para a Política de Transição Energética

Marcelo Colomer Ferraro¹

Helder Queiroz Pinto Jr²

William Adrian Clavijo Vitto³

Aldren Vernersbach⁴

Resumo: A indústria de gás natural (GN) no Brasil caracteriza-se pela histórica subordinação, pelo lado da produção, às políticas do setor de petróleo e, pelo lado da demanda, às políticas do setor elétrico. Nesse contexto, o melhor aproveitamento das reservas de GN brasileiras exige a conjugação de políticas públicas na direção de alternativas de monetização diferentes da queima do GN na geração de eletricidade. Assim, o objetivo deste artigo é analisar as possibilidades de utilização do gás natural no país, visando o melhor aproveitamento das reservas brasileiras. A partir da análise da teoria de *policy mix*, conclui-se que, no Brasil, o setor industrial deveria ser priorizado pela política energética

1 Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – Rio de Janeiro – Brasil – e-mail: marcelo.colomer@ie.ufrj.br – ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3218-6707>

2 Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – Rio de Janeiro – Brasil – e-mail: helder@ie.ufrj.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8996-3027>

3 Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – Rio de Janeiro – Brasil – e-mail: william.clavijo1990@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9396-3679>

4 Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – Rio de Janeiro – Brasil – e-mail: aldren.vernersbach@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5509-1363>

como vetor de demanda para o melhor aproveitamento das reservas de GN, em especial no atual contexto de descarbonização da economia.

Palavras-chave: segurança do abastecimento; *policy mix*; transição energética; uso industrial; descarbonização.

The Challenges of Natural Gas Monetization in Brazil: an agenda for the Energy Transition Policy

Abstract: *Brazil's natural gas (NG) industry is characterized by historical subordination on the production side to the policies of the oil sector and, on the demand side, to the policies of the electricity sector. In this context, the best use of Brazilian natural gas reserves requires the combination of public policies towards monetization alternatives other than burning natural gas to generate electricity. Therefore, the objective of this article is to analyze the possibilities of using natural gas in the country, aiming at the best use of Brazilian reserves. From the analysis of the policy mix theory, it is concluded that in Brazil, the industrial sector should be prioritized by energy policy as a vector of demand for the best use of natural gas reserves, especially in the current context of decarbonization of the economy.*

Keywords: *security of supply; policy mix; energy transition; industrial use; decarbonization.*

Los Desafíos de la Monetización del Gas Natural en Brasil: una agenda para la Política de Transición Energética

Resumen: La industria del gas natural (GN) en Brasil se caracteriza por una subordinación histórica, por el lado de la producción, a las políticas del sector petrolero y, por el lado de la demanda, a las políticas del sector eléctrico. En este contexto, el mejor uso de las reservas brasileñas de gas natural requiere la combinación de políticas públicas hacia alternativas de monetización distintas a la quema de gas natural para generar electricidad. Por tanto, el objetivo de este artículo es analizar las posibilidades de utilización del gas natural en el país, con el objetivo de aprovechar mejor las reservas brasileñas. Del análisis de la teoría de *Policy mix*, se concluye que en Brasil, el sector industrial debe ser priorizado por la política energética como vector de demanda para el mejor uso de las reservas de gas natural, especialmente en el contexto actual de descarbonización de la economía.

Palabras clave: seguridad del suministro; *policy mix*; transición energética; uso industrial; descarbonización.

1 Introdução

O capitalismo moderno se estruturou em torno do uso intensivo das modernas fontes energéticas, em especial dos hidrocarbonetos como carvão, petróleo e gás natural (GN) (Hobsbawm, 1995) (Yergin, 2021) (Farias e Couto, 2023). Ao mesmo tempo, o crescimento do consumo de energia tem sido o principal responsável pelo aumento das emissões de gases do efeito estufa, fato que, em conjunto com o intenso processo de desmatamento, explica a formulação da teoria antropogênica do aquecimento global (IPCC, 2001:10)⁵ (Crutzen e Stoermer, 2000) (Crutzen, 2002) (Gradstein, J. *et al.*, 2012). Nesse contexto, em que as ações humanas e o próprio modelo de desenvolvimento da sociedade moderna se chocam com a sustentabilidade ambiental, o grande desafio dos governos de diferentes nações é manter os níveis de crescimento econômico e ganho de bem-estar social enquanto se descarboniza a matriz energética mundial.

A necessidade de se atender simultaneamente os objetivos de descarbonização, de segurança de abastecimento e de maior acessibilidade energética⁶ exige a adoção de estratégias adaptativas no curto e médio prazo que envolvem a conjugação de um amplo rol de políticas públicas. É importante ressaltar que as diferentes dotações de recursos (naturais, econômicos, sociais, tecnológicos e institucionais) exigem estratégias adaptativas diversas. Em outros termos, os diferentes esforços necessários para se atingir, simultaneamente, os três objetivos acima e os diferentes instrumentos à disposição de cada sociedade irão definir diferentes estratégias de política pública.

A amplitude das mudanças requeridas reforça a importância do Estado como orientador e coordenador do uso dos diferentes recursos (naturais, econômicos, sociais, tecnológicos e institucionais) disponíveis a cada país. Sendo assim, as políticas públicas devem ser pensadas de forma integrada, evitando-se a duplicação desnecessária de esforços e a anulação mútua de efeitos a partir

5 Em 2001, o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) pela primeira vez se posicionou afirmativamente a favor da teoria antropogênica do aquecimento global: “Existe nova e mais forte evidência de que a maior parte do aquecimento observado ao longo dos últimos 50 anos seja atribuível às atividades humanas” (IPCC, 2001: tradução nossa).

6 A pobreza energética é uma realidade em muitos países pobres e em desenvolvimento. Assim, uma transição para uma matriz energética renovável e justa é aquela que além dos objetivos de descarbonização também amplia o acesso físico e econômico às modernas fontes de energia.

de políticas contraditórias e pouco aderentes (Dupont e Oberthür, 2012) (Enzensberger; Wietschel e Rentz, 2002) (Fisher e Preonas, 2010).

Dentro do esforço de conjugação dos objetivos supracitados, o papel do GN como combustível da transição (AIE, 2011) é ressaltado por muitos autores (Colombo; Harrak e Sartori, 2016) (Gürsan e Gooyert, 2021) (Guidolin e Tansu, 2019). As vantagens do GN em relação aos combustíveis renováveis, no que diz respeito a preço, movimentação e estocagem, e os reduzidos níveis de emissão, quando comparado aos demais combustíveis fósseis, coloca o metano no centro das políticas públicas voltadas para a descarbonização da matriz energética mundial (AIE, 2011). No entanto, as incertezas e a complexidade do tema dividem os *stakeholders*⁷ (Baron, 2013) (Dupont e Oberthür, 2012) (Unruh, 2000).

Nesse diapasão, cabe investigar a seguinte questão central: de que forma é possível articular políticas públicas que permitam valorizar a dotação de recursos energéticos e, ao mesmo tempo, conciliar as metas de descarbonização e acessibilidade? Dentro do contexto e frente a esse questionamento, o objetivo deste artigo é analisar a importância do GN no processo de transição energética brasileira a partir da conjugação de políticas públicas na direção do desenvolvimento de alternativas de monetização diferentes da simples queima do GN na geração de eletricidade.

Para isso, o trabalho foi dividido em 4 seções além desta introdução. Na segunda seção será realizada uma revisão da literatura de *policy mix* (Howlett e Rayner, 2007) (Constatini; Crepi e Palma, 2017) (Enzensberger; Wietschel e Rentz, 2002) (Guerzoni e Raiteri, 2015), dando ênfase à sua aplicação no contexto da transição energética. Na terceira seção, o papel do gás na descarbonização da matriz energética brasileira será analisado. Na seção quatro, a partir do arcabouço teórico e metodológico desenvolvido com base na literatura de *policy mix*, o artigo mostra a importância da coordenação de diferentes políticas públicas nos esforços de redução dos níveis de emissão, em particular na definição de uma estratégia de uso racional do GN na economia brasileira. Na quinta e última seção serão apresentadas as principais conclusões do trabalho.

7 Alguns autores acreditam que a necessidade de uma redução rápida das emissões de gases do efeito estufa (GEE) limitam os espaços para qualquer combustível fóssil, inclusive o gás natural. Ademais, os investimentos necessários em novas infraestruturas para a expansão da indústria de gás natural têm um perfil de retorno de capital incompatível com os esforços de redução das participações dos combustíveis fósseis na matriz energética mundial no médio prazo.

2 A literatura de *Policy Mix* e sua importância na orientação de políticas para a transição energética

A metodologia utilizada no presente artigo se baseia na abordagem desenvolvida pela literatura de *policy mix* para a análise da coerência e consistência dos diferentes instrumentos de políticas públicas voltados para um setor econômico específico, no caso deste estudo, a indústria de gás natural.

Segundo (Rogge; Kern e Howlett, 2017), a transição energética é um processo que envolve inúmeros atores, abarcando diversos grupos sociais. Nesse sentido, as políticas públicas são essenciais na definição da velocidade e direção dos esforços de transição. Abordagens teóricas amplas, que reconheçam a multiplicidade de instrumentos como mais adequada do que instrumentos específicos voltados para internalização de externalidades negativas, são mais úteis nos esforços para promover transições bem-sucedidas.

Existem várias definições para *policy mix* sendo as mais básicas aquelas que focam simplesmente na identificação dos diversos instrumentos de políticas públicas adotados para um fim específico. Trabalhos mais recentes estruturam suas análises na combinação dos diferentes instrumentos de políticas (Braathen, 2007) (Favre, 2010). No entanto, entendimentos mais amplos prestam maior atenção a outros aspectos de tais combinações, especialmente aqueles relacionados ao processo de elaboração dos instrumentos políticos e aos efeitos nas combinações de políticas, incluindo questões como integração e coordenação em vários setores e níveis de governo (Rogge e Reichardt, 2016) (Flanagan; Uyarra e Laranja, 2011) (Kern; Rogge e Howlett, 2019).

De forma a verificar a pertinência da escolha da abordagem *policy mix* para a análise das questões acerca da transição energética, foi feita uma análise bibliométrica a partir da base *Web of Science* (Clarivate, 2024). Identificou-se que de 2015 até 2024 foram publicados 188 artigos tendo o termo “*Policy Mix*” no título ou nas palavras-chaves e o termo “*Energy Transition*” como palavra-chave. Dentro do período analisado, verificou-se que a partir de 2020 houve um aumento expressivo no número de publicações anuais, com destaque para os anos de 2020 e 2023, com 34 e 33 publicações, respectivamente.

Os dados acima refletem não somente a maior preocupação com as questões ambientais associadas à descarbonização da economia, como também a percepção de que a transição para uma matriz energética menos carbonizada envolve um conjunto coordenado de políticas públicas. De fato, desde a Cúpula da Terra em 1992, as preocupações sobre o aquecimento global e suas consequências sobre as mudanças climáticas vêm norteando as políticas

econômicas dos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Posteriormente, novos acordos (Protocolo de Kyoto em 1995, acordo de Paris em 2015, entre outros) (European Council, 2017) ratificaram os compromissos assumidos pelos países partes em direção a uma trajetória de desenvolvimento sustentável, colocando os setores de energia no centro do processo de “descarbonização” da economia (IRENA, 2019).

Dentro desse contexto, o termo “transição energética” passou a ser amplamente utilizado para referenciar o processo de mudança da matriz energética mundial em direção às fontes renováveis e de baixo teor de carbono (Grayson, 2017) (Heal, 2022). No entanto, as mudanças na estrutura da matriz energética dos países são condicionadas por diferentes fatores econômicos, políticos e sociais sendo o resultado deliberado ou não de políticas públicas (e das mudanças de políticas públicas) adotadas ao longo da trajetória de desenvolvimento de cada nação. Nesse contexto, as políticas públicas devem ser entendidas como o somatório dos esforços feitos pelos governos para alterar aspectos individuais e coletivos do comportamento dos agentes que compõem a sociedade, em geral, em prol de algum objetivo específico, no caso, a transição para uma matriz de energia mais limpa e sustentável (Howlett e Rayner, 2007).

A combinação dos instrumentos que compõem o quadro de políticas públicas de um setor ou mesmo de uma nação, contudo, não é, ou pelo menos não deve ser, aleatória. De fato, a política pública deve ser a combinação harmoniosa entre diversos instrumentos políticos e administrativos. Em outros termos, deve-se buscar interações positivas entre os diversos instrumentos buscando-se complementaridades entre eles (Constatini; Crepi e Palma, 2017). Nesse sentido, Guerzoni e Raiteri (2015) enfatizam a necessidade cada vez maior de se analisar os efeitos das combinações de instrumentos de políticas em detrimento das políticas isoladas.

Constatini, Crepi e Palmi (2017) chamam ainda a atenção para a complexidade intrínseca de um quadro de políticas públicas destinado a um determinado objetivo. Quanto maior e mais diversificado o grupo de agentes que compõem um setor, mais complexas são as interações econômicas, políticas e sociais existentes e, conseqüentemente, maior será o conjunto de instrumentos políticos necessário. Esse conjunto de políticas irá ativar diferentes mecanismos de resposta dentro do sistema que podem ser coerentes entre si ou não, e consistentes ou não com o objetivo que inicialmente motivou a criação desses instrumentos políticos (Constatini; Crepi e Palma, 2017).

Dentro do contexto acima, é importante entendermos a racionalidade e o percurso lógico por detrás da construção dos pacotes de políticas públicas coerentes

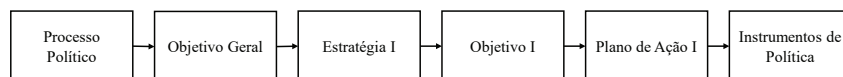
e consistentes (Li e Taeihagh, 2020)⁸. Primeiramente, a percepção da existência de um problema que requer a intervenção do Estado em diversas dimensões é essencial para quebrar a inércia dos agentes públicos e dá início a um ciclo de elaboração ou revisão das políticas a partir de princípios gerais socialmente estabelecidos (Rogge e Reichardt, 2016). No caso deste artigo, o elemento motor da reorientação das políticas públicas é a necessidade de descarbonização da economia brasileira.

A partir da identificação do espaço de intervenção do Estado, são traçados objetivos e metas gerais que irão permitir a formulação das estratégias de implementação do conjunto de políticas inicialmente considerado ideal para se atingir os fins desejados. Em linhas gerais, as estratégias de implementação constituem orientações de longo prazo, compostas por fins interdependentes (objetivos) e meios para atingir as metas (instrumentos de políticas públicas) (Li e Taeihagh, 2020).

Uma vez definidas as estratégias, a segunda etapa do processo é a definição de planos de ação. Estes estabelecem a rota geral proposta pelos governos para o alcance dos objetivos, incluindo convenções, diretrizes, planos de ação estratégica em diferentes níveis do governo e roteiros (Rogge e Reichardt, 2016).

Por fim, os planos de ação irão conduzir a elaboração dos pacotes de instrumentos de política pública que constituem as ferramentas concretas desenhadas para alcançar determinadas metas e que, em conjunto com os demais instrumentos, contribuem para o atingimento do objetivo que inicialmente motivou a formulação do plano de ação. Essas ferramentas também são definidas como medidas, programas ou políticas (Kern e Howlett, 2009) (Rogge e Reichardt, 2016) (Li e Taeihagh, 2020). Na figura 1 abaixo podemos ver, de forma resumida, o processo de elaboração dos pacotes de políticas públicas, enquanto a figura 2 traz, de forma mais detalhada, o processo de elaboração das políticas públicas voltadas para o problema da transição energética no Brasil.

Figura 1 – O processo de desenho do mix de políticas públicas

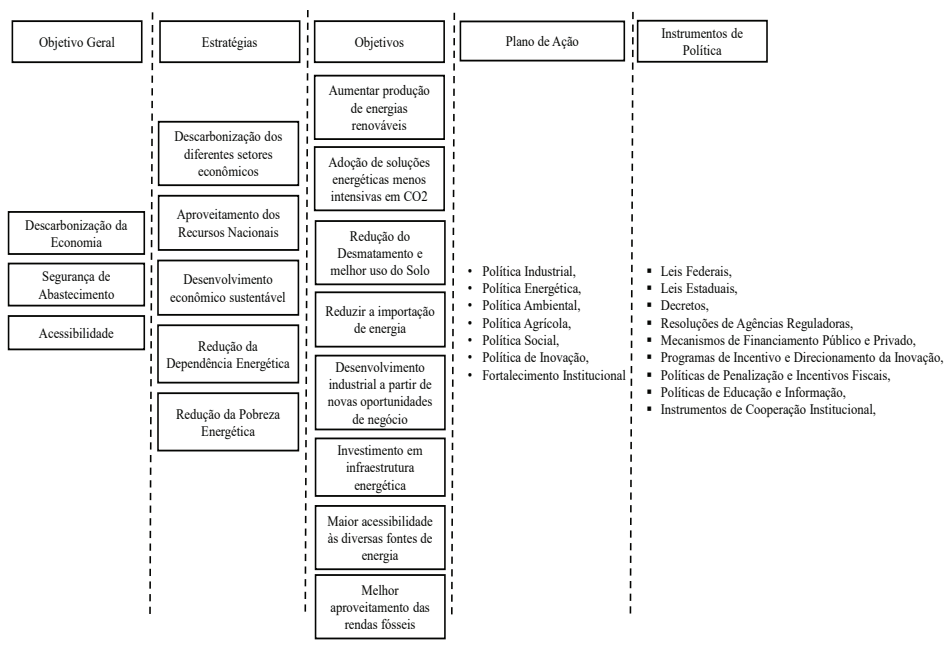


Fonte: Adaptado de (Kern e Howlett, 2009) (Rogge e Reichardt, 2016) (Li e Taeihagh, 2020).

8 Essa racionalidade persegue a consecução de objetivos últimos, seja numa forma abstrata, ou objetivos específicos, em campos determinados das políticas públicas (Kern e Howlett, 2009) (Rogge e Reichardt, 2016) (Li e Taeihagh, 2020).

É possível verificar que, no Brasil, existe um conjunto amplo de estratégias para a descarbonização, que une o objetivo de transição energética ao desenvolvimento econômico sustentável, ao aproveitamento dos recursos naturais do país e à sustentação da segurança do suprimento. Os instrumentos para implementar as políticas são leis, decretos, programas governamentais, regulações e dispositivos de financiamento, estímulo à inovação e apoio aos investimentos, como pode ser visto na figura 2 abaixo.

Figura 2 – Desenho do mix de políticas para a transição energética no Brasil



Fonte: Elaboração própria (2024).

A avaliações dos resultados dos pacotes de políticas públicas no atingimento dos objetivos propostos podem ser feitas a partir de distintas dimensões de análise — efetividade, eficiência, vantagens ou desvantagens, consistência, coerência, entre outros (Carbone, 2008) (Fisher e Preonas, 2010) (Rogge e Reichardt, 2016). Para isso, no entanto, é importante analisar questões como a integração das políticas e sua coordenação através de múltiplas organizações do Estado, em distintos níveis de governo (Rogge e Reichardt, 2016).

Algumas pesquisas têm chamado atenção para a natureza dinâmica dos conjuntos de políticas públicas. Isto é, os pacotes de instrumentos políticos tendem a evoluir de forma incremental, sendo influenciados pelas decisões executadas no passado (*path dependence*), assim como pelas mudanças nas condições

institucionais ao longo do tempo (Kern e Howlett, 2009) (Ring e Schröter-Schlaack, 2011) (Scalon, 2011).

No caso das políticas para os setores de energia, o princípio da segurança de abastecimento costuma ser usado como principal linha condutora das ações do Estado (Leite, 2007) (Pinto Júnior, 2016). Neste artigo, iremos adotar a premissa de que as políticas de segurança energética são qualquer ação do Estado que vise manter o fluxo físico de energia em condições econômicas competitivas e sócio ambientalmente sustentáveis. A forma como cada nação atinge esse objetivo irá exigir e refletir uma maior ou menor intervenção do Estado no setor de energia.

Dentro desse contexto, o princípio de segurança de abastecimento que norteia a condução das políticas energéticas nacionais irá ensejar diferentes ações de acordo com o quadro de fatores políticos, econômicos, sociais e de dotação predominante em cada período do tempo. As mudanças nas conformações conjunturais exigem constantemente mudanças na condução da política energética de forma a manter a aderência e coerência, não somente com o princípio de segurança de abastecimento, como também com as demais políticas públicas.

No caso do Brasil, a situação energética sempre foi privilegiada pelo leque de recursos fósseis e renováveis (Leite, 2007) (Pinto Júnior, 2016), o que permitiu o país, a partir da segunda metade do século XX, erigir uma das matrizes energéticas mais renováveis e limpas do mundo (Leite, 2007) (Pinto Júnior, 2016). Embora tal feito possa ser exaltado no esforço de descarbonização dos setores de energia, foram de fato as preocupações acerca da segurança de abastecimento que direcionaram os investimentos para as fontes renováveis (Leite, 2007) (Pinto Júnior, 2016).

É importante ressaltar o papel essencial do Estado na estruturação da atual matriz energética brasileira. Segundo Pinto Júnior (2016), a construção do setor de energia no Brasil se constituiu numa tarefa de grande complexidade técnica, econômica e principalmente institucional. A dimensão territorial e a abundância de diferentes recursos energéticos exigiram, e continuam exigindo, um elevado esforço de coordenação das políticas públicas. Esforço esse que se intensifica com a necessidade atual de conjugar as tradicionais questões de segurança de abastecimento com a urgente descarbonização da economia.

Se somarmos às duas questões acima a importância de ampliação do acesso físico e econômico às modernas fontes de energia, a complexidade das escolhas dos adequados instrumentos de política pública aumenta ainda mais. No entanto, o modelo de reforma do Estado brasileiro iniciado a partir da década de 90 reduziu a capacidade de coordenação e de planejamento de longo prazo das diversas instituições nacionais, o que pode ser melhor visualizado no atual dilema da indústria de GN, como veremos nas seções seguintes.

3 A estruturação da indústria de gás natural no Brasil e seu papel nas políticas de transição energética

O perfil associado das imensas reservas brasileiras de GN traz uma elevada inflexibilidade⁹ para o segmento de produção, o que se mostra totalmente incompatível com o perfil flexível de despacho do setor termoeletrico nacional. De fato, o modelo de inserção do GN na indústria elétrica brasileira é incompatível não somente com a inflexibilidade dos sistemas de produção como também com as próprias características dos investimentos nas infraestruturas de transporte e escoamento de GN (Colomer Ferraro e Hallack, 2012)¹⁰. Isso explica os elevados níveis de reinjeção (EPE, 2023)¹¹ e o gargalo hoje existente na capacidade de movimentação, em particular de escoamento das unidades de produção até as unidades de processamento de gás natural (UPGNs).

A incongruência entre as necessidades do setor elétrico e as características dos investimentos na indústria de GN brasileira é razão, inclusive, pela qual os novos projetos térmicos desenvolvidos no Brasil a partir de 2020 veem sendo estruturados de forma integrada a terminais de importação (regaseificação) de gás natural liquefeito (GNL). Assim, o setor elétrico, que muitas vezes foi pensado como uma âncora para o desenvolvimento e interiorização do mercado de GN no Brasil, encontrou nas importações a solução para o seu problema de abastecimento (EPE, 2023).

Se no setor elétrico a solução encontrada foi a importação de GNL, no setor industrial, o preço pouco competitivo do metano frente a outras opções energéticas e as modalidades contratuais¹² pouco atrativas para o perfil de consumo das indústrias levaram a uma década de estagnação do consumo de gás (EPE, 2019) (BNDES, 2021) (EPE, 2023).

9 Em campos com gás associado, a produção de petróleo depende, por questões operacionais e regulatórias, da produção do gás natural que pode ser reinjetado ou escoado até uma unidade de tratamento ou um consumidor final. Nesse sentido, qualquer interrupção no fluxo de produção do gás natural acarreta, necessariamente, em interrupção da produção de petróleo, trazendo elevados prejuízos para as empresas operadoras.

10 Os investimentos em infraestrutura possuem elevados custos irrecuperáveis e um longo período de amortização do capital investido, o que explica a necessidade de se manter constante o fluxo de utilização das infraestruturas.

11 Nos últimos dez anos, os volumes de gás reinjetados passaram de 20% para 50% da produção nacional.

12 O peso do consumo térmico no total da demanda de gás natural no país e o perfil de despacho das termoeletricas criam uma elevada ociosidade nas infraestruturas de movimentação e tratamento de gás no país e limitam os volumes da venda de gás natural para o setor industrial em bases firmes. A prevalência de contratos de curto prazo em bases interruptíveis cria uma grande restrição, ao lado do preço, para a maior penetração do gás na matriz industrial brasileira.

A evolução recente do mercado de GN no Brasil não possui aderência com o potencial produtivo do país. Entre 1997 e 2014, as reservas provadas de GN mais que duplicaram, passando de 227 para 471 bilhões/m³, respectivamente (ANP, 2022). Como resultado, entre 1997 e 2021, a produção doméstica bruta passou de 27 para 134 milhões de m³/d, embora a oferta líquida nesse período tenha atingido apenas o patamar de 63 milhões de m³/d¹³. Até 2031, de acordo com projeções do Plano Decenal de Energia elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2021), a produção bruta de GN no Brasil irá aumentar para 276,6 milhões de m³/d com uma produção líquida de 136 milhões m³/d. O dobro dos valores de 2023 (EPE, 2023)¹⁴.

O aproveitamento do elevado potencial produtivo brasileiro a partir do uso do GN nos esforços de transição energética exige, assim, uma completa reorientação das políticas públicas voltadas para o setor. Se em termos de custos produtivos¹⁵ estudos recentes da EPE (2023) mostram que existem oportunidades e alternativas de mercado, em termos de política pública falta um posicionamento claro e coerente do papel do GN no processo de transformação da matriz energética e de desenvolvimento econômico.

O Paten (Programa de Aceleração da Transição Energética) criado pela Lei 15.103/25, é um dos novos dispositivos de política que consideram o GN um energético para a transição. O programa está atrelado ao Fundo de Garantias para o Desenvolvimento Sustentável (Fundo Verde), permitindo que empresas utilizem capital como garantia para financiamentos de projetos sustentáveis, desde a geração à expansão e modernização de infraestruturas. O GN está entre as fontes de energia de baixo carbono do programa, indicando, mesmo que de forma incipiente, a noção de que a indústria de GN pode contribuir para a redução das emissões e para a garantia da segurança energética ao país (MME, 2025).

13 A diferença entre os níveis de produção bruta e de oferta disponível para comercialização deve-se, como mencionado anteriormente, à incompatibilidade entre o perfil flexível do consumo do setor elétrico, à inflexibilidade das estruturas de produção e à falta de investimentos nas infraestruturas de movimentação de gás natural.

14 Espera-se que esse aumento ocorra, principalmente, a partir da expansão da produção em áreas do Pré-sal, nas bacias de Campos e Santos, assim como de campos marítimos no litoral do Espírito Santo e de Sergipe.

15 Estudos recentes da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) mostram que o *break-even* para projetos de extração e escoamento de GN no Brasil varia de US\$ 2 a US\$ 9 o MMBtu para teores de CO₂ de até 20%.

3.1 Inconsistências do consumo de gás natural pelo setor elétrico brasileiro

A materialização dos planos de ancoragem da produção nacional de GN à expansão da demanda do setor elétrico, apesar de dar respostas aos dilemas associados às necessidades de desenvolvimento econômico e de segurança energética, também traz incertezas pelos elevados custos econômicos imputados aos segmentos de escoamento, transporte e distribuição de GN. Ademais, a expansão da capacidade de geração térmica a GN, em um país com imensa base de recursos renováveis, como o Brasil, mostra-se muito pouco aderente às orientações de políticas ambientais. Nesse sentido, fica bastante evidente a incongruência que existe entre a política do setor elétrico¹⁶, a política ambiental, a política de desenvolvimento da indústria de GN e, como veremos à frente, a política industrial.

De acordo com estimativas do Instituto Acende Brasil (2017), a expansão recente da termoeletricidade a partir de fontes fósseis, incluindo o GN, provocou um aumento na média das emissões brasileiras de gases do efeito estufa (GEE) de 0,03 tCO₂/MWh, em 2006, para 0,12 tCO₂/MWh, em 2015. O aumento das emissões associadas à queima de combustíveis fósseis na geração de eletricidade vai na contramão dos esforços internacionais de descarbonização e dos compromissos assumidos pelo Brasil (European Council, 2017).

No âmbito do Acordo de Paris, o Brasil se comprometeu com a redução de 37% das emissões até 2025¹⁷ (UNFCCC, 2022). Para tanto, dentre as metas propostas pelo governo federal, destaca-se o compromisso de que até 2030 as fontes renováveis, excluindo a energia hidráulica, respondam por 23% da geração de eletricidade (UNFCCC, 2022).

Se consideramos que a energia renovável no Brasil em 2020 já correspondia a 84% (523,05 TWh) da geração de eletricidade, o compromisso do governo brasileiro de aumentar para 23% a participação das demais energias renováveis (excluindo a hidroeletricidade) até 2030 reduz bastante o espaço para a geração térmica a GN, mesmo como *back-up* das fontes intermitentes. Isso porque a elevada complementaridade existente entre as outras fontes renováveis (eólica, solar e biomassa) e as hidroelétricas permite que a gestão da intermitência possa ser feita com uso diminuto dos recursos fósseis (Losekann e Hallack, 2018).

16 Que busca ancorar a geração termoeletrica flexível à produção nacional de gás natural.

17 Tendo como ano base 2005.

Dentro do contexto acima, ancorar a produção de GN à demanda nacional de eletricidade coloca esse energético em competição direta com as fontes renováveis que, pelas condições existentes no país, são capazes de garantir a segurança do abastecimento ao mesmo tempo que viabilizam a redução de emissões de CO₂. Adicionalmente, a expansão da geração de termoeletricidade também tem o potencial de provocar efeitos *lock-in* no setor elétrico, capazes de afetar a velocidade de expansão de outras fontes de baixo carbono (Gürsan e Gooyert, 2021) (Colomer Ferraro e Hallack, 2012)¹⁸.

Se em relação à política ambiental as orientações de política pública na direção da expansão do consumo de GN no setor térmico mostram-se incoerentes, em relação às políticas de desenvolvimento da indústria de GN elas são desastrosas. Isso porque o uso do GN como *back-up* do sistema hídrico de geração eleva a ociosidade das infraestruturas de escoamento, tratamento, transporte e distribuição de GN, aumentando os riscos dos investimentos nesses tipos de ativos.

Segundo Colomer Ferraro e Hallack (2012), os investimentos em infraestrutura exigem garantias físicas e contratuais que possam reduzir os riscos associados às suas elevadas especificidades de ativos e aos longos prazos de maturação de seus projetos. Elevados níveis de ociosidade física e contratual significam, nesses casos, um alongamento do período de recuperação do investimento, afetando o valor presente líquido do projeto e, consequentemente, a sua atratividade. Nesse contexto, o atual modelo de inserção do GN no setor elétrico atua como importante barreira ao desenvolvimento da indústria brasileira de GN.

Fica claro que o atual modelo de desenvolvimento do mercado de GN não somente se mostra inconsistente com os objetivos de redução dos níveis de emissão do setor elétrico brasileiro, como também cria importantes barreiras ao aproveitamento das reservas de GN nacionais. Ademais, como será analisado na seção seguinte, a falta de investimento nas infraestruturas essenciais de movimentação de GN e as restrições contratuais decorrentes das relações comerciais estabelecidas com o setor térmico criam barreiras à maior penetração do GN no setor industrial, reduzindo assim sua contribuição para a descarbonização do PIB brasileiro. O quadro 1 abaixo mostra as *inconsistências* da estratégia de ancorar o consumo de GN ao setor

18 Isso porque uma vez que a monetização dos recursos de GN precisa da superação de grandes lacunas de infraestrutura, a viabilidade econômica dos projetos estaria sujeita à garantia de operações de longo prazo para os novos empreendimentos termoeletrônicos capazes de possibilitar um retorno dos investimentos realizados.

termoelétrico. Isto é, comparando com o quadro de objetivos e estratégias de políticas voltadas para a transição energética, apresentado na seção 2, podemos identificar onde a política de ancoragem da demanda de GN na *geração de eletricidade* não possui aderência (vermelho), onde possui aderência parcial (amarelo) e onde há aderência (verde) com os objetivos de transição energética. Em branco estão as situações em que não há efeitos identificados.

Quadro 1 – *Análise da aderência da estratégia de ancorar o consumo de GN ao setor elétrico com as políticas de transição energética no Brasil*

Ancoragem do consumo de gás no setor elétrico brasileiro	Objetivos Gerais	Aderência	Estratégias	Aderência
	Descarbonização da Economia		Descarbonização dos diferentes setores econômicos	
	Segurança de Abastecimento		Aproveitamento dos Recursos Nacionais	
	Acessibilidade		Desenvolvimento econômico sustentável	
			Redução da Dependência Energética	
			Redução da Pobreza Energética	
			Objetivos Específicos	Aderência
			Aumentar produção de energias renováveis	
			Adoção de soluções energéticas menos intensivas em CO2	
			Redução do Desmatamento e melhor uso do Solo	
			Reduzir a importação de energia	
			Desenv.industrial a partir de novas oportunidades de negócio	
			Investimento em infraestrutura energética	
			Maior acessibilidade às diversas fontes de energia	
			Melhor aproveitamento das rendas fósseis	

Fonte: Elaboração própria (2024).

3.2 Oportunidades de ancoragem do gás natural à demanda do setor industrial

Entre 2006 e 2010, vários estudos passaram a sustentar a ideia de que a economia brasileira vinha passando por um processo de desindustrialização precoce devido à crescente sobrevalorização da taxa de câmbio ocorrida a partir de 2005. Em 2024, passados quase 20 anos do desenvolvimento do termo *desindustrialização precoce*, pelo economista Gabriel Palma, estabeleceu-se o consenso de que a indústria nacional vem passando por intenso processo de perda de competitividade. Ao lado da desvalorização cambial e das elevadas taxas de juros desse período, a elevação dos custos energéticos pode ser identificada como uma das causas da perda de competitividade e da redução dos investimentos em formação bruta de capital no país. Dentro desse contexto, a expansão da oferta de GN em termos competitivos para a indústria pode

contribuir para a retomada de crescimento industrial, principalmente naqueles setores intensivos em energia.

O GN tem uma participação relativamente modesta na indústria brasileira. Isto é, enquanto no Brasil o GN atende apenas 10% do consumo energético do setor industrial (EPE, 2023), nos países da OCDE este responde por cerca de 30,6% (BP, 2022). Os dados acima sugerem uma baixa participação do GN no conjunto da indústria brasileira. No entanto, é importante atentar para o fato de que foi somente após a inauguração do gasoduto Bolívia-Brasil, em 1999, que esse combustível passou a estar amplamente disponível para o setor industrial. De fato, a participação do gás na matriz energética industrial dobrou entre 2000 e 2007, passando de cerca de 5% para 10%.

A partir de 2008, no entanto, identifica-se uma tendência de estagnação do crescimento da demanda industrial em função da elevação dos preços domésticos do GN e das restrições de oferta decorrentes da expansão da contratação pelo setor elétrico. É importante ressaltar que a importância do GN irá variar muito entre os segmentos industriais. Em alguns setores, como de cerâmica branca e química, o GN é a principal ou uma das principais fontes energéticas utilizada (EPE, 2023).

Na indústria química, além de ser uma importante fonte de energia, o GN desempenha um importante papel como matéria-prima para a geração de subprodutos, principalmente fertilizantes. De fato, é nesse setor onde, segundo o BNDES, existem as maiores oportunidades de expansão da demanda por GN (BNDES, 2021)¹⁹.

Outro setor bastante sensível ao preço do GN é o siderúrgico, uma vez que o gás constitui uma das formas menos dispendiosas de energia, podendo substituir o carvão como agente calorífico e redutor nos altos-fornos. Além disso, o investimento necessário para adaptar um alto-forno ao uso do gás é significativamente baixo se comparado com o volume de recursos necessário para se construir uma nova planta industrial. No entanto, o elevado preço do GN e as restrições contratuais de fornecimento são hoje as principais razões para o GN não ser utilizado em larga escala no setor siderúrgico (BNDES, 2021).

19 Como o Brasil é um dos maiores consumidores e importadores de fertilizantes do mundo, devido à dimensão do seu agronegócio, a expansão do uso do gás natural nesse segmento da indústria química tem uma importância estratégica para a economia nacional. Porém, nos últimos anos, o país tornou-se grande importador de fertilizantes, chegando a ter 80% da demanda atendida pela importação, principalmente, em face da queda no preço do produto no mercado internacional e do elevado preço do GN nacional.

O uso do GN na indústria promove não somente economicidade, mas gera benefícios ambientais no contexto da descarbonização. A indústria siderúrgica, por exemplo, é responsável por cerca de 7 a 9% das emissões de GEE no Brasil. Grande parte dessas emissões provém do uso de carvão mineral como combustível e agente redutor nos altos-fornos. Assim, estima-se que a produção de uma tonelada de aço pela rota do alto-forno gere até duas toneladas de CO₂, enquanto a mesma quantidade de aço produzida pela redução direta a GN geraria 33% menos emissões (BNDES, 2021).

Mesmo em setores onde o GN tem uma participação relativamente pequena, como alumínio, papel, celulose e mineração, existe um enorme potencial para a elevação do seu consumo em um contexto de maior oferta e preços reduzidos. Segundo o BNDES (2021), o consumo de GN no setor industrial pode chegar a 70 milhões de m³/d até 2030. No mesmo período, existe o potencial de duplicação do consumo de GN nos segmentos de química, ferro e aço (BNDES, 2021).

Dentro do contexto acima, o desenvolvimento de políticas públicas voltadas para a expansão e consolidação de um mercado industrial para o GN mostra-se bastante aderente aos próprios objetivos de aumento da competitividade da economia brasileira. Ao mesmo tempo, o aumento da participação do GN na indústria, principalmente em setores intensivos em consumo de energia, diferente do que acontece no setor elétrico brasileiro, traz a oportunidade de redução dos volumes de emissões de GEE a partir da substituição de outras fontes fósseis com maiores níveis de emissão.

Fica bastante evidente que a expansão do consumo de GN no setor industrial atende não somente aos objetivos de desenvolvimento econômico e social (como no caso da produção de fertilizantes), como também aos esforços de descarbonização da economia brasileira. Ademais, a estabilidade e a diversificação da demanda industrial reduzem os riscos associados aos investimentos necessários nas infraestruturas de escoamento, tratamento e transporte de GN assim como mostram-se mais adequados às características de produção dos campos associados. O quadro 2 abaixo mostra as *consistências* da estratégia de ancorar o consumo de GN na indústria. Isto é, comparando com o quadro de objetivos e estratégias de políticas voltadas para a transição energética, apresentado na seção 2, podemos identificar onde a política de ancoragem da demanda de GN *no setor industrial* não possui aderência (vermelho), onde possui aderência parcial (amarelo) e onde há aderência (verde) com os objetivos de transição energética. Em branco estão as situações em que não há efeitos identificados.

Quadro 2 – Análise da aderência da estratégia de ancorar o consumo de GN no setor industrial com as políticas de transição energética no Brasil

Políticas de Incentivo ao Uso do Gás no Setor Industrial	Objetivos Gerais	Aderência	Estratégias	Aderência
	Descarbonização da Economia		Descarbonização dos diferentes setores econômicos	
	Segurança de Abastecimento		Aproveitamento dos Recursos Nacionais	
	Acessibilidade		Desenvolvimento econômico sustentável	
			Redução da Dependência Energética	
			Redução da Pobreza Energética	
			Objetivos Específicos	Aderência
			Aumentar produção de energias renováveis	
			Adoção de soluções energéticas menos intensivas em CO2	
			Redução do Desmatamento e melhor uso do Solo	
			Reduzir a importação de energia	
			Desenv industrial a partir de novas oportunidades de negócio	
			Investimento em infraestrutura energética	
			Maior acessibilidade às diversas fontes de energia	
			Melhor aproveitamento das rendas fósseis	

Fonte: Elaboração própria (2023).

4 Análise das políticas públicas voltadas para a indústria de gás natural no Brasil

A partir da análise dos diversos instrumentos de política pública²⁰ voltados para a indústria de gás natural no período de 1997 até 2024, conclui-se que o principal problema da indústria de GN no Brasil é que não existe um consenso sobre qual o seu papel na economia brasileira. Historicamente subordinado, pelo lado da oferta, às políticas do setor de petróleo e, pelo lado da demanda, às políticas do setor elétrico, a estratégia de desenvolvimento da indústria brasileira de GN nunca conseguiu lograr os êxitos pretendidos.

No setor de petróleo, em particular no segmento de produção *offshore*, o GN associado nunca fez parte das estratégias comerciais das empresas petrolíferas, a não ser da Petrobras. É por essa razão que passados mais de 20 anos do processo de abertura e liberalização da indústria de petróleo e GN, a oferta doméstica continua extremamente concentrada na estatal brasileira.

De fato, os elevados custos associados à transferência do GN das áreas *offshore* de produção até as UPGNs e as incertezas de mercado derivadas de um perfil errático do consumo pelo setor elétrico elevam demasiadamente os riscos de investimentos nas infraestruturas essenciais de transferência, tratamento e transporte, como mencionado anteriormente.

²⁰ Lei 9.478 de 1997, Lei 11.909 de 2009, Lei 14.134 de 2021, Programa Prioritário das Térmicas, Programa Gás para Crescer, Programa Gás para Empregar, portarias e decretos do governo federal.

Nesse sentido, as dificuldades associadas à definição de um conjunto de políticas públicas para o setor de GN no Brasil têm início na própria ausência de um objetivo claro para o setor dentro do conjunto de recursos energéticos à disposição da economia brasileira. A consequência direta da falta de uma estratégia adequada de inserção e aproveitamento do GN na economia brasileira é o elevado nível de reinjeção em detrimento do aproveitamento comercial do GN. Como consequência indireta temos a redução do potencial de descarbonização do setor industrial e a perda de competitividade dos setores intensivos em energia.

Nos últimos anos, a política energética para a indústria de GN tem sido conduzida a partir do princípio de maior competição. Assim, a partir de 2014, no contexto da crise financeira provocada pela queda dos preços do petróleo, pelos escândalos de corrupção no setor e pelo elevado nível de endividamento da Petrobras, o governo federal iniciou um plano de desinvestimento da estatal brasileira que, entre outras ações, consistiu na venda de importantes ativos na indústria de GN, principalmente nos segmentos de transporte e distribuição.

Ainda dentro da lógica de liberalização e fortalecimento da competição, em 2016, foi lançado pelo governo federal o programa Gás para Crescer. Entre as principais diretrizes estratégicas do plano destaca-se a maior integração entre a indústria do GN e o setor elétrico, buscando a alocação equilibrada de riscos, a adequação do modelo de suprimento de GN para a geração termoeletrica e o planejamento integrado gás-eletricidade (MME, 2016).

Em 2019, mais um programa foi lançado pelo governo federal, o Novo Mercado de Gás, reafirmando a direção das políticas públicas do setor de GN em direção à competição e à integração com o setor elétrico. Entre as principais ações pretendidas pelo governo federal nesse programa destacam-se a expansão do aproveitamento das reservas de GN do Pré-sal e das demais bacias sedimentares brasileiras, a harmonização da legislação federal e estadual, a integração da indústria do GN com os setores elétrico e industrial e a remoção das barreiras tributárias, em particular associadas ao ICMS.

Os programas Gás Para Crescer e Novo Mercado de Gás, de certa forma, buscaram conciliar objetivos inconciliáveis mostrando a importância da correta escolha dos princípios norteadores da política energética nacional. Isto é, ao tentar incentivar a expansão da infraestrutura de escoamento, processamento, transporte e distribuição a partir da âncora do setor termoeletrico em um ambiente competitivo e com reduzida participação da Petrobras, os programas supracitados mostram-se pouco coerentes em seus objetivos iniciais e, consequentemente, na construção de seu conjunto de políticas públicas.

Como mencionado ao longo do texto, a incompatibilidade entre o perfil flexível de despacho do segmento termoeletrico e a inflexibilidade da produção de GN associado é uma das principais barreiras ao investimento em infraestrutura de movimentação, principalmente em um mercado privado. Ademais, atrelar a monetização das reservas brasileiras de GN à expansão do consumo termoeletrico mostra-se pouco aderente à política ambiental e aos acordos e compromissos internacionais assumidos pelo Brasil.

Em 2021, parte das incongruências dos programas governamentais mencionados se materializaram na nova Lei do Gás – Lei 14.134. Assim como nos casos dos programas acima mencionados, o princípio balizador da nova Lei foi a introdução da competição na indústria de GN. O novo dispositivo jurídico estabeleceu, dessa forma, mudanças institucionais e regulatórias visando a conformação de um mercado de GN mais aberto e competitivo, a fim de ampliar o acesso a essa fonte de energia e reduzir seus preços (Brasil, 2021).

Dentre as mudanças, destacam-se a adoção da autorização para a construção de gasodutos de transporte e a regulação do livre acesso nas *essential facilities* — terminais de GNL e Unidades de Processamento de Gás Natural (UPGNs) — no intuito de desverticalizar e desconcentrar o mercado. A nova lei, a partir do princípio de maior competição, buscou remover os entraves regulatórios que ainda permitiam o exercício do poder de mercado da Petrobras, criando incentivos para atrair novos agentes para todos os elos da cadeia produtiva do GN, aumentando os investimentos privados e, consequentemente, reduzindo os preços.

Até 2024, no entanto, a nova Lei do GN tinha surtido pouco efeito na expansão da oferta de GN, na expansão da infraestrutura de dutos de transporte e de distribuição e, consequentemente, no preço do energético.²¹ O reduzido êxito do novo dispositivo jurídico reflete suas inconsistências internas.

Em agosto de 2024, mas um instrumento de política pública direcionado para a reestruturação do setor gasífero foi aprovado, o Decreto 12.153 (Brasil, 2024). Na mesma linha das demais políticas mencionadas, o Decreto supracitado tem como objetivo principal o desenvolvimento de um mercado competitivo para o GN que proporcione a expansão da oferta e a redução dos preços. Nessa direção, a harmonização das regulações federal e estaduais, a garantia de livre acesso às diversas infraestruturas essenciais, o controle dos níveis de reinjeção e a abertura do mercado de GN foram adotados como pilares.

21 Embora, se analisarmos o nível de concentração da indústria, percebamos claramente uma maior diversidade de agentes, principalmente nos segmentos de transporte e de distribuição.

Deve-se reconhecer que muitas questões importantes para o desenvolvimento da indústria de GN no Brasil foram adequadamente endereçadas pelo Decreto 12.153. Como contribuição do Decreto está a expansão da competência da ANP a partir de novas atribuições, como a determinação dos limites máximos de reinjeção e a revisão dos planos de desenvolvimento de forma a considerar o uso compartilhado das infraestruturas de escoamento e tratamento e o aumento da produção.

Por outro lado, alguns pontos trazidos pelo novo dispositivo jurídico não se mostram aderentes à realidade brasileira. A alínea E do inciso 2 do artigo 5, por exemplo, traz como nova atribuição da ANP:

[...] determinar a adequação da capacidade operacional das infraestruturas de produção, escoamento, tratamento, processamento e transporte de GN e seus derivados para atendimento à ampliação do volume estimado da produção de GN constante no Plano Nacional Integrado das Infraestruturas de Gás Natural e Biometano, de forma a atender aos interesses dos consumidores e ao abastecimento nacional.

No mesmo artigo é estabelecido que a revisão dos planos de desenvolvimento deve avaliar a utilização das unidades de produção reduzindo ao máximo a capacidade ociosa de processamento a partir da transferência entre unidades existentes. O objetivo do Decreto, nesse contexto, é a otimização do uso das infraestruturas essenciais a partir da garantia de acesso e da expansão do número de agentes. No entanto, pensar que a capacidade ociosa existente ao longo de toda a cadeia produtiva do GN decorre simplesmente da falta de competição é não entender a intrincada e complexa relação estabelecida entre o setor elétrico e a indústria de GN no Brasil, como já explicado.

Qualquer ação de política pública que vise a expansão dos investimentos e da oferta de GN, mas que não traga para o debate o papel do gás dentro do conjunto de recursos energéticos do país terá pouco efeito prático. Assim, se pelo lado da oferta podemos afirmar que os instrumentos de políticas públicas anteriormente mencionados trazem elementos que podem reduzir a subordinação da indústria de GN às estratégias de produção de Petróleo, principalmente nos campos com gás associado; pelo lado da demanda, pouco se avançou sobre a reflexão do papel adequado do gás no setor elétrico.

Em outros termos, ancorar o desenvolvimento da indústria de GN ao consumo errático do setor elétrico e à priorização dos princípios competitivos em detrimento dos princípios de segurança de abastecimento e de redução dos níveis

de emissão não parece ser a melhor estratégia para a monetização das imensas reservas de GN brasileira. As incongruências acima mostram que no Brasil falta uma visão estratégica de longo prazo que utilize o imenso potencial energético brasileiro para se atingir, simultaneamente, os objetivos de crescimento econômico e descarbonização.

5 Considerações finais

Nos últimos anos, a mudança no foco das ações de planejamento do longo para o curto prazo, a *obsessão* equivocada da competição pela competição e o intenso processo de financeirização dos mercados dos produtos energéticos levaram o Brasil a acumular atrasos significativos em um momento em que a urgência climática exige profundas mudanças tecnológica, organizacional e institucional. A agenda do setor de energia no Brasil está defasada em relação às novas diretrizes de políticas de governo e estratégias empresariais adotadas pelos países que largaram na frente no processo de transição energética, os quais, seguramente, irão liderar o desenvolvimento tecnológico e industrial do setor de energia nas próximas décadas.

No contexto da descarbonização, o GN tem um papel importante a desempenhar no Brasil. No setor elétrico, esse papel mostra-se bastante limitado em função da elevada capacidade hidráulica instalada e pela expansão aceleradas das energias eólica e solar, embora no curto e médio prazo a geração termelétrica lastreada em GNL seja ainda importante para lidar com a intermitência das fontes renováveis, enquanto outras opções mais limpas — baterias ou hidrogênio, por exemplo — atingem estágios de desenvolvimento e escala suficientes para assumir esse papel (AIE, 2011) (Gürsan e Gooyert, 2021) (AIE, 2023)²².

No setor industrial, sem outras opções tecnológicas comercialmente rentáveis no momento, o GN continua sendo uma alternativa para substituir fontes mais poluentes em setores de difícil substituição (indústria do aço, cimento ou petroquímica, por exemplo) (AIE, 2023). De fato, a expansão do consumo industrial de GN parece ser a melhor estratégia para se atender simultaneamente os princípios de segurança de abastecimento, de descarbonização da matriz energética, de desenvolvimento econômico e social e, por tabela, de maior competitividade no setor. Como vimos anteriormente, os investimentos privados

22 De acordo com estimações da Agência Internacional de Energia (AIE, 2023), a troca de carvão para gás evitou mais de 500 milhões toneladas de emissões de CO₂. A agência também estima que existe um potencial de adaptação da infraestrutura de energia existente, substituindo carvão por gás natural, o qual, poderia ajudar a reduzir emissões em mais de 1 Gt de CO₂ (AIE, 2023).

em projetos de infraestrutura de escoamento, tratamento e transporte exigem a redução do risco que só pode ocorrer a partir do desenvolvimento de um mercado firme para o GN, que no contexto da transição energética brasileira, depende da expansão do consumo pela indústria.

Para isso é importante redefinir os princípios norteadores da política energética nacional. A segurança de abastecimento, entendido neste artigo como a garantia do fluxo físico, do acesso econômico e da sustentabilidade socioambiental da oferta de energia, deve ser o fio condutor das políticas públicas. O planejamento integrado e harmonioso entre os diversos setores de energia e a compatibilização dos objetivos de curto, médio e longo prazo devem ser os pilares da construção de um conjunto de instrumentos políticos para os setores energéticos.

No entanto, como mencionado por Pinto Júnior (2016), a construção de um conjunto de políticas coerente e consistente com os objetivos acima mencionados em um país com a diversidade de fontes energéticas, com a extensa dimensão territorial e com os elevados atrasos sociais exige uma elevada capacidade de coordenação das diferentes instituições brasileiras, incluindo o mercado.

Dentro desse contexto, a literatura de *policy mix* parece fornecer uma abordagem útil para se analisar a complexa e intrincada estrutura de políticas públicas necessária para enfrentar os desafios associados à monetização da imensa base de recursos de GN no Brasil. Cabe destacar que a abordagem forneceu a compreensão do conjunto de estratégias para a transição energética e possível aplicação do GN, indicando a existência de um quadro de mecanismos, porém, a intersecção entre eles ainda é um desafio. O tema possui diversas nuances, logo, uma agenda de pesquisa para o GN pode englobar a análise particularizada de programas de incentivo à indústria gasífera e a expansão da sua infraestrutura, bem como a análise de dispositivos de financiamento de investimentos, apontando para possíveis estudos na área.

Referências

- AIE. *Energy Technology Perspectives*. Paris: Agência Internacional de Energia (AIE), 2023.
- AIE. *WEO Special Report: Are we entering a golden age?* Paris: Agência Internacional de Energia (AIE), 2011.
- ANP. *Anuário Estatístico 2021*. Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), 2022.
- BARON, Richard. *Renewable Energy: a route to decarbonization in peril?* 29th OECD

- Round Table on Sustainable Development. Paris: OECD, 4-5 de junho de 2013.
- BNDES. *Gás para o desenvolvimento: perspectiva de oferta e demanda no mercado de gás natural no Brasil*. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), 2021.
- BP. *bp Statistical Review of World Energy*. 71 ed. Londres: BP, 2022. Disponível em: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf>. Acesso em: 3 out. 2024.
- BRAATHEN, Nils Axel. Instrument Mixes for Environmental Policy: How Many Stones Should be Used to Kill a Bird? *International Review of Environmental and Resource Economics*, [S. l.], v. 1, n. 2, 2007, pp. 185-235.
- BRASIL. Lei nº 14.134/2021, de 8 de abril de 2021. Dispõe sobre as atividades relativas ao transporte de gás natural, de que trata o art. 177 da Constituição Federal, e sobre as atividades de escoamento, tratamento, processamento, estocagem subterrânea, acondicionamento, liquefação, regaseificação e comercialização de gás natural; altera as Leis nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, e 9.847, de 26 de outubro de 1999; e revoga a Lei nº 11.909, de 4 de março de 2009, e dispositivo da Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002. *Diário Oficial da União*: Brasília-DF, seção 1, pp. 2, 9 abr., 2021.
- BRASIL. Decreto nº 12.153, de 26 de agosto de 2024. Altera o Decreto nº 10.712, de 2 de junho de 2021, que regulamenta a Lei nº 14.134, de 8 de abril de 2021, que dispõe sobre as atividades relativas ao transporte de gás natural, de que trata o art. 177 da Constituição, e sobre as atividades de escoamento, tratamento, processamento, estocagem subterrânea, acondicionamento, liquefação, regaseificação e comercialização de gás natural. *Diário Oficial da União*: Brasília-DF, seção 1, pp. 2, 27 ago. 2024.
- CARBONE, Maurizio. Mission impossible: the European Union and policy coherence for development. *Journal of European Integration*, [S. l.], v. 30, n. 4, 2008, pp. 323-342.
- CLARIVATE. Web of Science. 2024. Disponível em: <https://access.clarivate.com/login?app=wos&alternative=true&shibShireURL=https%3F%2Fwww.webofknowledge.com%2F%3Fauth%3DShibboleth&shibReturnURL=https%3F%2Fwww.webofknowledge.com%2F&roaming=true>. Acesso em: 3 out. 2024.
- COLOMBO, Silvia; HARRAK, Mohamed El e SARTORI, Nicolò. (Edts.). *The future of natural gas: markets and geopolitics*. Londres: IHS Markit, 2016.
- COLOMER FERRARO, Marcelo e HALLACK, Michelle. The development of the natural gas transportation network in Brazil: Recent changes to the gas law and its role in coordinating new investments. *Energy Policy*, [S. l.], v. 40, n. 2, 2012, pp. 601-612.
- CONSTATINI, Valeria; CRESPI, Francesco e PALMA, Alessandro. Characterizing the policy mix and its impact on eco-innovation: A patent analysis of energy-efficient technologies. *Research Policy*, [S. l.], v. 46, n. 4, 2017, pp. 642-654.

- CRUTZEN, Paul. Geology of mankind. *Nature*, [S. l.], v. 415, n. 23, 2002, pp. 211-215.
- CRUTZEN, Paul. e STOERMER, Eugene. Anthropocene. *Global Change Newsletter*, [S. l.], v. 42, 2000, pp. 17-18.
- DUPONT, Claire e OBERTHÜR, Sebastian. Insufficient climate policy integration in EU energy policy in EU energy policy: the importance of the long-term perspective. *Journal of Contemporary European Research*, Londres, v. 8, n. 2, 2012, pp. 67-81.
- ENZENSBERGER, Norbert; WIETSCHER, Martin e RENTZ, Otto. Policy instruments fostering wind energy projects—a multi-perspective evaluation approach. *Energy Policy*, [S. l.], v. 30, n. 9, 2002, pp. 793-801.
- EPE. *BEN Séries Históricas*. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2023.
- EPE. *Estudo sobre o aproveitamento do gás natural do pré-sal*. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2019.
- EPE. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2031*. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2021.
- EUROPEAN COUNCIL. *Paris Agreement on Climate Change - Consilium*. Bruxelas: European Council, 2017.
- FARIAS, Edson e COUTO, Bruno Gontyjo do. Cultura de consumo e capitalismo: enquadrando uma empiricidade, *Contemporânea: Revista de Sociologia da UFSCAR*, São Carlos, v. 13, n. 2, maio-ago., 2023, pp. 445-476.
- FAVRE, Liliana Maria. Summing Up the Parts. In: *Model Driven Architecture for Reverse Engineering Technologies: Strategic Directions and System Evolution*. Hershey-PA: IGI Global, 2010, pp. 231-235.
- FISHER, Carolyn e PREONAS, Louis. Combining policies for renewable energy: is the whole less than the sum of its parts? *International Review of Environmental and Resource Economics*, Ravello, Itália, v. 4, n. 10-19, 2010, pp. 51-92.
- FLANAGAN, Kieron; UYARRA, Elvira e LARANJA, Manuel. Reconceptualising the ‘policy mix’ for innovation. *Research Policy*, [S. l.], v. 40, n. 5, 2011, pp. 702-713.
- GRADSTEIN, Felix.; OGG, James; SCHMITZ, Mark e OGG, Gabi. *The Geologic Time Scale*. Boston: Elsevier, 2012.
- GRAYSON, Michelle. Energy transitions. *Nature*, v. 551, 2017, pp. 133.
- GUERZONI, Marco e RAITERI, Emilio. Demand-side vs. supply-side technology policies: Hidden treatment and new empirical evidence on the policy mix. *Research Policy*, [S. l.], v. 44, n. 3, 2015, pp. 324-336.
- GUIDOLIN, Mariangela e TANSU, Alpcan. Transition to sustainable energy generation in Australia: Interplay between coal, gas, and renewables. *Renewable Energy*, [S. l.], v. 139, 2019, pp. 359-367.
- GÜRSAN, C. e GOOYERT, V. de. The systemic impact of a transition fuel: Does natural gas help or hinder the energy transition? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [S. l.], v. 138, 2021, pp. 110-118.

- HEAL, Geoffrey. Economic Aspects of the Energy Transition. *Environmental & Resource Economics*, v. 83, n. 1, 2022, pp. 5-21.
- HOBBSAWM, Eric. *Era dos Extremos: O breve século XX*. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.
- HOWLETT, Michael e RAYNER, Jeremy. Design Principles for Policy Mix: Cohesion and coherence in 'New Governance Arrangements'. *Policy Sciences*, [S. l.], v. 40, n. 1, 2007, pp. 1-19.
- INSTITUTO ACENDE BRASIL. *O setor elétrico brasileiro no contexto das mudanças climáticas e do acordo de Paris*. 17 ed. São Paulo: Instituto Acende Brasil, 2017.
- IPCC. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge; Nova Iorque: Cambridge University Press, 2001.
- IRENA. *A New World: The Geopolitics of the Energy Transformation*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency (IRENA), 2019.
- KERN, Florian e HOWLETT, Michael. Implementing transition management as policy reforms: a case study of the Dutch energy sector. *Policy Sciences*, v. 42, n. 3, 2009, pp. 335-353.
- KERN, Florian; ROGGE, Karoline S. e HOWLETT, Michael. Policy mixes for sustainability transitions: New approaches and insights through bridging innovation and policy studies. *Research Policy*, [S. l.], v. 48, n. 10, 103832, 2019.
- LEITE, Antônio Dias. *A Energia no Brasil*. Rio de Janeiro: Campus, 2007.
- LI, Lili e TAEIHAGH, Araz. An in-depth analysis of the evolution of the policy mix for the sustainable energy transition in China from 1981 to 2020. *Applied Energy*, [S. l.], v. 263, 114611, 2020.
- LOSEKANN, Luciano e HALLACK, Michelle Carvalho Metanias. Novas energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades. In: NEGRI, J.; ARAUJO, B. e BACELETTE, R. (Orgs.). *Desafios da nação*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2018.
- MME. *Gás para Crescer: Diretrizes Estratégicas*. Brasília-DF: Ministério de Minas e Energia (MME), 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/gas-para-crescer/documentos-e-apresentacoes/GsparaCrescerDiretrizesEstrategicasparaodesenhodenovomercadodegsnaturalnoBrasil.pdf>. Acesso em: 3 out. 2024.
- MME. *Programa de Aceleração da Transição Energética foi sancionado nesta quarta-feira (Paten)*. Brasília-DF: Ministério de Minas e Energia (MME), 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/programa-de-aceleracao-da-transicao-energetica-foi-sancionado-nesta-quarta-feira>. Acesso em: 3 out. 2024.

- PINTO JR., Helder Queiroz. (Org.). ALMEIDA, Edmar Fagundes de; BOMTEMPO, José Vitor; IOOTTY, Mariana e BICALHO, Ronaldo Goulart. (Colaboradores) *Economia da energia: fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.
- RING, Irene e SCHRÖTER-SCHLAACK, Christoph. *Instrument mixes for biodiversity policies: policy mix: assessing the role of economic instruments in policy mixes for biodiversity conservation and ecosystem services provision*. Leipzig: Helmholtz Centre for Environmental Research, 2011.
- ROGGE, Karoline S.; KERN, Florian e HOWLETT, Michael. Conceptual and empirical advances in analyzing policy mixes for energy transitions. *Energy Research & Social Science*, [S. l.], v. 33, 2017, pp. 1-10.
- ROGGE, Karoline S. e REICHARDT, Kristin. Policy mixes for sustainability transitions: An extended concept and framework for analysis. *Research Policy*, [S. l.], v. 45, n. 8, 2016, pp. 1620-1635.
- SCALON, Celi. Desigualdade, pobreza e políticas públicas: notas para um debate. *Contemporânea: Revista de Sociologia da UFSCAR*, São Carlos, v. 1, n. 1, 2011, pp. 49-68.
- UNFCCC. *United Nations Climate Change Annual Report, 2022*. Alemanha: United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), 2023. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/UNClimateChange_AnnualReport_2022.pdf.
- UNRUH, Gregory C. Understanding carbon lock-in. *Energy Policy*, [S. l.], v. 28, n. 12, 2000, pp. 817-830. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00070-7](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00070-7). Acesso em: 3 out. 2024.
- YERGIN, Daniel. *O petróleo: uma história mundial de conquistas, poder e dinheiro*. São Paulo: Paz e Terra, 2021.

Data de recebimento: 25 de outubro de 2024

Data de aceite: 28 de abril de 2025

Como citar este artigo:

FERRARO, Marcelo Colomer; PINTO JR, Helder Queiroz; VITTO, William Adrian Clavijo; VERNERSBACH, Aldren. Os Desafios da Monetização do Gás Natural no Brasil: uma agenda para a Política de Transição Energética. *Contemporânea – Revista de Sociologia da UFSCar*, v.15, p. 1-26, e151377, 2025. Doi: <https://doi.org/10.14244/contemp.v15.1377>