

# P296 - Mapeamento, Priorização e Elaboração de Modelo de Negócio de Novas Oportunidades de Médio e Grande Consumo de Gás Natural – Ciclo 2024

Luiz Marcel Alonso Levy Notari <sup>1</sup>; Gabriel Chang, Henrique Scardua, Marcos Avó <sup>2</sup>

1 Comgás

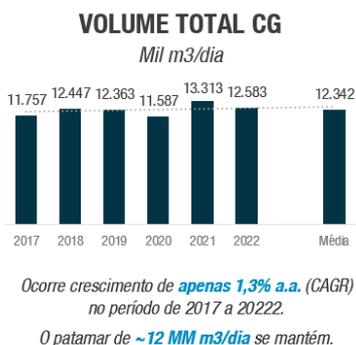
2 Lunica Consultoria

**Resumo** – Este projeto teve como objetivo mapear, organizar e priorizar oportunidades com potencial para gerar altos volumes adicionais de gás natural na área de concessão da Comgás e, posteriormente, realizar o aprofundamento na oportunidade priorizada caracterizando a demanda, mapeando as ofertas tecnológicas disponíveis e emergentes e discussão dos caminhos para implantação. Foi realizada análise comparativa das alternativas considerando custo e emissões com base em ampla revisão de publicações recentes sobre o tema, além de benchmarking de políticas públicas de descarbonização de transporte adotados por nove países selecionados.

Palavras-chave: gás natural, biometano, descarbonização do transporte pesado, biodiesel, hidrogênio, BEV.

## Introdução

O contexto de início do projeto inclui o baixo crescimento de volumes GN na área de concessão da Comgas nos últimos anos.



**Figura 1** – Volumes comercializados de GN pela Comgás

O objetivo foi mapear, organizar e priorizar oportunidades com potencial para gerar altos volumes adicionais de gás natural para a Comgás e, posteriormente, realizar o aprofundamento na oportunidade priorizada caracterizando a demanda, mapeando as

ofertas tecnológicas disponíveis e emergentes e discussão dos caminhos para implantação. Dentre os critérios selecionados para priorização, além do volume potencial de consumo, foi introduzido o potencial de descarbonização do GN como combustível de transição deslocando outros energéticos de maior nível de emissão de poluentes. A identificação de oportunidades de consumo que consigam unir potencial elevado de volumes futuros de GN, redução de custo para o consumidor final e redução de emissão através do deslocamento de outros combustíveis tem maior emissão terá maior atratividade e tração para implantação futura. No desenvolvimento do projeto, após a priorização da oportunidade “GN como alternativa para descarbonização do transporte pesado no estado de São Paulo”, foi adicionado na pesquisa uma exploração de mecanismos de política pública adotados em outros países que poderiam acelerar o desenvolvimento da oportunidade priorizada e viabilizar a implantação desta solução.

## Desenvolvimento

O desenvolvimento do projeto foi realizado em duas macro etapas:

A. Mapa de oportunidades, qualificação e priorização (atividades 1 a 4)

Durante a fase exploratória inicial desta etapa, foram identificadas questões relevantes que caracterizam o momento atual do mercado de gás e apoiam na exploração de uma visão prospectiva sobre o tema:

- A agenda de descarbonização adotada internacionalmente tem direcionado esforços relevantes para a redução de emissões e deslocamento de combustíveis fósseis das matrizes energéticas de todas as regiões do globo. Projeções de organismos internacionais, como a IEA, apontam que, globalmente, o consumo de petróleo e seus derivados atingirão o pico de consumo no início da próxima década, seguindo em rota de queda a partir de então;
- Observa-se ainda que as projeções da IEA, baseadas nos planos de descarbonização de diferentes países, apontam uma curva de retirada de combustíveis fósseis mais lenta em países em desenvolvimento;
- Dentro desta perspectiva, o GN, apesar de também ser um combustível fóssil, pode ter um papel importante na transição e segurança energética ao deslocar outros combustíveis de maior emissão de gases do efeito estufa e também de particulados que prejudicam a saúde humana;
- O consumo de GN no Brasil é baixo frente a outros países e pode ainda ter potencial para crescimento. Além disso, o compartilhamento da infraestrutura existente para distribuição e de aplicações pode pavimentar caminho para o biometano, alternativa de emissão muito reduzida, podendo até ser negativa, e com grande potencial de desenvolvimento no Brasil e no Estado de São Paulo;

Foi realizado o mapeamento de oportunidades existentes e indicação de novas oportunidades de médio e alto consumo. Este mapeamento foi realizado através de entrevistas internas com equipes da Comgás, revisão de projetos anteriores de P&D, revisão bibliográfica e de dados de consumo de energéticos no estado de São Paulo.



Figura 2 – mapeamento e priorização de oportunidades de consumo

Foram definidos critérios de priorização, conforme mencionado anteriormente, além do grau de maturidade da aplicação na utilização do GN.

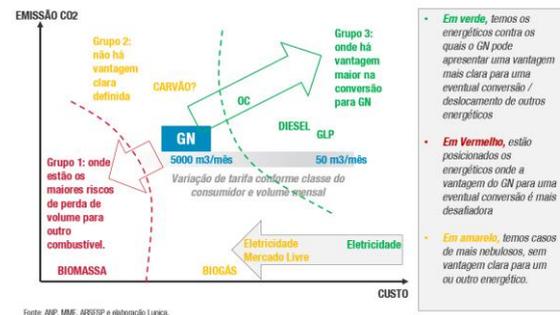


Figura 3 – Referência ilustrativa da utilização dos critérios de priorização custo e emissões

O resultado foi a identificação de três oportunidades como principais candidatas para detalhamento na etapa dois do projeto: i) GN para transporte pesado de cargas, ii) GN para alimentar máquinas agrícolas, iii) GN como insumo para indústria. Foi selecionado para aprofundamento a alternativa i) GN para transporte pesado de cargas.

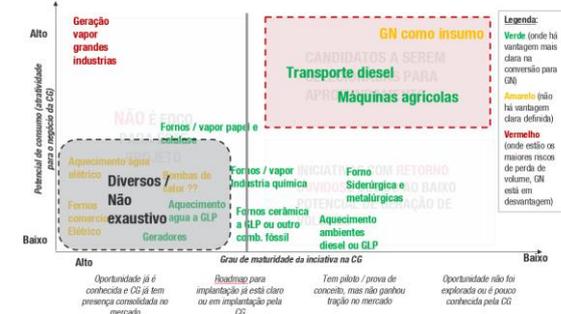
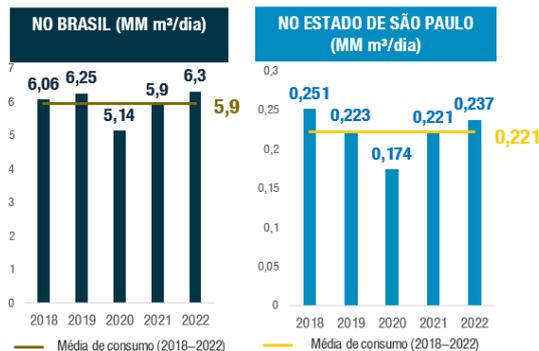


Figura 4- Referência ilustrativa da priorização das oportunidades de novos volumes considerando os critérios de priorização selecionados

## B. Detalhamento da oportunidade priorizada e considerações estratégicas finais

Nos últimos anos, o consumo de GNV no Brasil e em SP tem sido praticamente estável, permanecendo nos patamares de 6 – 6,3 MM m<sup>3</sup>/dia e 220-250 mil m<sup>3</sup>/dia, respectivamente. Em média, o consumo de GNV no Estado de SP representa apenas ~ 4% do volume nacional de GNV e ~4% do consumo total de gás natural no Estado (todos segmentos).



**Figura 5** – consumo histórico de GNV no Brasil e no estado de São Paulo

Estimativa realizada neste estudo aponta potencial de 1 MM m<sup>3</sup>/dia de GN para transporte pesado no Estado de São Paulo em 2035.



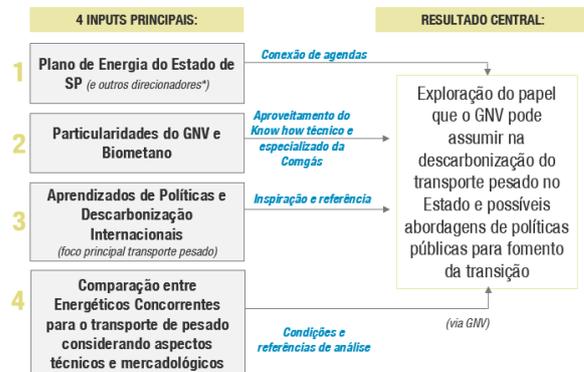
\*considerando esta participação de vendas de pesados a GN no futuro. Foi considerando como ponto de partida a participação atual e um crescimento linear durante 10 anos, até o percentual apontado na tabela, e depois estabilização.

Fonte: Elaboração Lunica, Licenciamentos Antaveia e entrevistas.

**Figura 6** – Estimativa de potencial de consumo de GNV para frota pesada no Estado de São Paulo, sensibilizado pelo percentual de adoção da tecnologia ao longo do tempo

Segundo dados apresentados no Plano Estadual de Energia (PEE), o transporte a diesel do modal rodoviário representa 16% do total de emissões do Estado, sendo 11% oriundo de veículos pesados de carga. Dessa forma, fica evidenciado com clareza a importância de induzir a transição energética deste setor para o Estado cumprir sua trajetória de descarbonização.

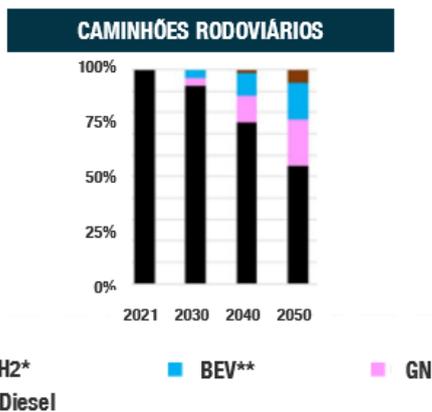
Para conduzir o desenvolvimento desta etapa do projeto, foram analisados 4 blocos principais de informações para inspiração e orientação das conclusões finais.



**Figura 7** – Lógica de orientação do exploração e aprofundamento no tema priorizado.

O transporte pesado de carga é, dentre as categorias de transporte existentes, o grupo com maior incerteza em relação à trajetória tecnológica a ser percorrida.

O PEE aponta o GN como um caminho para descarbonização do transporte, considerando um aumento gradual do consumo de biometano na mistura com o gás fóssil. O percentual de mistura apontado atinge 49% do total de volume de metano consumido em 2050. Outro caminho apontado é o crescimento de biocombustíveis verdes (diesel verde e/ou biodiesel), seguidos de eletrificação e utilização do hidrogênio. A projeção realizada considera 74 mil caminhões elétricos, 94 mil movidos a gás, e 26 mil movidos a hidrogênio, representando, respectivamente, 17%, 22% e 6% da frota em 2050.



\* Veículo movido a hidrogênio. \*\*Veículo elétrico com bateria

Fonte: PLANO ESTADUAL DE ENERGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO – PEE2050

**Figura 8** – Projeção da frota de veículos pesados por tipo de combustível na visão do Plano Estadual de Energia

A observação dos fabricantes em atuação para as diferentes soluções evidenciou que agentes tradicionais do setor não elegeram uma única rota tecnológica até este momento (ex. Volvo, Scania, VW/Man), mas se mantêm mais presentes nas soluções de motorização a combustão. A eletrificação abre espaço para desafiantes como BYD, Tesla, CATL, Nikola, Eletra e WEG, sendo os últimos dois no Brasil. Por último, considerando o GN, empresas importantes do setor tem soluções disponíveis no mercado (Volvo, Scania, Cummins, MWM).

	BRASIL 🇧🇷		MUNDO 🌐	
	COMPONENTES	VEÍCULOS	COMPONENTES	VEÍCULOS
<b>Veículos Eletrificados (BEV, HEV, PHEV*)</b>	WEG, Eletra	VOLVO, JAC, eletra, BYD, VW	CATL, LG Chem, SAMSUNG SDI	VOLVO, TESLA, BYD, SCANIA
<b>Célula de combustível a hidrogênio (FCEV)</b>			TOYOTA, BALLARD, HYDROGENICS, HEXA	HYZON, HYUNDAI, NIKOLA
<b>Motor de combustão interna de hidrogênio</b>			TOYOTA, faurecia, TENNECO	
<b>Diesel / Biodiesel</b>	Delphi Technologies, MARELLI, BOSCH	VOLVO, Mercedes-Benz, SCANIA, IVECO	Delphi Technologies, BOSCH	VOLVO, Mercedes-Benz, SCANIA, IVECO
<b>Gás natural / Biometano</b>	Delphi Technologies, BOSCH, MWM	VOLVO, IVECO, SCANIA	Delphi Technologies, Westport Fuel Systems, BOSCH	VOLVO, IVECO, SCANIA

**Figura 9** – Fabricantes de componentes e veículos para diferentes energéticos

A comparação entre os diferentes energéticos sugere estágio de maturidade inicial para todas as soluções. Apesar de já haver oferta comercial de veículos elétricos e a metano no mercado como alternativas ao diesel, não é claro qual(is) rota(s) tecnológicas devem prevalecer no futuro.

Todas apresentam pontos fortes e desafios para superar, tanto no aspecto técnico (ex. autonomia, custo do equipamento, eficiência, tempo de recarga, peso) quanto no aspecto mercadológico (ex. pontos de abastecimento, valores de revenda).

	ESTÁGIO DE MATURIDADE	PONTO FORTE	DESAFIOS PARA O CRESCIMENTO
<b>Veículo pesado a diesel</b>	Muito maduro	Infraestrutura existente, escala atual	Emissões de CO2 e outros poluentes
<b>Veículos Eletrificados BEV</b>	Pouco maduro para veículos pesados, mas em crescimento	Eficiência energética, baixo nível de emissões	Autonomia por limitações da bateria (tradeoff capacidade de carga vs autonomia devido ao peso e volume das baterias), tempo de carga, infraestrutura de carga, custo do ativo
<b>Célula de combustível a hidrogênio (FCEV)</b>	Não disponível comercialmente	Baixo nível de emissão no local de consumo. Pode ter nível baixo de emissão se produção do H2 for com energia limpa.	Infraestrutura de produção de H2 e distribuição, eficiência energética e custo da solução no TCO do veículo
<b>Motor de combustão interna de hidrogênio</b>	Não disponível comercialmente	-	Infraestrutura de produção de H2 e distribuição, eficiência energética.
<b>Biodiesel / HVO</b>	Piloto	Infraestrutura de abastecimento	Biodiesel – adaptação dos motores para maior percentual nas misturas com diesel fóssil, perecibilidade, custo de manutenção dos motores HVO – oferta do combustível e custo elevado
<b>Gás natural / Biometano</b>	Piloto	Oferta do combustível potencial de redução de emissões com aumento da oferta de biometano	Aceitação no mercado, infraestrutura de distribuição e abastecimento

**Figura 10** – Resumo comparativo das opções de energéticos para o transporte pesado

Foi realizada análise comparativa das alternativas considerando custo e emissões com base em ampla revisão de publicações recentes sobre o tema. Como conclusão geral, pode observar-se grande variação de resultados entre os energéticos em termos de emissão, em parte devido a grande variação de consumo, a depender das condições de teste. De qualquer forma, é possível observar a superioridade da solução elétrica em relação a emissão e consumo energético por quilometro rodado, porém não há solução mercadológica e tecnológica que enderece outros aspectos importantes como autonomia, tempo de recarga e peso livre para carga, inviabilizando sua aplicação para transporte rodoviário de maiores distâncias. As soluções de biocombustíveis são boas opções em termos de emissões, mas apresentam custos mais



mercado para transporte de carga em estradas, com autonomia, capacidade de carga e tempo de recarga adequados.

Identificamos em benchmarking internacional diversas políticas públicas adotadas por países desenvolvidos e em desenvolvimento para apoiar a transição energética do transporte pesado.

Os mecanismos utilizados são múltiplos e foram agrupados em 6 grupos: i) instrumentos de mercado, ii) investimentos diretos, iii) incentivos fiscais ou financeiros, iv) inovação e tecnologia, v) códigos/normas/ mandatos, vi) governança e implantação.

## Referências

ANFAVEA, “Anuário Anfavea – Indústria Automobilística Brasileira”, 2024.

ANFAVEA, “O caminho da descarbonização do setor automotivo no Brasil”, 2021.

Areias, A.A., Cruz Junior, J.C., Yamaji, F.M., “Estudo de mercado sobre o uso de biomassa para queima no Estado de São Paulo”, 2020

Dong-Yeon Lee, Amgad Elgowainy, Andrew Kotz, Ram Vijayagopal, Jason Marcinkoski. “Life-cycle implications of hydrogen fuel cell electric vehicle technology for medium- and heavy-duty trucks”. *Journal of Power Sources*, Volume 393, 2018, Pages 217-229,

EIA, “World energy outlook”, 2023.

EPA, “Catalog of CHP Technologies. Section 2. Technology Characterization – Reciprocating Internal Combustion Engines”, 2015

EPE, “Descarbonização do Transporte Rodoviário Intensidade de Carbono das Fontes de Energia”. 2022.

EPE, “Boletim de conjuntura da indústria de óleo e gás”, 2021.

EPE, “Demanda de gás natural nos mercados nacional e internacional”, 2020.

Governo da Alemanha. “Plano de Ação Climática para 2050.” 2016.

Governo da Alemanha. “Relatório de Transferência Climática”. 2020.

Governo da Argentina. “Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático”. 2017.

Governo da Argentina. “Plan Nacional de Transporte Sostenible”. 2022.

Governo da China. “China's Achievements, New Goals and Measures for Nationally Determined Contributions”. 2022.

Governo dos Estados Unidos. “The U.S. National Blueprint for Transportation Decarbonization”. 2021.

Governo da França. “Estratégia Nacional de Baixo Carbono (SNBC)”. 2020

Governo da França. “Plano Plurianual de Energia (PPE).

Governo da França. “Plano França 2030”.

Governo da Índia. “ Transição do Setor de Transporte Rodoviário da Índia”. 2023.

Governo da Índia. “Estratégia de Desenvolvimento de Baixas Emissões de Longo Prazo da Índia”. 2022.

Governo do Estado de São Paulo, “BEESP- Balanço Estadual de Energia”, 2022.

IBP, “Demanda potencial de gás natural para a produção de metanol e fertilizantes”, 2020.

IBP, “Eficiência energética em aplicações industriais do gás natural”, 2014.

IEA. “Colombia 2023 – Energy Policy Review”.

IEA, “Comparison of the emissions intensity of different hydrogen production routes”, 2021

Infraestrutura e Meio Ambiente Governo de SP. “Distribuição de Gás Natural – Estado de São Paulo”, 2018-2022.

Lozanovski, A., Dingel, O., Semper, T. et al. “Technical Evaluation and Life Cycle Assessment of Long-haul Heavy Duty Vehicles in 2050”. *ATZ Heavy Duty worldw* 13, 2020. 56–61 pages

María de las Nieves Camacho, Daniel Jurburg, Martín Tanco, “Hydrogen fuel cell heavy-duty trucks: Review of main research topics.” *International Journal of Hydrogen Energy*. Volume 47, Issue 68. 2022. Pages 29505-29525.

Ministério de Ecologia e Ambiente da China. “China’s Policies and Actions for Addressing Climate Change”. 2022.

N. Keogh, D. Corr, R.F.D. Monaghan. “An environmental and economic assessment for biomethane injection and natural gas heavy goods vehicles”. Applied Energy, Volume 360, 2024.

Nathan Gray, Shane McDonagh, Richard O’Shea, Beatrice Smyth, Jerry D Murphy. “Decarbonising ships, planes and trucks: An analysis of suitable low-carbon fuels for the maritime, aviation and haulage sectors”. Advances in Applied Energy, Volume 1, 2021.

Neves, M., Martines, L.F., Teixeira, G.O., Casagrande, B.P., Valério, F.R., “A cadeia do biogás: uma alternativa de transição energética sustentável para o Brasil”, 2023

Plano Estadual de Energia do Estado de São Paulo – PEE 2050.

SEMARNT. “Contribución Determinada a nivel Nacional – Actualización 2022”. 2022.

Yuanrong Zhou, Diana Swidler, Stephanie Searle, Chelsea Baldino. “LIFE-CYCLE GREENHOUSE GAS EMISSIONS OF BIOMETHANE AND HYDROGEN PATHWAYS IN THE EUROPEAN UNION”. ICCT, 2021.

Zemo Partnership, “Vehicle life cycle GHG emissions study to show the role of renewable fuels in meeting net zero”, 2024

Zemo Partnership, “Hydrogen Vehicle Well-to-Wheel GHG and Energy Study”, 2021

Zemo Partnership, “Market opportunities to decarbonise heavy duty vehicles using high blend renewable fuels”, 2021