Empresa de Pesquisa Energética

NOTA TÉCNICA

Estudos prospectivos sobre oferta, demanda, investimentos e o abastecimento de GLP no Brasil

NOVEMBRO DE 2022

Ministério de
Minas e Energia

NOTA TÉCNICA EPE/DPG-DEA/2022/01

Coordenação Geral
Giovani Vitória Machado
Heloisa Borges Bastos Esteves

Coordenação Executiva
Angela Oliveira da Costa
Carla da Costa Lopes Achão
Marcos Frederico Farias de Souza

Coordenação Técnica
Ana Cláudia Sant`Ana Pinto
Arnaldo dos Santos Júnior
Marcelo Castello Branco Cavalcanti
Patrícia Feitosa Bonfim Stelling

Equipe Técnica
Carlos Eduardo Rinco de Mendonça Lima
Cláudia Maria Chagas Bonelli
Fernanda Marques Pereira Andreza
Gabriel da Silva A. Jorge
Henrique Plaudio Gonçalves Rangel
Marcelo Castello Branco Cavalcanti
Patrícia Feitosa Bonfim Stelling
Patrícia Messer Rosenblum
Thiago Toneli Chagas

Suporte Administrativo
Sergio Augusto Melo de Castro

Imagens da Capa

1. Adaptado de TF Warren Group.
2. Adaptado de Click Petróleo e Gás – Divulgação.
3. Adaptado de PPI.
4. Adaptado de Suape.

Ministério de Minas e Energia

Ministro de Estado
Adolfo Sachsida

Secretária-Executiva
Hailton Madureira de Almeida

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético
José Guilherme de Lara Resende

Secretário de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
Rafael Bastos da Silva

epe
Empresa de Pesquisa Energética

Presidente
Thiago Vasconcelos Barral Ferreira

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais
Giovani Vitória Machado

Diretor de Estudos de Energia Elétrica
Erik Eduardo Rego

Diretora de Estudos do Petróleo, Gás e Biocombustíveis
Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretora de Gestão Corporativa
Angela Regina Livino de Carvalho

http://www.epe.gov.br

Identificação do Documento e Revisões

Empresa de Pesquisa Energética

Área de estudo

Diretoria de Estudos do Petróleo, Gás e Biocombustíveis (DPG)

Superintendência de Derivados de Petróleo e Biocombustíveis (SDB)

Superintendência de Petróleo e Gás Natural (SPG)

Diretoria de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais (DEA)

Superintendência de Estudos Econômico-Energéticos (SEE)

Estudo

Estudos prospectivos sobre oferta, demanda, investimentos e o abastecimento de GLP no Brasil

Revisão	Data de emissão	Descrição
r0	11/11/2022	Publicação no site da EPE

Sumário

Introdução 1

1. Demanda doméstica de GLP 2

1.1. Usos proibidos do GLP 3

1.1.1. Demanda do setor de transportes 5

1.1.1.1. Comparativo de preços de combustíveis no Brasil e no México 7

1.1.1.2. Estimativa da demanda do setor de transportes 11

1.1.2. Demanda do setor industrial 13

1.2. Potencial Técnico 17

1.2.1. Indústria 18

1.2.1.1. Uso não energético do GLP na produção de petroquímicos básicos 18

1.2.1.2. Consumo final energético na indústria 23

1.2.2. Setor residencial 26

1.2.2.1. Avanço do uso residencial de GLP em substituição às biomassas tradicionais 28

1.3. Consolidação 30

2. Investimentos para produção, movimentação e abastecimento de GLP 33

2.1. Investimentos em refino 33

2.2. Investimentos em Unidades de Processamento de Gás Natural (UPGN) 34

2.3. Investimentos em infraestrutura logística 37

2.3.1. Região Norte 37

2.3.2. Região Sudeste 38

2.3.3. Região Nordeste 39

3. Oferta doméstica de GLP 42

3.1. Cenário de referência do PDE 2031 42

3.2. Trajetória de oferta conservadora 43

3.3. Trajetória de oferta expansionista 44

3.4. Resultados de oferta 46

4. Balanço nacional de GLP 48

4.1. Cenário de referência do PDE 2031 49

4.2. Demanda com potencial residencial e oferta expansionista 50

4.3. Demanda com incremento de liberação de outros usos e oferta do PDE 2031 51

4.4. Demanda com incremento de liberação de outros usos e oferta conservadora 52

5. Balanços regionais de GLP 54

6. Considerações finais 59

Agradecimentos 61

Referências bibliográficas 62

Lista de Figuras

Figura 1 – Demanda de GLP por setor no cenário referência do PDE2031 2

Figura 2 – Evolução da frota brasileira de veículos movidos a GNV 11

Figura 3 – Estimativa da frota brasileira movida a GLP 11

Figura 4 – Demanda potencial de GLP para o setor automotivo no Brasil 12

Figura 5 – GLP como matéria prima petroquímica nas Regiões Sul e Sudeste 22

Figura 6 – Estimativa de entrada de Capacidade Instalada de plantas petroquímicas típicas com carga de GLP 23

Figura 7 – Potencial técnico da demanda industrial de GLP 25

Figura 8 – Potencial técnico de consumo de GLP na indústria em 2031 (mil m³) 25

Figura 9 – Potencial técnico de consumo de GLP por segmento industrial em 2031 26

Figura 10 – Potencial técnico adicional para a demanda de GLP 31
Figura 11 – Potencial técnico total da demanda de GLP 31
Figura 12 – Áreas portuárias no Terminal Petroquímico de Miramar 37
Figura 13 – Vista aérea das áreas STS-08 e STS-08a no Porto de Santos 39
Figura 14 – Vista aérea do Porto de Suape 40
Figura 15 – Trajetória de referência para produção nacional de GLP 42
Figura 16 – Trajetória Conservadora para produção nacional de GLP 44
Figura 17 – Trajetória expansionista para produção nacional de GLP 46
Figura 18 – Curva de oferta de GLP de UPGN das três trajetórias 46
Figura 19 – Oferta de GLP prevista em 2031 nas três trajetórias 47
Figura 20 - Importação de GLP no Brasil 48
Figura 21 – Balanço nacional de GLP no cenário 1 (referência) 49
Figura 22 – Balanço nacional de GLP na combinação de trajetórias nº 2 51
Figura 23 – Balanço nacional de GLP na combinação de trajetórias nº 3 52
Figura 24 – Saldo líquido de GLP em 2031 por região 54
Figura 25 – Fluxos inter-regionais de GLP no cenário de referência (PDE 2031) 55
Figura 26 – Fluxos inter-regionais de GLP na combinação de trajetórias nº 2 56
Figura 27 – Fluxos inter-regionais de GLP na combinação de trajetórias nº 3 57

Tabela

Tabela 1 – Histórico de leis e normas que regularam os usos permitidos para o GLP 4
Tabela 2 – Indicadores de GLP veicular no ano de 2019 5
Tabela 3 – Indicadores socioeconômicos e frota em países selecionados em 2019 6
Tabela 4 – Preço dos combustíveis e tributação no México (pesos/litro) 8
Tabela 5 – Preço dos combustíveis e tributação no Brasil 9
Tabela 6 – Preços de combustíveis – Comparação Brasil e México 10
Tabela 7 – Preço das fontes de energia 14
Tabela 8 – Rendimento energético (BEU 2005) 14
Tabela 9 – Preços em energia útil e relativos ao GLP, considerando o rendimento energético 15
Tabela 10 – Participação do consumo de GLP na indústria em 2020 17
Tabela 11 – Dados de importação de propeno e derivados por região no Brasil 19
Tabela 12 – Coeficiente de consumo por produto 20
Tabela 13 – Premissas adotadas no cenário alternativo 21
Tabela 14 – Consumo de GLP CASO PP: cenário alternativo 21
Tabela 15 – Premissas adotadas no cenário potencial 21
Tabela 16 – Consumo de GLP CASO PP: Cenário Potencial 22
Tabela 17 – Crescimento incremental da demanda não energética de GLP petroquímico (mil m³) 23
Tabela 18 – Fontes consumidas por serviço energético e substituição por GLP no potencial técnico 24
Tabela 19 – Crescimento incremental da demanda energética residencial de GLP a partir da substituição das biomassas tradicionais para os cenários potencial, alternativo 1 e alternativo 2 29
Tabela 20 – Consumo potencial adicional de GLP por setor (mil m³) 30
Tabela 21 – Consumo projetado em trajetória de liberação de outros usos 32
Tabela 22 – Investimentos em instalações de processamento de gás natural nos cenários analisados 36
Tabela 23 – Resumo informativo dos arrendamentos portuários realizados no Pará 38
Tabela 24 – Resumo informativo dos investimentos projetados para a Região Nordeste 41
Tabela 25 – Comparativo das trajetórias de oferta e demanda com o PDE 2031 49

Introdução

O Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) é uma mistura inflamável de hidrocarbonetos de cadeia curta, como propano, butano e propeno, obtido essencialmente no processo de refino do petróleo ou no processamento de gás natural. Quando submetido a altas pressões, o GLP se liquefaz, tornando seu processo de engarrafamento e abastecimento prático, rápido e seguro. Normalmente, é comercializado em cilindros ou botijões, como o botijão de 13 kg (P-13), permitindo acomodar grande quantidade de energia em pequenos espaços.

De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN) 2022, 78,6% do GLP demandado no Brasil em 2020 foi utilizado no setor residencial (EPE, 2022a). O principal uso do GLP nos domicílios do País está associado à cocção de alimentos (e, por isso, o termo “gás de cozinha” está popularmente associado ao GLP), mas ele também pode ser usado para aquecimento de água e como combustível em diversos aparelhos domésticos.

Esta Nota Técnica visa, com base em exercícios de cenarização simplificada, verificar a relevância de investimentos em infraestrutura de produção e movimentação do GLP, apoiar encaminhamentos de políticas públicas e avaliar possíveis desdobramentos para cada situação analisada.

1. Demanda doméstica de GLP

De acordo com o BEN 2022, foram consumidos 13,6 milhões m³ de Gás Liquefeito do Petróleo (GLP) no Brasil em 2021, sendo 78,6% no setor Residencial, 13,1% nas Indústrias, 4,9% nos Comércios, 3,1% no setor Público e 0,3% na Agropecuária (EPE, 2022a).

No setor Industrial, o uso energético do GLP está associado principalmente ao serviço de aquecimento direto nos ramos de Alimentos e Bebidas (24,9%) e de outras indústrias, tomando como base Balanço de Energia Útil (BEU) de 2016, além do uso em empilhadeiras. O BEN não aponta historicamente consumo final não energético, ou seja, uso como matéria-prima no País (EPE, 2022a).

No âmbito dos estudos de planejamento, a EPE realiza projeções do consumo de GLP nos setores de demanda a partir de modelagens matemáticas que buscam extrapolar os números consolidados anualmente no BEN. Para o cenário do PDE 2031, os valores encontrados no horizonte decenal estão exibidos na Figura 1.

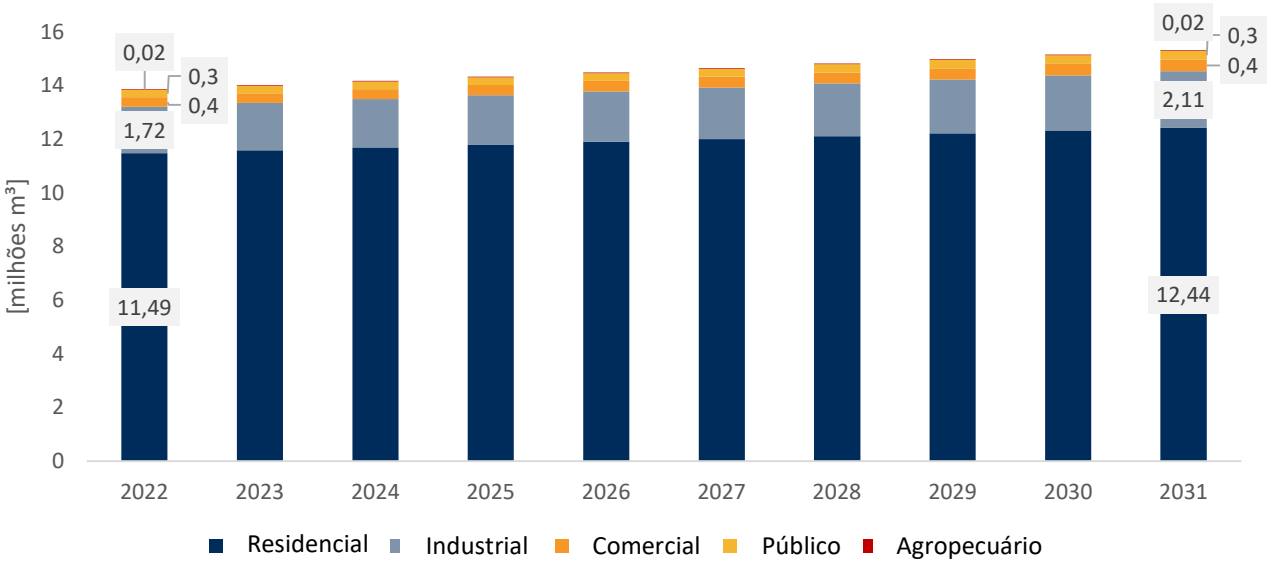

Figura 1 – Demanda de GLP por setor no cenário referência do PDE2031
Fonte: EPE (2022b).

Nota: Os setores petroquímico, energético e de transportes não apresentam consumo no cenário do PDE 2031.

Além do cenário do PDE 2031, esta Nota Técnica avaliará trajetórias que estimem a demanda potencial dos setores residencial e industrial, os dois mais representativos, bem como o incremento com a liberação de outros usos, pois diferentemente de outras fontes energéticas, nem toda forma de utilização é permitida no Brasil.

1.1.Usos proibidos do GLP

A primeira restrição ao uso de GLP foi feita através da Resolução n°4/1974 do Conselho Nacional do Petróleo (CNP), extinto órgão governamental, e definiu a proibição da utilização do GLP em veículos automotivos, exceção feita a empilhadeiras. A Resolução foi publicada após o Primeiro Choque do Petróleo, momento em que o País era largamente importador de petróleo e o ano em que a importação líquida de GLP cresceu aproximadamente 50% (EPE, 2022a), e encontrava dificuldades de garantia de abastecimento de GLP com a política de formação de preços que tributava menos esse combustível do que a gasolina (MME, 2019; CNP, 1974).

Ao longo das décadas seguintes, a entrada de refinarias permitiu o aumento da produção de GLP, mas o crescimento da demanda superou o da produção, especialmente ao final da década de 1980, elevando o desafio da garantia do abastecimento de GLP. Da segunda metade da década de 1970 ao final da década de 1980, a restrição ao uso do combustível supracitado fora revisada diversas vezes, expandindo-o para outros segmentos da economia (MME, 2019). Em um contexto de insegurança ao abastecimento de GLP no mercado doméstico em decorrência da Guerra do Golfo, aprovou-se a Lei nº 8.176/1991, que reforçou a proibição ao uso de GLP em motores de qualquer espécie (inclusive para fins automotivos), saunas, caldeiras e aquecimento de piscinas, constituindo a prática crime contra a ordem econômica (BRASIL, 1991).

Posteriormente, em 1997, foi aprovada a Lei nº 9.478/1997 (Lei do Petróleo), criando a Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP), concedendo a ela competência para implementar a política nacional de petróleo, gás natural e biocombustíveis, com ênfase na garantia do suprimento de derivados de petróleo, gás natural e seus derivados, protegendo os interesses dos consumidores quanto a preço, qualidade e oferta dos produtos (Brasil, 1997). Neste sentido, passou à ANP a atribuição de regular as restrições de uso do GLP, elencadas na Lei nº 8.176/1991. O arcabouço infralegal mais recente referente ao GLP é a Resolução ANP nº 49/2016, que veda sua utilização em I - motores de qualquer espécie, inclusive com fins automotivos, exceto empilhadeiras e equipamentos industriais de limpeza movidos a motores de combustão interna; II - saunas; III - caldeiras; e IV - aquecimento de piscinas, exceto para fins medicinais (ANP, 2016).

A Tabela 1 mostra, de forma resumida, a cronologia de atos normativos e leis que regularam os usos permitidos de GLP.

Tabela 1 – Histórico de leis e normas que regularam os usos permitidos para o GLP

Lei ou Dispositivo infralegal	Proibição de usos
Resolução CNP nº 4/1974	Veículos automotivos (exceto empilhadeiras).
Resolução CNP nº 13/1976	Veículos automotivos (exceto empilhadeiras), a menos que autorizado pelo CNP, em particular para experiências com vistas ao desenvolvimento tecnológico.
Resolução CNP nº 11/1978	Proíbe o uso de GLP em motores (exceto empilhadeiras), saunas e aquecimento de água para piscinas.
Resolução CNP nº 4/1989	Uso automotivo, motores estacionários, saunas e aquecimento de piscinas.
Portaria MINFRA nº 843/1990	Motores de qualquer espécie, saunas, caldeiras e aquecimento de piscinas ou para fins automotivos, exceto quando em empilhadeiras no segmento industrial.
Lei nº 8.176/1991	Constitui crime contra a economia popular o uso de GLP em motores de qualquer espécie, uso para fins automotivos (exceto quando em empilhadeiras no segmento industrial), saunas, caldeiras, aquecimento de piscinas, exceto para fins medicinais.
Resolução ANP nº 15/2005	Motores de qualquer espécie, uso para fins automotivos (exceto quando em empilhadeiras no segmento industrial), saunas, caldeiras, aquecimento de piscinas, exceto para fins medicinais.
Resolução CNPE nº 1/2015	Motores de qualquer espécie, uso para fins automotivos (exceto quando em empilhadeiras no segmento industrial), saunas, caldeiras, aquecimento de piscinas, exceto para fins medicinais. Recomendação de manter a restrição enquanto perdurarem situações que comprometam a adequada formação dos preços do GLP.
Resolução ANP nº 49/2016	Motores de qualquer espécie, inclusive para fins automotivos, exceto quando em empilhadeiras e equipamentos industriais de limpeza movidos a motores de combustão interna, saunas, caldeiras, aquecimento de piscinas, exceto para fins medicinais.

Fonte: Elaborado por EPE

As próximas subseções estimam o consumo de GLP em motores industriais e veiculares, e em caldeiras industriais. Em relação ao consumo incremental em saunas, caldeiras comerciais, aquecimento de piscina nem geradores elétricos a GLP, em função da limitação de dados e modelos, optou-se por não realizar quantificação para tais usos nesse momento.

A relevância desta demanda incremental é também indicada em estudos do setor (SINDIGÁS, 2020), que estimam em 2,8% da demanda total projetada pela EPE para 2031.

1.1.1. Demanda do setor de transportes

A estimativa da demanda potencial de GLP automotivo, dada a proibição do seu uso no País, foi obtida a partir do desenvolvimento de metodologia que considerou dados e experiências internacionais.

O relatório da *World Liquified Petroleum Gas Association* (WLPGA, 2020) foi utilizado como ponto de partida para o estudo do potencial de demanda do setor automotivo no Brasil, apresentando dados de consumo, frota de veículos e pontos de revenda em países que utilizam o GLP no mercado veicular, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Indicadores de GLP veicular no ano de 2019

País	Consumo (mil toneladas)	Frota (mil unidades)	Pontos de revenda
Turquia	3.354	4.662	10.841
Rússia	3.250	3.000	4.950
Coréia do Sul	3.035	2.022	1.948
Polônia	1.925	3.282	7.558
Ucrânia	1.800	2.600	5.200
Itália	1.660	2.574	4.200
México	1.173	407	2.086
China	1.151	185	560
Tailândia	1.023	854	1.894
Japão	803	165	1.396
Índia	429	2.500	1.400
Alemanha	390	371	7.100
Bulgária	385	480	2.700
Austrália	306	347	2.600
Canadá	258	55	2.250
Grécia	255	300	1.150
Estados Unidos	219	185	3.000
Países Baixos	127	137	1.359
Lituânia	96	105	350
República Tcheca	89	170	908
Espanha	86	99	1.155
Reino Unido	61	105	1.100
Sérvia	57	120	570
França	51	187	1.579
Portugal	36	57	396

Fonte: Adaptado de WLPGA (2020)

Como pode ser observado, a maior demanda mundial de GLP veicular e a maior frota de veículos movidos a esse combustível encontram-se na Turquia, bem como o maior número de pontos de revenda[1].

Para estimar a demanda potencial de GLP automotivo no Brasil, utilizou-se o método de avaliação comparativa a partir do país com indicadores socioeconômicos mais próximos aos nacionais. Com isso, dados de população, PIB e frota veicular foram levantados de forma a auxiliar na comparação, sendo apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Indicadores socioeconômicos e frota em países selecionados em 2019

País	População (milhões)	PIB (bilhões US$)	PIB *per capita* (US$)	Frota (milhões)	Veículos/mil habitantes
Turquia	83,43	761,00	9.121,52	12,01	144
Rússia	144,41	1.687,45	11.685,42	42,31	293
Coréia do Sul	51,76	1.651,42	31.902,42	19,46	376
Polônia	37,97	597,28	15.732,20	20,39	537
Ucrânia	44,39	153,88	3.466,91	7,68	173
Itália	59,73	2.009,38	33.641,63	40,56	679
México	127,58	1.269,43	9.950,45	35,08	275
China	1.407,75	14.279,94	10.143,84	116,84	83
Tailândia	69,63	544,26	7.817,01	14,34	206
Japão	126,26	5.148,78	40.777,61	74,62	591
Índia	1.366,42	2.870,50	2.100,75	24,60	18
Alemanha	83,09	3.888,33	46.794,90	47,53	572
Bulgária	6,98	68,92	9.879,27	2,74	393
Austrália	25,37	1.391,95	54.875,29	18,19	717
Canadá	37,60	1.742,02	46.328,67	22,82	607
Grécia	10,72	205,14	19.133,76	6,69	624
Estados Unidos	328,33	21.433,22	65.279,53	261,68	797
Países Baixos	17,34	910,19	52.476,27	9,16	528
Lituânia	2,79	54,70	19.575,77	1,56	560
República Tcheca	10,67	252,50	23.660,15	5,18	485
Espanha	47,13	1.393,05	29.554,49	27,95	593
Reino Unido	66,84	2.878,67	43.070,50	34,69	519
Sérvia	6,95	51,51	7.417,20	1,65	238
França	67,25	2.728,87	40.578,64	38,87	578
Portugal	10,29	239,99	23.330,82	5,64	548

Fonte: WORLDBANK (2022a, 2022b) e OUR WORLD IN DATA (2022)

[1] Foram observadas heterogeneidades nos dados, como por exemplo a 6ª maior frota de veículos a GLP é na Índia, que possui apenas o 11º maior consumo deste combustível no setor de transportes.

Como pode ser observado, países com PIB semelhante ao Brasil, como Coréia do Sul, Itália ou Canadá, possuem indicadores socioeconômicos bem distintos dos brasileiros, com o PIB *per capita* canadense sendo quase 5 vezes o do Brasil. Buscando os países com PIB *per capita* próximos ao do País, encontra-se Turquia, México, Tailândia e Bulgária. No entanto, a comparação pode ser dificultada, pois, por exemplo, a Turquia parece possuir um mercado de GLP automotivo bastante desenvolvido e estabelecido enquanto a Bulgária possui uma frota total de veículos equivalente a 10% da brasileira.

Selecionou-se o México como fonte de parâmetros para o estudo inicial, dada a maior aproximação em termos populacionais, de PIB *per capita* e de magnitude da frota de veículos. A participação de veículos movidos a GLP na frota total mexicana em 2019 foi escolhida como o indicador chave a ser atingido em 2031 no Brasil, de forma a obter a simulação de potencial demanda automotiva para esta fonte energética. Para avaliar o grau de estímulo à penetração desta rota tecnológica no mercado automotivo brasileiro, a seguir compara-se a base de preços praticados para GLP e gasolina em ambos os países nos últimos anos.

1.1.1.1. Comparativo de preços de combustíveis no Brasil e no México

A penetração de tecnologia automotiva geralmente está associada a uma série de fatores, tais como custo de aquisição ou conversão do veículo, disponibilidade de infraestrutura de abastecimento e acessibilidade ao seu uso, bem como o estímulo recebido pelo consumidor enquanto o custo de deslocamento. Em boa medida, esse custo operacional é largamente influenciado pelo preço dos combustíveis nos padrões atuais de uso veicular. No México, o GLP compete no mercado com a gasolina e o óleo diesel. No Brasil, óleo diesel e gasolina tem concorrência limitada (BRASIL, 1976, 1994) e GLP não compete neste mercado (BRASIL, 1991), mas a gasolina possui outros concorrentes com potencialidades regionais (etanol hidratado e gás natural veicular - GNV). Independentemente de não haver comercialização de GLP automotivo no Brasil, esta seção apresenta a comparação dos principais condicionantes formadores de preços do GLP e da gasolina nos dois países, a fim de avaliar a competitividade desta fonte diante do estágio tecnológico contemporâneo. A Tabela 4 apresenta os tributos pagos, os preços dos combustíveis para o consumidor e o preço sem tributação no México, para os anos de 2018 e 2019.

Tabela 4 – Preço dos combustíveis e tributação no México (pesos/litro)

	2018	2019
Preços na bomba		
GLP	10,25	9,62
Óleo diesel	18,94	21,16
Gasolina	19,32	20,78
Total de tributos		
GLP	1,41	1,33
Óleo diesel	2,61	2,92
Gasolina	2,66	2,87
Preço sem tributos		
GLP	8,84	8,29
Óleo diesel	16,31	18,24
Gasolina	16,66	17,91

Fonte: Adaptado de WLPGA (2020)

Analisando os dados apresentados na Tabela 4, é possível observar que os combustíveis elencados apresentam a mesma carga tributária, com os tributos representando 14% do preço final ao consumidor. Além de o consumidor usufruir de um preço do combustível mais baixo, os veículos movidos a GLP no México são isentos da taxa veicular anual e alguns automóveis são livres de restrições a circulação impostas para garantia da qualidade do ar (WLPGA, 2020).

Importante registrar que até 2017 os preços dos combustíveis no México não estavam alinhados ao mercado internacional, possuindo um teto. Ademais, ainda que não estejam disponíveis os valores aplicados mais recentemente, para o GLP, houve um retorno de tal política de apoio à população (México, 2021).

Para o Brasil, a Tabela 5 apresenta os preços ao consumidor final, total de tributos e o preço sem tributos para o GLP, óleo diesel e gasolina.

Tabela 5 – Preço dos combustíveis e tributação no Brasil

	2018	2019	2020	2021
Preços ao consumidor				
GLP (R$/13kg)	68,16	69,14	70,92	91,17
Óleo diesel (R$/l)	3,612	3,683	3,496	4,665
Gasolina (R$/l)	4,455	4,395	4,279	5,829
Total de tributos				
GLP (R$/13kg)	11,92	12,08	12,20	12,91
Óleo diesel (R$/l)	0,880	0,854	0,830	0,917
Gasolina (R$/l)	1,932	1,933	1,910	2,264
Preço sem tributos				
GLP (R$/13kg)	56,24	57,05	58,72	78,26
Óleo diesel (R$/l)	2,732	2,830	2,667	3,748
Gasolina (R$/l)	2,523	2,462	2,374	3,565

Fonte: ANP (2022b)

Diferentemente do observado no México, os combustíveis apresentam cargas tributárias bem distintas no Brasil. O tributo, por exemplo, torna o preço da gasolina em bases volumétricas mais elevado do que o do óleo diesel. Enquanto no GLP os tributos representaram 17% do preço ao consumidor entre 2018 e 2020, no óleo diesel a participação foi de 24% e alcançou 44% na gasolina. A menor carga tributária do GLP se baseia no fato de que cerca de 80% do uso deste combustível ocorre no setor residencial (EPE, 2022a), para cocção de alimentos, podendo ter significativo efeito social. Esse desbalanceamento entre os preços relativos dos combustíveis pode resultar em maior penetração da alternativa de motorização a GLP e consequente maior demanda futura deste combustível. A Tabela 6 ilustra as tabelas anteriores na mesma base monetária.

Tabela 6 – Preços de combustíveis – Comparação Brasil e México

	Brasil		México		Variação	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Preços na bomba						
GLP (US$/kg)	1,43	1,35	0,97	0,91	49%	49%
Óleo diesel (US$/l)	0,99	0,93	0,99	1,10	0%	-15%
Gasolina (US$/l)	1,22	1,11	1,00	1,08	21%	3%
Total de tributos						
GLP (US$/kg)	0,25	0,24	0,13	0,13	89%	88%
Óleo diesel (US$/l)	0,24	0,22	0,14	0,15	77%	43%
Gasolina (US$/l)	0,53	0,49	0,14	0,15	282%	229%
Preço sem tributos						
GLP (US$/kg)	1,18	1,11	0,83	0,78	42%	43%
Óleo diesel (US$/l)	0,75	0,72	0,85	0,95	-12%	-24%
Gasolina (US$/l)	0,69	0,62	0,87	0,93	-20%	-33%

Fonte: Elaborado por EPE

Apesar desta relação tributária amplamente favorável ao GLP no Brasil, o preço relativo gasolina/GLP, um indicador de variação do custo operacional diante de conversão do motor do veículo, é menor no Brasil. Neste sentido, a economicidade da conversão no México é maior, recuperando o investimento em menor tempo. Isto ocorre em função da parcela ex-tributos (preço de realização e margens brutas de distribuição e revenda) do GLP no México sendo 43% mais barato que no Brasil, em 2019; enquanto a gasolina brasileira foi, em média, 33% mais barata que no México. Mesmo quando aplicada a paridade ao preço internacional, o México possui uma aparente vantagem comparativa que é o menor custo de acesso ao produto no mercado de referência (está mais próximo aos Estados Unidos). Diante das informações apresentadas não se pode afirmar que as margens brutas praticadas no México são menores do que as do Brasil, mas a magnitude da diferença de preços ex-tributos dificilmente se justificaria somente por preços de realização. Vale lembrar que, como indicado em EPE (2019a), margens brutas incluem lucros e despesas associadas às atividades referidas. Destaca-se que esses fatores elencados são fundamentais para a competição interenergética e que, *ceteris paribus*, a penetração desta rota que utiliza GLP veicular não aparenta fornecer, no Brasil, o mesmo estímulo existente no México. Diante deste registro, considerou-se que, salvo mudanças ou rupturas nos componentes existentes nos preços relativos que favoreçam o GLP no mercado doméstico, dificilmente o resultado brasileiro atingiria a proporção existente no México. Ainda assim, como um ensaio de demanda potencial, utilizou-se a participação existente desta tecnologia na frota mexicana para obter a demanda potencial de GLP automotivo no Brasil, diante de trajetória de liberação deste uso.

1.1.1.2. Estimativa da demanda do setor de transportes

Atualmente proibido no mercado automotivo doméstico, estimou-se o incremento potencial da demanda setorial diante da liberação deste uso. Com frota de 35 milhões de veículos no México, os 407 mil veículos movidos a GLP representam 1,2% do total. Aplicou-se essa participação para o Brasil em 2031, a partir da estimativa da frota veicular brasileira de aproximadamente 50 milhões em 2031 (EPE, 2022b), utilizando-se como base o histórico de vendas e respectiva curva de penetração de outra tecnologia existente no Brasil (GNV) e apresentada na Figura 2.

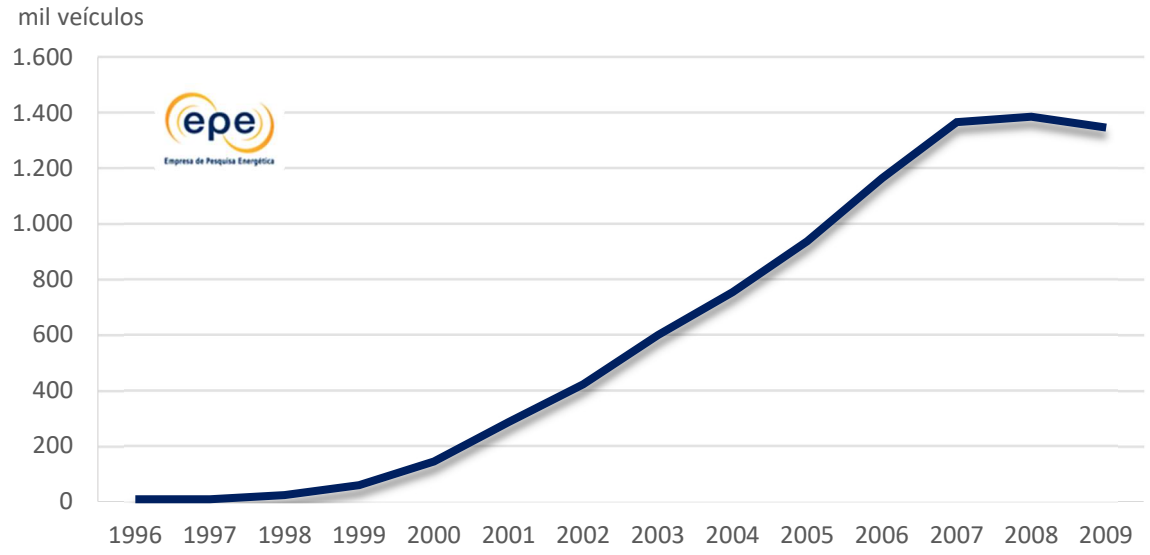

Figura 2 – Evolução da frota brasileira de veículos movidos a GNV

Fonte: Losekann e Vilela (2010)

Desta forma, obtém-se a projeção da curva de veículos movidos a GLP no País, apresentada na Figura 3.

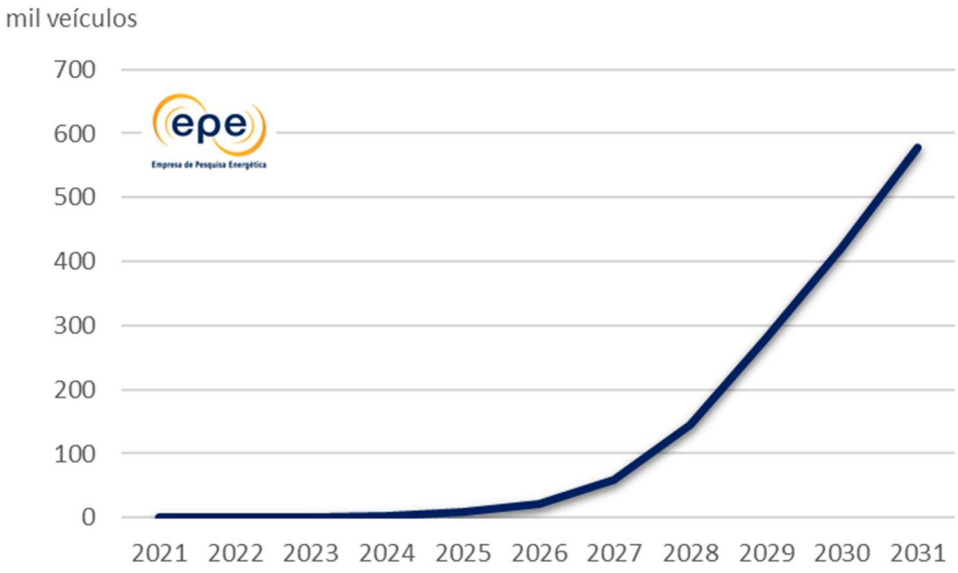

Figura 3 – Estimativa da frota brasileira movida a GLP

Fonte: Elaborado por EPE

Os primeiros veículos convertidos entrariam no mercado no ano de 2023, atingindo 577 mil veículos em 2031. Foram considerados veículos de entrada, com consumo rodoviário de 16,6 km/l e urbano de 13,8 km/l no ano de 2022 (FENABRAVE, 2021, INMETRO, 2021). Aplicou-se, também, ganho de eficiência de 1% ao ano para veículos novos durante o período de estudo, conforme indicado em EPE (2022b). Adotou-se que os veículos movidos a GLP possuem consumo (em km/l) 20% maior que o veículo a gasolina, conforme descrito em *Sustainable Business Toolkit* (2021) e Elgas (2022).

Seguindo a curva de intensidade de uso para automóveis *flex fuel* (em quilômetros por ano, em função da idade do veículo) descrita pela Cetesb (2017) e os demais parâmetros anteriormente apontados, estima-se a curva de demanda por GLP pelo setor automotivo, apresentada na Figura 4.

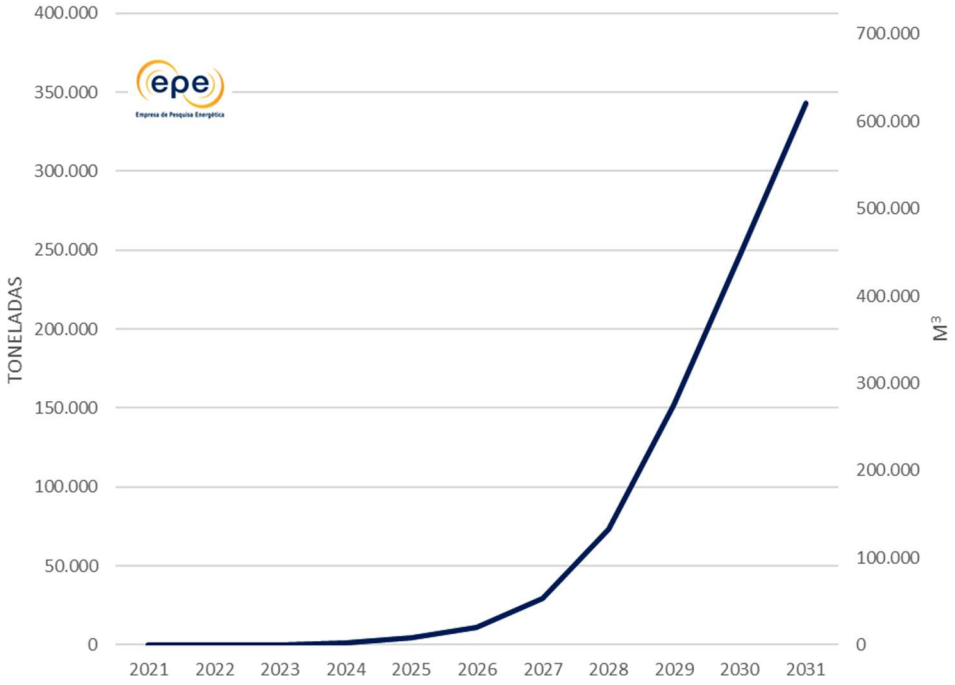

Figura 4 – Demanda potencial de GLP para o setor automotivo no Brasil

Fonte: Elaborado por EPE

Neste contexto, o mercado potencial de GLP veicular atinge cerca de 620 mil m³ ou 350 mil toneladas, um incremento de 4% da demanda estimada no cenário de referência do Plano Decenal de Expansão de Energia 2031 (EPE, 2022b) para o ano de 2031. Ademais, tal montante equivale a cerca de metade das exportações contabilizadas no Plano (EPE, 2022b). Vale destacar que, com a relação de preços analisada (ano de 2019), o GLP demonstrou competitividade aparente no mercado automotivo quando comparado à gasolina[2]. Todavia, não é competitivo quando comparado ao GNV[3], limitando nichos de veículos que transitam bastante e em localidades que não apresentam infraestrutura de GNV.

[2] A rodagem a GLP totaliza R$ 0,686/km para o primeiro ano do veículo, incluindo os custos para a conversão do veículo e R$ 0,278/km, de média, para os anos seguintes, enquanto para a gasolina, o valor é R$ 0,317/km.

[3] A rodagem a GNV totaliza R$ 0,622/km para o primeiro ano do veículo, com os custos de conversão já associados e R$ 0,214/km, de média, para os anos seguintes.

Cabe ressaltar que o objetivo desta Nota Técnica é avaliar o impacto da liberação de outros usos de GLP no abastecimento brasileiro. Portanto, optou-se por dimensionar a potencial frota de veículos movidos a este combustível sem considerar demais alternativas tecnológicas como o processo de eletrificação, que vêm sendo promovido pela indústria automotiva mundial. Tais alternativas poderiam reduzir significativamente a potencial penetração de frota circulante a GLP e, consequentemente, sua demanda associada.

1.1.2. Demanda do setor industrial

O GLP pode ser utilizado em diversas aplicações da indústria, incluindo: aquecimento de ambientes, processos e água, processamento de metais, secagem, produção de alimentos, produção de petroquímicos (será detalhado no item 1.2.1.1), fornos industriais e cogeração.

O uso industrial do GLP fornece benefícios quando comparado com combustíveis pesados, como alta precisão e flexibilidade na temperatura de processo, conteúdo homogêneo, alto poder calorífico, baixa emissão de poluentes (NOx, SOx e particulados) e fácil disponibilidade. Pode reduzir problemas técnicos e a necessidade de manutenção, e aumentar a qualidade de determinados produtos, como cerâmica e vidro.

Em comparação ao gás natural, o GLP tem a vantagem logística de poder ser transportado em pequenas quantidades por caminhões para todo o País, sem depender de infraestrutura de rede, como o gás natural. Com isso, indústrias em locais sem acesso a gás natural poderiam utilizar o GLP.

Estimou-se o consumo de GLP no horizonte decenal caso a proibição do uso em caldeiras e motores deixasse de existir[4]. A análise foi realizada com o módulo de demanda industrial com as mesmas premissas do cenário do PDE 2031. Primeiramente, foi analisado o consumo por fonte de energia para os usos finais de Calor de Processo (CP -associado a caldeiras) e de Força Motriz (FM -associado a motores), para cada segmento industrial, utilizando consumo do BEN e a destinação e rendimento do BEU (MME, 2005; 2016).

As fontes de energia atualmente utilizadas para calor de processo e força motriz na indústria são: óleo diesel, óleo combustível, outras secundárias de petróleo, GLP, gás natural, eletricidade, carvão vapor, coque de carvão mineral, carvão vegetal, lenha, produtos da cana e outras primárias. Foi realizada uma análise de competitividade, reunindo o preço de cada fonte de energia e convertendo para unidade de energia, conforme a Tabela 7.

[4] Também foi estimado o potencial técnico do consumo industrial de GLP, conforme apresentado na sessão 1.2.1.2.

Tabela 7 – Preço das fontes de energia

Fontes	Preço (unidade comercial)	Conversão [7]	Preço (R$ / Mcal)	Fator de emissão (kg CO_2e / Mcal) [8]
GLP [1]	6,22 R$/kg	11.100 kcal/kg	0,560	0,264
Gás natural (150.000 m³/mês) [2]	2,39 R$/m³	8.800 kcal/m³	0,272	0,235
Gás natural (5.000 m³/mês) [2]	3,63 R$/m³	8.800 kcal/m³	0,412	0,235
Óleo diesel [3]	4,05 R$/l	10.100 kcal/kg 840 kg/m³	0,478	0,311
Óleo combustível [4]	3,44 R$/l	9.590 kcal/kg 1.000 kg/m³	0,359	0,325
Lenha [5]	53,23 R$/m³	3.100 kcal/kg 390 kg/m³	0,044	0,008
Carvão vegetal [5]	1,70 R$/kg	6.460 kcal/	0,263	0,028
Eletricidade [6]	0,720 R$/kWh	860 kcal/kWh	0,837	0,147

Fonte: Calculado a partir de ANP (2022f), ARSESP (2018), Petrobras (2022c), IBGE (2020), MME (2005), ANEEL (2022), EPE (2022a), IPCC (2006), IPCC (2013) e MCTI (2021)

Nota: (1) ANP (2022f). Média dos preços do GLP a granel em 2021 no Estado de São Paulo.

(2) ARSESP (2018). Tarifas do gás natural canalizado, área de concessão da Gás Natural S.P.S. S/A, segmento industrial, para consumidores de 150.000 m³/mês ou 5.000 m³/mês (não inclui ICMS). Adiciona 15,6% de tributos, valor estimado com base em Governo do Estado de SP (2020).

(3) ANP (2022f). Média dos preços do óleo diesel B S500 – comum em 2021 no Estado de São Paulo.

(4) Petrobras (2022c). Média dos preços de 2021 (sem tributos) de Paulínia (SP). Adiciona 18% de tributos (valor estimado).

(5) IBGE (2020). Divisão do valor da produção pela quantidade produzida para os produtos lenha e carvão vegetal, ano 2020, Estado de São Paulo. As despesas de frete, taxas e impostos não são incluídas no preço do IBGE, portanto foi adicionado 30% (valor estimado). O preço também possui um acréscimo de 15% referente à diferença do rendimento dos combustíveis sólidos em relação aos líquidos e gasosos utilizados para calor de processo (MME, 2005).

(6) ANEEL (2022). Tarifa média de fornecimento com tributos, em 2021, para classe de consumo industrial, de empresas que atuam no Estado de SP (Enel São Paulo (antiga Eletropaulo), CPFL Paulista, CPFL Piratininga, CPFL Santa Cruz (não foi considerada por indisponibilidade de dados), Elektro, EDP São Paulo e Energisa Sul-Sudeste), no mercado cativo.

(7) EPE, 2022a. Fatores de conversão do BEN 2021.

(8) IPCC (2006) para fatores de emissão, IPCC (2013) para potencial de aquecimento global e MCTI (2021) para fator de emissão da eletricidade em 2020.

Como os equipamentos podem ter rendimentos diferentes dependendo da fonte consumida, foi estimado o rendimento médio por serviço energético e fonte, com base no Balanço de Energia Útil (Tabela 8).

Tabela 8 – Rendimento energético (BEU 2005)

Fontes	Rendimento CP [1]	Rendimento FM
Eletricidade	0,95	0,86 [2]
Combustíveis líquidos e gasosos	0,81	0,48 [3]
Combustíveis sólidos	0,70	n.d.

Fonte: Elaborado por EPE a partir de MME (2005)

Nota: (1) MME (2005). BEU, calor de processo, rendimento e aplicação na geração de calor de processo. O BEU apresenta valores de rendimento para quatro faixas de utilização (A a D), considerando o porte dos equipamentos e associando seu uso a segmentos, sendo: A – setores residencial, comercial e público; B – setores transporte ferroviário, agropecuário, de ferro ligas, cerâmica, cimento e outros setores industriais; C – setores de transporte hidroviário, ferro gusa e aço, mineração e pelotização, e alumínio e outros metais não ferrosos; D – setores energético, química, alimentos e bebidas, têxtil e papel e celulose. Foi calculada a média do rendimento das faixas B, C e D ponderada pelo consumo de eletricidade, diesel (para combustíveis líquidos e gasosos) e lenha mais carvão vegetal (para combustíveis sólidos) dos respectivos segmentos em 2020.

(2) MME (2005). BEU, força motriz, rendimento de motores elétricos. O BEU apresenta valores de rendimento para três faixas de utilização (A a C), considerando o porte dos equipamentos e associando seu uso a segmentos, sendo: A – setores residencial e outros setores industriais; B – setores comercial, público, agropecuário, transporte rodoviário e cerâmica; C – setores energético, transporte ferroviário, ferro gusa e aço, ferro ligas, mineração e pelotização, minerais não ferrosos, química, açúcar, alimentos e bebidas, têxtil, papel e celulose e cimento. Foi calculada a média do rendimento das faixas A, B e C ponderada pelo consumo elétrico dos respectivos segmentos em 2020.

(3) MME (2005). BEU, força motriz, motores estacionários a combustíveis para a faixa A (associada aos setores energético, papel e celulose, açúcar e álcool e metais não ferrosos).

CP – calor de processo

FM – força motriz

Considerando o rendimento de cada fonte e cada serviço energético, foi calculado o preço por energia útil e comparado com o preço por energia útil do GLP. Exemplificando, como caldeiras a lenha são menos eficientes que a GLP, será necessária uma quantidade maior de lenha para gerar a mesma energia útil. O índice de preço equivalente ao GLP já considera essa diferença de rendimento, permitindo a comparação (Tabela 9).

Tabela 9 – Preços em energia útil e relativos ao GLP, considerando o rendimento energético

Fontes	Preço (R$ / Mcal)	Rendimento médio	Preço – CP (R$ / Mcal útil)	Preço – FM (R$ / Mcal útil)	Índice de preços (GLP = 100)
GLP	0,560	0,81 (CP) 0,48 (FM)	0,69	1,17	100
Gás natural (150.000 m³/mês)	0,272	0,81 (CP) 0,48(FM)	0,33	0,57	49
Gás natural (5.000 m³/mês)	0,412	0,81 (CP) 0,48(FM)	0,51	0,86	74
Óleo diesel	0,478	0,81 (CP) 0,48(FM)	0,59	1,00	85
Óleo combustível	0,359	0,81 (CP) 0,48(FM)	0,44	0,75	64
Lenha	0,044	0,70 (CP)	0,06		9
Carvão vegetal	0,228	0,70 (CP)	0,33		47
Eletricidade	0,837	0,95 (CP) 0,86 (FM)	0,88	0,97	127 (CP) 83 (FM)

Fonte: Calculado a partir de ANP (2022f), ARSESP (2018), Petrobras (2022c), IBGE (2020), MME (2005), ANEEL (2022) e EPE (2022a)

Na análise realizada com preços de 2020 e 2021 para o estado de São Paulo, com exceção da eletricidade para calor de processo (geração de calor), o GLP se mostrou como a fonte de energia mais cara, 15% acima do óleo diesel e 26% a 51% acima do gás natural. Em uma análise qualitativa, foi considerado que o GLP não é competitivo em relação ao uso atual de outras secundárias de petróleo, carvão vapor, coque de carvão mineral, produtos da cana e outras primárias utilizados para calor de processo e força motriz. Considerando um preço para as emissões de gases de efeito estufa, por exemplo US$ 10/ t CO_2e, o preço dos combustíveis analisados aumenta de 0,9% (eletricidade) a 5,6% (óleo combustível), e não muda a relação de preço entre as fontes.

O preço relativo dos combustíveis pode mudar ao longo do tempo e varia para cada localidade. Os preços internacionais dos derivados de petróleo, em geral, acompanham o preço do petróleo, mas cada fonte possui uma dinâmica específica, resultando em um *spread* diferente em relação ao óleo. O *spread* do propano (importante componente do GLP) é influenciado pela produção de gás natural nos Estados Unidos, exportações de líquidos de gás natural (LGN) e gás natural liquefeito (GNL), sobreoferta de gás natural no Golfo do México e pela demanda por GLP (EPE, 2020). Mesmo diante de um *spread* historicamente superior entre petróleo e GLP, favoravelmente ao primeiro, o preço do GLP no Brasil não demonstrou competitividade frente às alternativas energéticas. Vale indicar que a composição do preço no País possui importantes contribuições de tributos e da margem de distribuição e revenda. Caso a precificação do GLP o torne competitivo, as conclusões aqui apresentadas podem se alterar.

Há caldeiras *dual fuel*, que podem operar com gás e óleo, permitindo ao consumidor alterar o combustível utilizado com facilidade, caso seja vantajoso. O preço tende a ser maior do que de caldeiras que permitem utilizar apenas um combustível. A conversão para alterar o combustível de entrada de um motor ou caldeira existentes exige investimento e mão de obra especializada, considerar questões de segurança e espaço relacionadas ao armazenamento dos botijões e mudanças na operação. A indústria pode ter receio, em geral, a mudanças significativas em seus processos produtivos, portanto a necessidade de conversão ou troca do equipamento é uma barreira para o maior uso do GLP (ANP, 2020a).

Especificamente para caldeiras elétricas, é mais barato utilizar GLP do que eletricidade. O consumo de eletricidade para calor de processo em 2031 equivale a 282 mil m³ de GLP (já considerando a diferença de rendimento entre fontes), o que corresponde a 17% do consumo de GLP na indústria em 2021 (EPE, 2022a; 2022b). Entretanto, para avaliar se há viabilidade econômica para a troca da caldeira ou a instalação de uma nova caldeira a GLP deve-se considerar a diferença do custo de investimento dos equipamentos e demais recursos necessários (que não foi objeto dessa análise), eventuais limitações de espaço para armazenamento do combustível e condições de fornecimento. Também há de se considerar que a tendência mundial busca a eletrificação e descarbonização, não corroborando algum estímulo para a substituição das caldeiras elétricas. E mesmo em caso de substituição, ainda há a possiblidade de substituir por combustíveis mais competitivos.

Portanto, a partir da análise realizada, conclui-se que o GLP não se mostra atualmente competitivo com outras fontes para os segmentos industriais analisados nesta seção, e o fim da restrição do uso de caldeiras e motores não aumentaria significativamente a demanda atual de GLP na indústria. Nesta análise, não foi considerado o uso em geradores elétricos.

Adicionalmente, foi realizada a comparação internacional da participação do GLP na indústria de outros países e indicação dos segmentos com maior consumo, uma vez que a composição da estrutura da indústria varia em cada país (Tabela 10). Observou-se que o *market share* do GLP na indústria brasileira hoje (1,2%) está na ordem de grandeza da média dos países selecionados.

Tabela 10 – Participação do consumo de GLP na indústria em 2020

País	Participação do GLP na indústria	Segmentos com maior consumo (e participação do GLP no consumo do segmento)
Estados Unidos	0,3%	Construção (2,1%) e maquinário (0,8%)
Portugal	1,2%	Alimentos e tabaco (3,4%) e maquinário (8,8%)
México	2,0%	Outras indústrias (3,2%) e mineração (8,3%)
Chile	2,3%	Outras indústrias (8,8%) e papel, celulose e impressão (0,6%)
Brasil	1,2%	Alimentos e bebidas (1,0%) e outras indústrias (2,6%)

Fonte: Baseado em IEA (2022) *World Energy Balances database*, www.iea.org/data-and-statistics. e EPE (2021).

Nota: a classificação dos segmentos industriais no Brasil é realizada conforme o Balanço Energético Nacional, enquanto para os demais países utiliza-se a classificação do ISIC (*International Standard Industrial Classification*).

Também corrobora para esse resultado o fato de não haver restrições ao uso de GLP para fornos e secagem, por exemplo, e mesmo neste caso o consumo atual é de apenas cerca de 20% do potencial técnico (conforme estimado na sessão 1.2). No segmento de minerais não metálicos, por exemplo, que possui alta demanda de calor em fornos (uso sem restrições), de acordo com a pesquisa de Análise da Eficiência Energética em Segmentos Industriais Selecionados (EPE, 2018), todas as plantas de cerâmica branca e vidro utilizam gás natural. Ainda de acordo com a pesquisa, a produção de cerâmica vermelha no Brasil usa basicamente biomassas (lenha, serragem e cavaco), e a única planta da amostra que utilizava gás natural indicou a intenção de migrar para lenha, por questões econômicas. Isso sinaliza que não aparenta ser economicamente viável substituir biomassas ou gás natural por GLP nessas indústrias.

1.2.Potencial Técnico

Em 2021 o consumo de GLP representou 3,2% do consumo final de energia, participação inferior a diversas outras fontes energéticas (EPE, 2022a). Isso pode ocorrer por diversos motivos, como a elevada competitividade de outras fontes nos distintos mercados. Como a relação de preços entre as fontes pode mudar no futuro, principalmente em um cenário de maior oferta de GLP, para conhecer os limites desse mercado, essa sessão calcula o potencial técnico de consumo de GLP até 2031, no segmento industrial, como matéria-prima petroquímica e no setor residencial. A estimativa do potencial técnico não considera o preço relativo.

1.2.1. Indústria

Usado muitas vezes como solução energética, o GLP desempenha um relevante papel, seja na redução de custos, na melhoria da eficiência e/ou na redução de emissões. O uso do GLP na combustão pode reduzir impactos ambientais e sua operação é reconhecidamente um benefício devido principalmente à menor emissão de poluentes locais e menor formação de fuligem. Essa mesma vantagem se verifica na utilização do GLP como matéria-prima petroquímica, visto que a queima do propano possui menor teor de contaminantes do que a nafta petroquímica, por exemplo.

1.2.1.1. Uso não energético do GLP na produção de petroquímicos básicos

Considera-se, neste estudo, as vantagens e desvantagens do uso do GLP na petroquímica. O GLP permite a este segmento industrial e às demais indústrias um estoque independente da rede de distribuição, ampliando assim a segurança de abastecimento para os processos de fabricação contínuos. Entretanto, há que se considerar uma forte concorrência, na qual a matéria-prima disputa com um mercado de combustível intensamente atrelado às questões regulatórias e sociais (uso doméstico na cocção). Adicionalmente, há substitutos, matérias primas petroquímicas alternativas que o mercado nacional já apresenta *expertise* além da possibilidade de ampliação de unidades existentes e em operação (etano e propano do gás natural e etanol) (EPE, 2018).

Tradicionalmente, o uso do propano como matéria-prima tem sido limitado devido ao preço relativo ser considerado alto. Com o advento do *shale gas* nos Estados Unidos, o aumento da disponibilidade e, em consequência, a redução do preço, ampliou-se o interesse e a competitividade desse produto como matéria-prima para produção de propeno (petroquímico básico de 1ª geração).

O único caso de uso não energético do propano (principal componente do GLP) no Brasil, mencionado no BEN, é em complemento à carga de etano do *cracker* da unidade industrial UNIB 4 da Braskem (RioPol). Esta fração é separada na UPGN de Cabiúnas para entrega como matéria-prima. Em todas as outras UPGNs, propano e butano são separados como GLP e, somados ao GLP produzido nas refinarias e ao importado, atendendo o mercado interno (ABIQUIM, 2020).

O consumo final não energético do GLP é notadamente um uso mais nobre dessa fração e que gera maiores lucros para o produtor ou importador. Comparativamente, a nafta petroquímica gera uma gama de subprodutos e os custos são minimizados pela produção direcionada de polipropileno (PP – polímero derivado da 2ª geração petroquímica). Destaca-se o mix de produtos petroquímicos gerados que atende a demanda doméstica baseada em importação, principalmente dos derivados do propeno, conforme Tabela 11.

Tabela 11 – Dados de importação de propeno e derivados por região no Brasil

Código NCM	Descrição NCM	Região	Quantidade (t/ano)
29012200	Propeno (propileno) não saturado	Sudeste	173
		Sul	149
		Nordeste	28
		Norte	0
		Centro Oeste	0
		TOTAL	**350**
29027000	Cumeno	Sudeste	5.116
		Sul	0
		Nordeste	0
		Norte	0
		Centro Oeste	0
		TOTAL	**5.116**
29102000	Metiloxirano (óxido de propileno)	Sudeste	3.543
		Sul	0
		Nordeste	0
		Norte	0
		Centro Oeste	0
		TOTAL	**3.543**
39021010	Polipropileno com carga, em forma primária	Sudeste	7.255
		Sul	3.647
		Nordeste	276
		Norte	2.170
		Centro Oeste	0
		TOTAL	**13.348**
39021020	Polipropileno sem carga, em forma primária	Sudeste	46.299
		Sul	101.338
		Nordeste	15.328
		Norte	59.038
		Centro Oeste	638
		TOTAL	**222.641**

Fonte: ComexStat (2022)

A partir dessas informações, propôs-se um estudo de caso para analisar a possibilidade de empreendimentos destes produtos petroquímicos de 2ª geração considerando o GLP como carga para a produção. Segundo Domingos (2005), para os derivados do propeno listados acima, é possível identificar os seguintes coeficientes de consumo:

Tabela 12 – Coeficiente de consumo por produto

Produto	[t de produto/ t de propeno]
Propeno	1,00
Óxido de propileno	0,80
Polipropileno	1,02
Cumeno	0,42

Fonte: Domingos (2005)

Deste modo, através da relação de produção, alcança-se a projeção de demanda por propeno, e, juntamente com as premissas adotadas, atinge-se a estimativa do consumo total de propano e de GLP no mercado nacional. No mundo, existem plantas industriais com capacidade instalada de produção menores, porém a escala mínima global consagrada, e, portanto, considerada para as unidades em estudo, gira em torno de 200.000 toneladas por ano de polipropileno.

Cabe ressaltar que, para a instalação de novas plantas, busca-se estrategicamente os principais mercados consumidores localizados próximos. Desta forma, a avaliação da demanda regional permitiu concluir que nem todas as regiões apresentam um potencial imediato para investimentos (considerando a escala mínima). Tal fato não descarta possibilidades futuras, caso ocorra a ampliação da demanda e da competitividade dessas indústrias. Portanto, o enfoque dessa análise de sensibilidade do GLP como matéria-prima petroquímica são as regiões Sudeste e Sul do País.

Dentre as principais premissas adotadas, vislumbra-se que a quantidade média importada de propeno e de derivados nos últimos 5 anos é suficiente para viabilizar o investimento em uma unidade industrial que visa atender o mercado interno. Igualmente, foi estabelecida a composição do GLP para que se obtenha um maior rendimento com as especificações definidas para o propano especial (ANP, 2020a).

Cenário Potencial – Considera a evolução da importação de polipropileno com base nos anos relacionados a pandemia e com possíveis impactos nesses dados;

Cenário Alternativo – Considera a evolução da importação com base no média histórica de importações de polipropileno.

A presença de cenário alternativo se deu pelo fato de a EPE considerar que ele pode ser mais factível de implementação do que o cenário potencial.

Tabela 13 – Premissas adotadas no cenário alternativo

Produto	Importação[1] [t/ano]	Capacidade Instalada[2] planta equivalente [t/ano]	Demanda de propeno [t/ano]	Demanda de GLP [t/ano]	Fator de conversão[3]
Propeno	350	390	390	390	
Óxido de propileno	3.543	3.940	4.925	4.925	
Polipropileno	**235.988**	**262.210**	**258.081**	**286.756**	**0,9**
Cumeno	5.116	5.690	13.548	13.548	

Fonte: Elaborado por EPE

Nota: (1) Valores de importação convertidos de quilogramas líquidos importados (ComexStat);
(2) média de nível de utilização da capacidade instalada em 90%;
(3) Premissa GLP como Propano Especial com consumo equivalente de GLP [t/a] 1: produção de propeno [t/a] 0,9.

Somente foi considerado viável para justificar um investimento a soma das quantidades demandadas nas Regiões Sudeste e Sul. As demais regiões não apresentaram quantidades significativas de forma isolada ou em conjunto e representam apenas 1/3 do total consumido, conforme indicado na Tabela 14.

Tabela 14 – Consumo de GLP CASO PP: cenário alternativo

Região	Quantidade [t]	Participação [%]
Sudeste	**65.074**	**23%**
Sul	**127.569**	**44%**
Nordeste	18.961	7%
Norte	74.376	26%
Centro Oeste	775	0%
TOTAL	286.756	

Fonte: Elaborado por EPE

O cenário potencial apresenta-se como o de maior crescimento no uso não energético do GLP, uma vez que envolve variações significativas nos volumes importados de produtos químicos no geral nesse período. O volume importado se sobrepõe à média histórica de demanda, como indicado na Tabela 11 e na Tabela 15.

Tabela 15 – Premissas adotadas no cenário potencial

Produto	Importação[1] [t/ano]	Capacidade Instalada[2] planta equivalente [t/ano]	Demanda de propeno [t/ano]	Demanda de GLP [t/ano]	Fator de conversão[3]
Polipropileno	**359.772**	**399.750**	**393.455**	**437.172**	**0,9**

Fonte: Elaborado por EPE

Nota: (1) Valores de importação convertidos de quilogramas líquidos importados (ComexStat);
(2) média de nível de utilização da capacidade instalada em 90%;
(3) Premissa GLP como Propano Especial com consumo equivalente de GLP [t/a] 1: produção de propeno [t/a] 0,9.

Igualmente, no estudo para o cenário potencial, considera-se que a soma das quantidades demandadas nas regiões Sudeste e Sul é viável para justificar um investimento de acordo com uma escala média global. O

consumo de ambas as regiões representa cerca de 75% do total, enquanto Nordeste, Norte e Centro Oeste não apresentam quantidades significativas de forma isolada ou em conjunto, conforme apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 – Consumo de GLP CASO PP: Cenário Potencial

Região	Quantidade [t]	Participação [%]
Sudeste	**103.656**	**24%**
Sul	**226.043**	**52%**
Nordeste	24.708	6%
Norte	80.248	18%
Centro Oeste	2.517	1%
TOTAL	437.172	

Fonte: Elaborado por EPE

Adicionalmente, estima-se que o consumo de GLP somente nas regiões Sul (S) e Sudeste (SE) poderia concentrar um empreendimento que atendesse a demanda de ambas as localidades, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – GLP como matéria prima petroquímica nas Regiões Sul e Sudeste

Fonte: Elaborado por EPE

Considera-se a possibilidade de entrada de novas plantas com objetivo de suprir a demanda atualmente atendida via importação de polipropileno e derivados. Somente 1 planta típica que consome 200 mil toneladas de GLP seria possível no cenário alternativo, enquanto o cenário potencial apresenta uma demanda maior que permitiria a entrada de até duas unidades industriais de mesmo porte. A seguir, a Figura 6 apresenta a entrada de capacidade instalada ao longo do período analisado, em cada cenário.

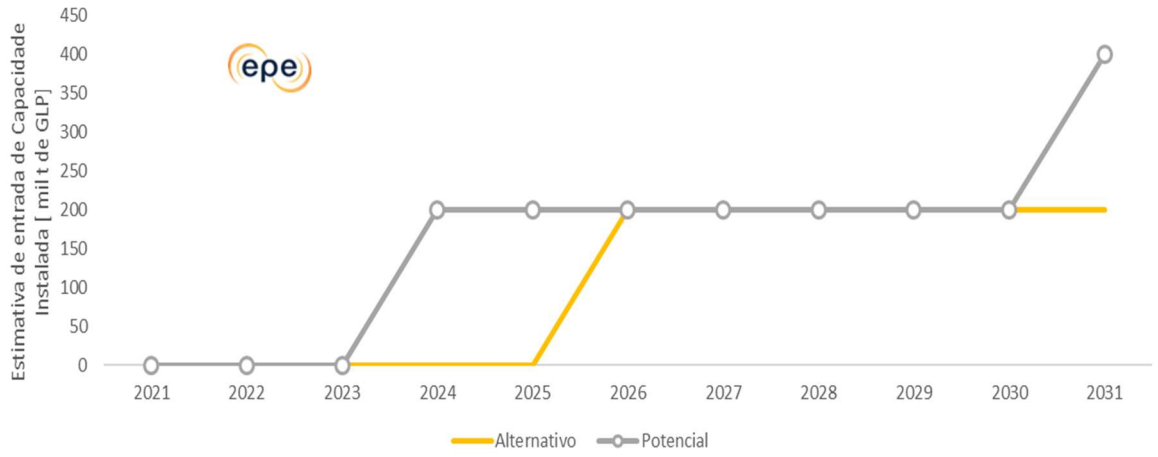

Figura 6 – Estimativa de entrada de Capacidade Instalada de plantas petroquímicas típicas com carga de GLP
Fonte: Elaborado por EPE

Entre 2022 e 2031, considerando as diferentes probabilidades de implementação de cada um dos cenários, foi estimado um acréscimo de consumo de GLP de 341 mil m³ e de 522 mil m³ nos casos alternativo e potencial respectivamente.

Para o cenário potencial, é razoável supor a entrada em operação de uma segunda unidade no final do horizonte e a premissa utilizada considera que tal planta industrial ainda estará em processo de *ramp up* a partir de 2031 conforme mostrado na Tabela 17.

Tabela 17 – Crescimento incremental da demanda não energética de GLP petroquímico (mil m³)

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Alternativo	0	0	0	0	181	341	341	341	341	341
Potencial	**0**	**0**	**181**	**341**	**341**	**341**	**341**	**341**	**341**	**522**

Fonte: Elaborado por EPE

1.2.1.2. Consumo final energético na indústria

O GLP é um combustível versátil, com alto poder calorífico e com uma queima limpa, podendo ser utilizado em diversos processos industriais. A partir da experiência internacional, sem restrições de uso, observa-se quais segmentos utilizam GLP e em quais processos, conforme listado a seguir (LPG Exceptional Energy, 2022; Total Energies, 2022):

- Alimentos e Bebidas: cozinhar, assar, secagem, geração de vapor para aquecimento e como agente umectante, produção de água quente, esterilização, produção de CO2, desidratação e pasteurização;
- Vidro: recozimento de vidro em fornos de lehrs, tanto para aquecimento direto quanto para controle fino da temperatura e em outras aplicações, como arredondar arestas e aumentar o brilho da superfície;

- Cerâmica: combustível utilizado nos fornos e na secagem, complementando o calor residual dos fornos e estabilizando a temperatura. Para a cerâmica vermelha, especificamente, há estudos sobre a substituição de carvão por GLP;
- Papel: aquecedores para a produção em pequena escala e para corrigir desbalanceamentos durante o processo de secagem e secagem com infravermelho (complementando a secagem a vapor). No processo de impressão, o GLP pode ser utilizado para garantir a secagem completa das folhas impressas;
- Têxtil: aquecimento para lavagem, branqueamento e tingimento, secagem, chamuscagem, polimerização e geração de vapor;
- Metalurgia: operações de corte e na fusão, tratamento térmico de metais especificados que exigem ciclo térmico preciso, secagem de tinta e galvanização;
- Química, Plástico e Borracha: trocadores de calor e geração de vapor em *boilers*.

Também pode ocorrer o consumo industrial de GLP em outros segmentos e usos, tais como: cogeração, asfalto, fabricação de produtos de madeira e móveis, construção de ferrovias, reciclagem, produção de couro, concreto, aerossóis e construção civil.

O uso em fornos e secagem, por exemplo, não é restrito no Brasil, mas seu consumo é pequeno em relação ao seu potencial.

Para calcular o potencial, tomou-se como base os resultados do PDE 2031 (EPE, 2022b), e considerou-se a substituição de outras fontes por GLP para os serviços energéticos de força motriz (p.ex. motores e bombas), calor de processo (p.ex. caldeiras) e aquecimento direto (p.ex. fornos). O consumo parte do ano de 2020 com dados do Balanço Energético Nacional (EPE, 2022a) e é considerado a destinação por serviço energético e o rendimento de cada fonte por serviço do Balanço de Energia Útil (2005 e 2016). A Tabela 18 apresenta a premissa de quais fontes foram substituídas por GLP nesse exercício.

Tabela 18 – Fontes consumidas por serviço energético e substituição por GLP no potencial técnico

Serviço energético	Fontes substituídas	Fontes não substituídas
Força motriz	Óleo diesel	Eletricidade e gás natural
Calor de processo	Óleo diesel, óleo combustível, carvão mineral, outras secundárias de petróleo, eletricidade	Lenha, gás natural, outras primárias e produtos da cana
Aquecimento direto	Óleo diesel, óleo combustível, carvão mineral*, outras secundárias de petróleo*	Lenha, carvão vegetal, gás natural, outras primárias e eletricidade, coque de carvão mineral

Fonte: Elaborado por EPE

Nota: (1) As fontes não substituídas foram selecionadas de acordo com a disponibilidade local e preço inferiores.
(2) No setor de cimento, não foi realizada substituição de fontes para calor de processo e aquecimento direto, uma vez que essa indústria é extremamente flexível quanto ao tipo de combustível utilizado.
(3) No setor de siderurgia, não foram substituídos alcatrão, carvão mineral, gás de processo e carvão vegetal, pois algumas fontes utilizadas como termo redutores e outras são coprodutos do processo e estão disponíveis.
(4) No setor petroquímico as outras secundárias de petróleo não foram substituídas pois são coprodutos do processo e estão disponíveis.

Como a troca de combustível pode demandar a aquisição de um novo equipamento, e considerando que isso será feito apenas no final da vida útil do equipamento atual, assumiu-se que o potencial técnico é 50% do valor calculado, e que será atingido de forma gradual no horizonte analisado (dez anos). Adicionalmente, a título de exercício de cenarização limite (compatível com o cenário potencial), foi considerado que a expansão de gás natural no cenário PDE 2031 poderia ser substituída por GLP, tendo por base a hipótese simplificadora de que o rendimento dos equipamentos com gás natural e GLP é o mesmo.

A Figura 7 apresenta os resultados do potencial técnico da demanda de GLP na indústria, em usos com e sem restrição.

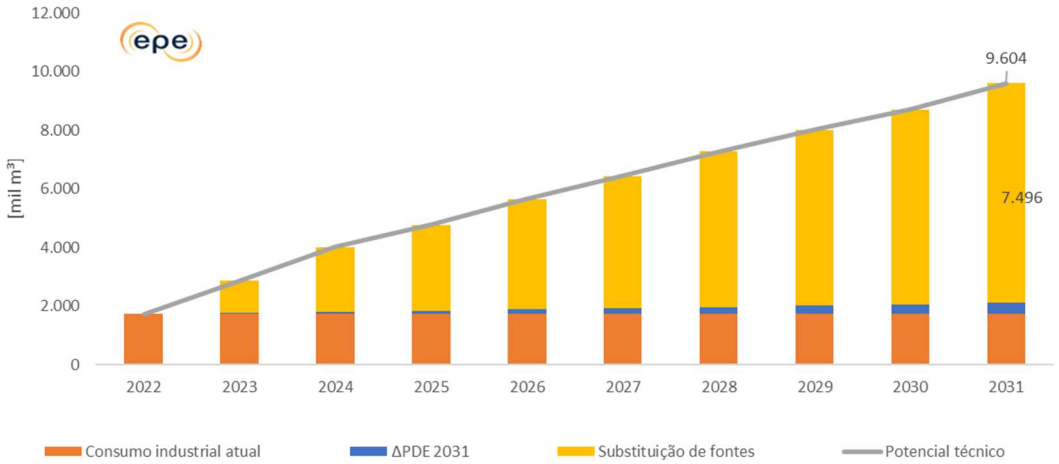

Figura 7 – Potencial técnico da demanda industrial de GLP
Fonte: Elaborado por EPE

Observa-se que a demanda potencial é 3,6 vezes maior que o volume projetado no PDE 2031. Decompondo o consumo potencial de 2031, observa-se que 36% correspondem à substituição da expansão de gás natural por GLP e 42% por substituição de outras fontes (Figura 8).

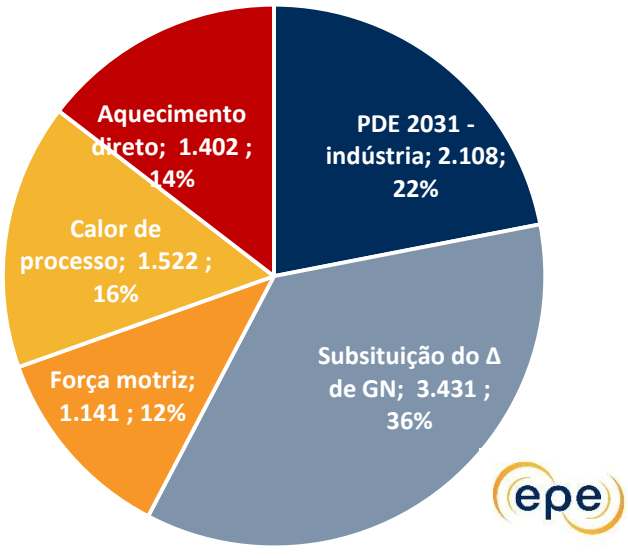

Figura 8 – Potencial técnico de consumo de GLP na indústria em 2031 (mil m³)
Fonte: Elaborado por EPE

Em mais um nível de detalhamento, o potencial de substituição de óleo diesel (a fonte energética com o preço mais próximo do GLP) soma 918 mil m³ de GLP em 2031. Apenas 4% desse potencial está associado a aquecimento direto, cujo uso é permitido, sendo 63% associado a força motriz e 33% a calor de processo.

Como limitante para ocorrência do cenário potencial, ressalta-se que o GLP atualmente só é mais competitivo que a eletricidade utilizada para calor de processo, e que a perspectiva de maior oferta de GLP está atrelada principalmente à oferta de gás natural, conforme será detalhado na seção 2.2.

Abrindo a análise por segmento industrial, a Figura 9 destaca alimentos e bebidas, outras indústrias, química, e mineração e pelotização.

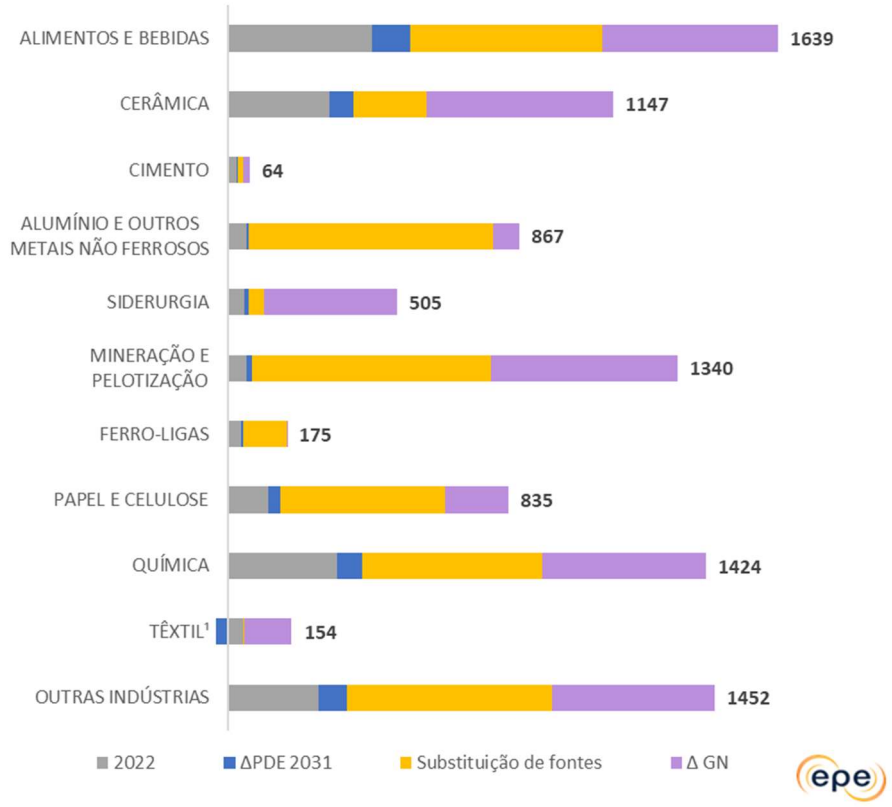

Figura 9 – Potencial técnico de consumo de GLP por segmento industrial em 2031
Fonte: Elaborado por EPE

Nota: No cenário do PDE 2031, o GLP perde participação para o gás natural.

1.2.2. Setor residencial

De acordo com o BEN (EPE, 2022a), 78,6% do GLP demandado no Brasil em 2021 foi utilizado no setor residencial. O consumo residencial de GLP em 2021 foi liderado pela Região Sudeste (41,1%), seguida do Nordeste (28,2%) e do Sul (15,2%). Entre os estados brasileiros, a demanda do energético em 2021 foi maior em São Paulo (21,3%), Minas Gerais (9,0%) e Rio de Janeiro (8,5%).

O principal uso do GLP nos domicílios do País está associado à cocção de alimentos (e, por isso, o termo "gás de cozinha" está popularmente associado ao GLP), mas ele também pode ser usado para aquecimento de água e como combustível em fogareiros, maçaricos, lampiões, lareiras, churrasqueiras e em alguns tipos de equipamentos de maior porte, como condicionadores de ar, geladeiras e secadoras de roupas. A estimativa do Modelo de Energia do Setor Residencial (MSR) da EPE, tomando como base o BEU (MME, 2005), é que por volta de 90% da energia consumida de GLP nas residências brasileiras está relacionada ao preparo de alimentos e 10% ao aquecimento de água.

Em muitas cidades e estados do País, é proibida a utilização de botijões de GLP em apartamentos, obrigando o condomínio a fazer instalações canalizadas onde o combustível, estando concentrado em uma central, é distribuído na medida da necessidade de cada consumidor. A Norma Brasileira (NBR) nº 15.526, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), estabelece as regras para projetos de instalação de redes de distribuição interna de gases combustíveis em ambientes residenciais. Recorda-se que a Lei nº 8.176/1991 considera crime contra à ordem econômica o uso do GLP em saunas, caldeiras e aquecimento de piscinas (BRASIL, 1991).

Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) Contínua publicada pelo IBGE em 2020, 94,5% das habitações do País em 2019 utilizaram GLP como combustível para cocção de alimentos. As habitações que utilizam GLP devem ter condições financeiras para pagar pelo preço do botijão, geralmente o de 13 kg (P13), e devem ser atendidas pela rede de distribuição para as novas compras. O Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Gás Liquefeito de Petróleo (Sindigás) indica que atualmente 100% dos municípios brasileiros conseguem ser atendidos pelo GLP e que a venda mensal de botijões de 13 kg está em 33,9 milhões (SINDIGAS, 2022). A relevância desta fonte energética é ressaltada nos dados do BEN, que mostram a representatividade elevada (23,5%) do GLP em toda a energia consumida no setor residencial em 2021, superada apenas pela participação da lenha (26,8%) e da eletricidade (46,6%) (EPE, 2022a).

1.2.2.1. Avanço do uso residencial de GLP em substituição às biomassas tradicionais

Muitos domicílios que utilizam GLP no País provavelmente também são atendidos por outras fontes energéticas mais baratas ou sem custo para os seus usuários, como, por exemplo, as biomassas tradicionais (lenha e carvão vegetal). Estas residências provavelmente são de famílias de renda mais baixa, em especial das áreas rurais ou de zonas periféricas mais empobrecidas das cidades, que cozinham com GLP e, à medida que o orçamento familiar diminui, se voltam para a lenha como solução para a cocção de alimentos. Por outro lado, a escolha do energético pode também ser uma questão mais cultural do que econômica, por exemplo, em um mesmo domicílio da área rural, o GLP pode ser utilizado para assar alimentos que demandem maior controle de temperatura (como bolos) e os fogões a lenha para cozinhar alimentos com maior tempo de cozimento (como feijões).

Neste sentido, o objetivo desta seção é estimar uma demanda máxima potencial para o uso residencial do GLP, considerando que todos os domicílios brasileiros que utilizam biomassas tradicionais para cocção de alimentos possam ter condições de usar o GLP, em função de avanços nas suas rendas familiares ou por meio de políticas públicas que venham a possibilitar a substituição dos fogões a lenha ou a carvão vegetal e a aquisição dos botijões.

O GLP é uma solução mais eficiente, limpa, disponível, de fácil acesso e que melhora em muito as condições de saúde de seus usuários, uma vez que a fumaça, a fuligem e os materiais particulados, além do monóxido de carbono, metano, óxidos nitrogenados e sulfúricos emitidos na queima das biomassas tradicionais, principalmente em fogões mais rudimentares, podem causar doenças respiratórias graves. Além disso, a procura da lenha em áreas de matas e florestas próximas aos domicílios, principalmente pelas famílias de menor renda, contribui para o aumento do desmatamento, para a erosão dos solos e para o assoreamento dos rios, entre outras diversas consequências prejudiciais ao meio ambiente.

Estimou-se a lenha e o carvão vegetal demandados (em toneladas) para cocção de alimentos, seja pelos domicílios que só consomem estes energéticos, seja por aqueles que os utilizam junto com o GLP. Após, procurou-se encontrar o equivalente em GLP de toda essa biomassa consumida e calcular o total da energia demandada a partir do poder calorífico desse energético. A esta parcela, chegou-se na demanda potencial de GLP, somando-se à parcela de energia já consumida pelo uso desta fonte. Procurou-se utilizar os coeficientes de eficiência energética para cada tipo de tecnologia de cocção.

Estes cálculos foram realizados para o período de 2022 a 2031 para três cenários:

Cenário Potencial – Considera todos os domicílios (áreas rural e urbana) que utilizam biomassas tradicionais para cocção de alimentos (sozinhas ou juntas com o GLP);

Cenário Alternativo 1 – Considera todos os domicílios (das áreas rural e urbana) que utilizam biomassas tradicionais junto com o GLP para cocção de alimentos. Exclui, portanto, as residências que consomem somente biomassas tradicionais;

Cenário Alternativo 2 – Considera todos os domicílios das áreas urbanas que utilizam biomassas tradicionais (sozinhas ou juntas com o GLP) para cocção de alimentos.

A presença de cenários alternativos se deu pelo fato de haver diferentes níveis de factibilidade em termos de implementação.

Tabela 19 – Crescimento incremental da demanda energética residencial de GLP a partir da substituição das biomassas tradicionais para os cenários potencial, alternativo 1 e alternativo 2

VOLUME											
[mil m³]		**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**
Δ PDE 2031	PDE 2031	11.487	11.592	11.697	11.802	11.907	12.013	12.118	12.224	12.329	12.435
	Potencial	0	1.423	2.134	2.846	3.558	4.270	4.982	5.694	6.406	7.118
	Alternativo 1	0	1.298	1.947	2.597	3.246	3.895	4.545	5.195	5.845	6.495
	Alternativo 2	0	783	1.175	1.566	1.958	2.350	2.743	3.135	3.527	3.920
ENERGIA											
[mil tep]		**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**
Δ PDE 2031	PDE 2031	7.019	7.083	7.147	7.211	7.275	7.340	7.404	7.469	7.533	7.598
	Potencial	0	869	1.304	1.739	2.174	2.609	3.044	3.479	3.914	4.349
	Alternativo 1	0	793	1.190	1.586	1.983	2.380	2.777	3.174	3.571	3.968
	Alternativo 2	0	478	718	957	1.197	1.436	1.676	1.915	2.155	2.395
DOMICÍLIOS											
[mil unidades]		**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**
Total de Domicílios com GLP	PDE 2031	68.526	69.190	69.854	70.518	71.182	71.846	72.510	73.174	73.838	74.502
	Potencial	69.656	70.280	70.903	71.527	72.151	72.774	73.398	74.021	74.645	75.269
	Alternativo 1	68.526	69.190	69.854	70.518	71.182	71.846	72.510	73.174	73.838	74.502
	Alternativo 2	68.753	69.409	70.065	70.721	71.376	72.032	72.688	73.344	74.000	74.656

Fonte: Elaborado por EPE

Conforme esperado, pode-se entender da Tabela 19 que o cenário potencial é aquele com maior crescimento no uso residencial do GLP, uma vez que envolve todos os domicílios das áreas rural e urbana que utilizam biomassas tradicionais para cocção de alimentos. Deve-se ter em mente que a substituição de fogões a lenha ou a carvão vegetal representa um aumento na qualidade de vida dos seus usuários, estando em linha com os objetivos sustentáveis da Organização das Nações Unidas (ONU) de erradicação da pobreza, de redução das desigualdades e de uso de energias limpas e acessíveis.

Pode-se observar que o cenário Alternativo 1, apesar de propiciar um maior avanço da energia consumida pelo uso do GLP em relação ao cenário Alternativo 2, não provoca crescimento na base de domicílios, visto que envolve residências que já consomem o GLP na cocção de alimentos, mesmo que junto com biomassas tradicionais. Sendo assim, possíveis políticas públicas envolvendo o GLP podem ser mais acessíveis e fáceis de implantar para esse cenário, dado que todas as suas habitações já possuem a infraestrutura instalada para consumir o gás e substituir as biomassas menos eficientes energeticamente.

1.3.Consolidação

Para cada um dos setores discutidos nas seções anteriores (residencial, industrial, petroquímico e transporte), estudou-se um cenário potencial, que seria a representação de toda a demanda de GLP que poder-se-ia consumir em cada setor tomando-se as premissas consideradas. A Tabela 20 consolida os resultados encontrados:

Tabela 20 – Consumo potencial adicional de GLP por setor (mil m³)

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Residencial	0	1.423	2.134	2.846	3.558	4.270	4.982	5.694	6.406	7.118
Industrial	**0**	1.099	2.207	2.929	3.769	4.515	5.314	6.010	6.648	7.496
Petroquímico	0	0	0	181	341	341	341	341	341	341
Transporte	0	0	2	8	21	53	133	275	446	620
Total	**0**	2.522	4.344	5.963	7.688	9.178	10.769	12.319	13.841	15.576

Fonte: Elaborado por EPE

Nota: O setor petroquímico não apresenta uma projeção do cenário de referência no PDE 2031.

Conforme pode-se observar na Tabela 20, os setores residencial e industrial podem ser considerados os mais promissores em termos de crescimento do uso do GLP em caso de uma expansão da sua demanda. Em relação ao total, pode-se estimar que existe uma demanda potencial adicional de GLP no País que pode chegar a 15,6 milhões de m³ em 2031. Tal potencial adicional retrata usos atualmente permitidos, porém não existentes, assim como usos não regulamentados no País.

A Figura 10 apresenta uma comparação dos valores incrementais encontrados para os cenários potenciais dos setores estudados: residencial, transportes e industrial (inclui diversos setores, exclui o setor petroquímico com metodologia distinta de estimativa).

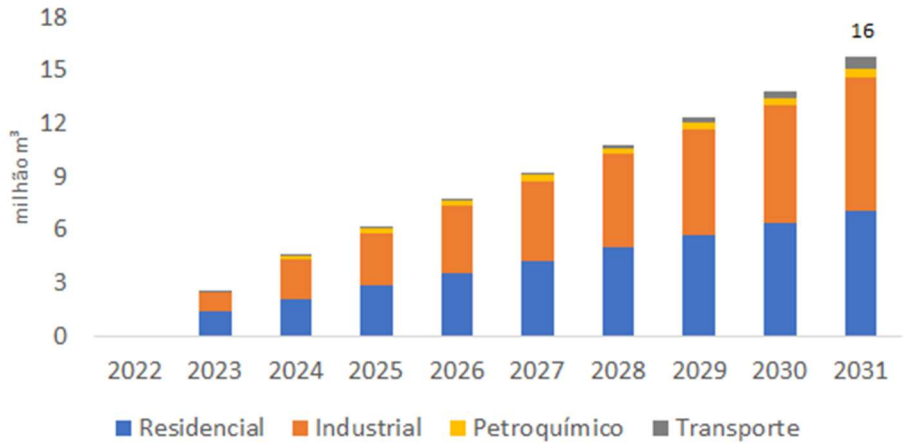

Figura 10 – Potencial técnico adicional para a demanda de GLP
Fonte: Elaborado por EPE

A trajetória de demanda potencial possui o conjunto de premissas simplificadoras para se obter o somatório dos máximos de demanda, sem analisar impactos nos preços relativos do combustível (comparativamente aos energéticos concorrentes) e, consequentemente, serve essencialmente como um exercício teórico e de apoio ao planejamento energético nacional. Para realização deste potencial técnico seria necessário que, mesmo diante do incremento de demanda, o GLP se tornasse mais competitivo nos distintos setores analisados.

Com base no PDE 2031 (inclui setores não abordados nesse estudo, como comercial e público) a Figura 11 traça a trajetória de potencial adicional na demanda dado o acréscimo projetado para os setores estudados.

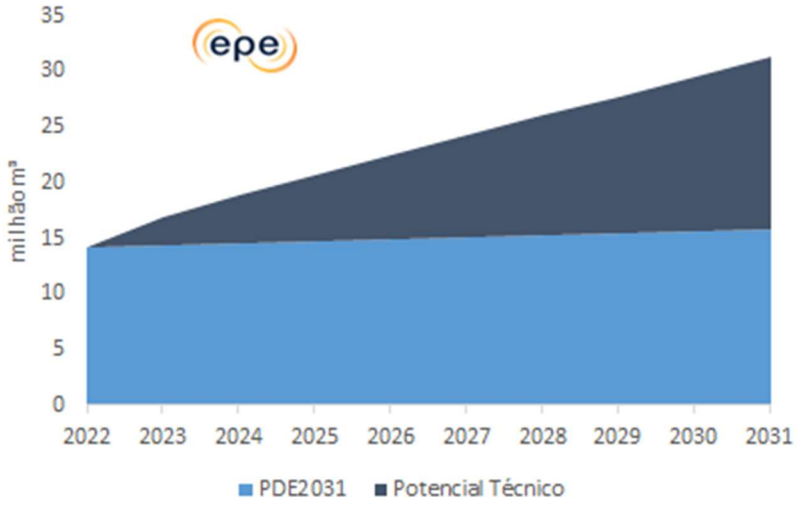

Figura 11 – Potencial técnico total da demanda de GLP
Fonte: Elaborado por EPE

Ressalta-se que não foi estimado o consumo de GLP em geradores elétricos, uso atualmente proibido. Se os potenciais incrementais fossem acrescidos ao consumo final de GLP do PDE 2031 (que inclui todos os setores), alcançaríamos uma demanda de 31 milhões de m³ em 2031, equivalente ao dobro da demanda do PDE 2031, o que traria grandes desafios à infraestrutura para garantir abastecimento nacional. Mesmo em cenários de expansão da demanda de GLP menos intensa, a infraestrutura atualmente existente teria dificuldade em apoiar a garantia do abastecimento. Neste sentido, destaca-se a consolidação de que a liberação dos outros usos não aparenta aumentar significativamente o consumo de GLP nos distintos setores, sendo o de transportes o único que permitiu competitividade parcial frente a energéticos concorrentes. A demanda incremental à apresentada no PDE 2031 em trajetória que flexibilize a limitação atual de outros usos para o combustível é apresentada na Tabela 21.

Tabela 21 – Consumo projetado em trajetória de liberação de outros usos

[mil m³]	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
PDE 2031	14.244	14.400	14.562	14.727	14.894	15.062	15.232	15.406	15.582	15.760
Incremento	0	0	2	8	21	53	133	275	446	620
Trajetória outros usos	14.244	14.400	14.564	14.735	14.915	15.115	15.365	15.681	16.028	16.380

Fonte: Elaborado por EPE

O Capítulo 2 registra os investimentos em curso ou sinalizados para expandir produção e movimentação do combustível.

2. Investimentos para produção, movimentação e abastecimento de GLP

A ampliação da oferta interna de GLP pode se dar pelo aumento da produção em refinarias e/ou em Unidades de Processamento de Gás Natural (UPGNs). A oferta doméstica pode ser complementada por importações, se necessário. Todavia, ambas as formas de oferta necessitam de infraestrutura e apoio logístico para acessar a demanda, abastecendo o País.

Com relação à infraestrutura logística, os principais investimentos planejados estão ligados ao aumento da capacidade de armazenamento em áreas portuárias, bem como melhorias no recebimento e na movimentação portuária do GLP. O Brasil possuía, em abril de 2022, uma capacidade estática de armazenamento de GLP em terminais de 377 mil m³, além de uma capacidade estática de 155 mil m³ em bases de distribuição (ANP, 2022c). Atualmente, os principais planos de expansão se concentram no Porto de Santos/SP, de Suape/PE e do Pecém/CE.

Além do cenário de referência do PDE 2031, esta Nota Técnica abordará a análise de sensibilidade de duas trajetórias alternativas de oferta, com base em cenários de entrada e operação de UPGNs no Brasil: Conservadora e Expansionista. Adicionalmente, na trajetória de oferta superior (expansionista), será considerada a conclusão das obras da RNEST, em Pernambuco, acarretando assim distintas ofertas de GLP. Investimentos complementares em infraestrutura logística serão considerados para a trajetória de oferta expansionista.

2.1. Investimentos em refino

Em que pesem as mudanças esperadas nos próximos anos na estrutura do abastecimento nacional de combustíveis, ainda são incertos os investimentos significativos em expansão da capacidade de refino no horizonte do estudo, como a conclusão do 2º trem da RNEST e de unidades de refino no complexo GasLub Itaboraí/RJ. Embora exista a possibilidade de construção de refinarias de pequeno porte por agentes privados (ANP, 2019, 2020b, 2020c; Focus, 2022), usualmente estes empreendimentos têm como foco a produção de óleo diesel, óleo combustível e gasolina, com perspectiva de produção pouco significativa de GLP.

Os investimentos em refinarias existentes têm foco na ampliação da capacidade de hidrotratamento (HDT) de óleo diesel, como uma nova unidade de HDT de 10 mil m³/d e com início previsto de operação em 2025 (Petrobras, 2022), e o *revamp* de duas unidades de hidrodessulfurização (HDS), que somam 12 mil m³/d de capacidade de tratamento (EPE, 2022b). Esses projetos visam adequar o parque nacional de refino no atendimento à demanda crescente de combustíveis de baixo teor de enxofre, não contemplando unidades que aumentem de forma significativa a produção de GLP.

Com as premissas adotadas, projeta-se que a capacidade nominal de refino no País será mantida entre 2,3 e 2,4 milhões b/d até 2031. A Petrobras projeta investimentos de R$13,4 bilhões (US$2,6 bilhões de dólares) em seu plano estratégico, que considera a conclusão do Trem 2 da RNEST (Petrobras, 2021).

Historicamente, o volume máximo de GLP já produzido em refinarias no Brasil foi de 24,3 mil m³/dia, no ano de 2005 (ANP, 2021). Nos últimos anos, a produção tem sido inferior a 20 mil m³/dia, devido ao menor fator de utilização das refinarias, à otimização da operação das refinarias diante dos investimentos realizados nas últimas décadas e ao aumento da diferença entre o preço do petróleo e do GLP. Desta forma, a produção desse derivado em refinarias se manterá próxima dos valores atualmente verificados, oscilando com a variação do fator de utilização.

2.2.Investimentos em Unidades de Processamento de Gás Natural (UPGN)

A atual capacidade brasileira de processamento de gás natural é de 107,51 milhões m^3/d (MME, 2022), estabelecida majoritariamente no litoral brasileiro devido à elevada participação da produção *offshore* brasileira, em especial de gás natural associado (ANP, 2022d). Um montante de 92,81 milhões m^3/d de capacidade de processamento se encontra distribuído entre 12 UPGNs ao longo da costa brasileira enquanto a capacidade restante encontra-se instalada em mais três polos de processamento afastados do litoral, sendo eles as unidades de Caburé/BA (0,5 milhão m^3/d), Santiago, em Pojuca/BA (2 milhões m^3/d) e Urucu, em Coari/AM (12,2 milhões m^3/d). Convém destacar, ainda, a possibilidade de adição de mais 8,5 milhões m^3/d de capacidade de processamento de gás natural relativa ao polo de processamento da Eneva, localizada no município de Santo Antônio dos Lopes/MA, após ajustes operacionais desta planta[5] (ANP, 2022d).

As UPGNs atualmente instaladas encontram-se distribuídas nas Regiões Sudeste (68% da capacidade de processamento brasileira - 73,06 milhões m^3/d), Nordeste (21% - 22,25 milhões m^3/d) e Norte (11% - 12,20 milhões m^3/d), destacando-se a utilização de diferentes tecnologias de processamento em razão das características dos gases a serem produzidos. As Regiões Sul e Centro-Oeste, no entanto, não possuem UPGNs devido à não existência de produção de gás natural em seus estados (ANP, 2022d).

[5] Segundo MME (2022), a unidade da Eneva é equiparável a uma UPGN uma vez que, após ajustes operacionais, se tornaria capaz de especificar o gás natural de acordo com a Resolução ANP nº 16/2008.

Com relação à infraestrutura futura, para que a produção líquida prevista no PDE 2031 (EPE, 2022b) possa ser processada e oferecida ao mercado como gás natural especificado, será necessária a instalação da UPGN GasLub em Itaboraí/RJ (capacidade de 21 milhões m^3/d), com investimento de R$ 2,39 bilhões, embora a maior parte deste montante já tenha sido desembolsado. Além disso, uma nova instalação de processamento (UPGN em terra ou módulo de processamento *offshore*) também pode ocorrer, nos próximos anos, para o gás natural proveniente da Bacia do Sergipe-Alagoas (SEAL) (BNamericas, 2022), ofertando-o à malha integrada próximo ao Porto de Barra dos Coqueiros/SE, resultando em investimento de até R$ 3,50 bilhões. Neste contexto, além da construção das novas instalações de processamento mencionadas, outra opção seria a utilização de capacidade disponível e/ou ociosa em UPGNs e refinarias já existentes, por meio de contratos específicos para tal.

A viabilização de volumes de produção líquida superiores aos projetados no PDE 2031 poderá ser decorrente do andamento mais vigoroso do programa Novo Mercado de Gás (EPE, 2022b). Este programa está associado ao fortalecimento da comercialização de gás natural no Brasil, atraindo investimentos em infraestrutura e viabilizando maiores volumes de produção. Tal fortalecimento se dará através do aumento da geração termelétrica a gás natural (com redução de preço de energia), além da ampliação do aproveitamento do gás direcionado para a indústria (celulose, cerâmica, siderurgia, fertilizantes, petroquímica, etc.).

Assim, pode-se fazer necessária a instalação de novos gasodutos de escoamento e novas unidades para processamento destes volumes adicionais de gás natural, oriundos da produção *onshore* e *offshore* do Pré-sal e do Pós-sal. Neste sentido, foram apresentados quatro projetos no ciclo de 2019 do Plano Indicativo de Processamento e Escoamento de Gás Natural (PIPE) da EPE. Esses projetos, denominados de Rota 4, Rota 5, Rota 6 e Rota ES-Mucuri, serão capazes de conectar estas produções aos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e/ou Espírito Santo (EPE, 2019b). Posteriormente, o ciclo 2021 do PIPE apresentou 11 novas rotas de escoamento e processamento, conectando, além dos projetos *offshore* (tanto no Pré-Sal quanto no Pós-Sal) nos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia e Sergipe, os projetos *onshore* nos estados do Maranhão e Amazonas (EPE, 2021b). Estas novas unidades, denominadas de UPGNs Indicativas Novo Mercado de Gás, poderiam ter um investimento adicional de até R$ 33,76 bilhões.

Destaca-se, no entanto, que devido à capacidade de processamento atualmente existente no mercado brasileiro, pode-se considerar que não haveria necessidade de construção destas 15 UPGNs indicativas. Por outro lado, estes investimentos podem se fazer necessários para viabilização de determinada produção, caso não seja possível a negociação entre o proprietário de uma UPGN e o produtor de gás natural ou caso dado empreendedor opte pela instalação de uma nova UPGN, em função do modelo de negócios que este agente queira implementar.

A Tabela 22 consolida os investimentos em instalações de processamento de gás natural, previstos e indicativos.

Tabela 22 – Investimentos em instalações de processamento de gás natural nos cenários analisados

Instalação de Processamento	Categoria de Investimento	Estado	Número de Projetos	Investimento (R$ bi)
UPGN GasLub	Previsto	RJ	1	2,39
UPGN SEAL	Indicativo	SE	1[1]	3,50[1]
UPGNs Indicativas[2]	Indicativo Novo Mercado de Gás	Diversos	**Até** 15	**Até** 33,76
	TOTAL (máximo)		**Até 17**	**Até 39,65**

Fonte: EPE (2019b), EPE (2021) e EPE (2022b).

Notas (1): Para as trajetórias expansionista e de referência, está sendo considerada a necessidade de instalação de 1 UPGN; já na trajetória conservadora, considerou-se que o processamento será realizado offshore (BNAmericas, 2022), de modo que não seria utilizada UPGN nesta situação.

(2): Projetos apresentados nos Planos Indicativos de Processamento e Escoamento de Gás Natural (PIPE).

A UPGN GasLub e a instalação para processamento de gás natural do SEAL, bem como as 15 novas UPGNs potenciais, se constituem em infraestruturas capazes de possibilitar o atendimento dos setores de gás natural e de GLP, contribuindo para a oferta de ambos os combustíveis ao mercado.

Com relação às infraestruturas de condicionamento, armazenamento, e escoamento de GLP produzido em UPGNs existentes, ao longo do horizonte do estudo não foram observadas necessidades de ampliações destes sistemas[6]. Destaca-se, no entanto, que a nova unidade GasLub e a possível UPGN SEAL, bem como eventuais ampliações descritas como uma parcela das UPGNs indicativas, já incluem instalação dos sistemas de condicionamento e estocagem de GLP[7] nos investimentos apresentados na Tabela 22.

Assim, embora se observe um importante crescimento da produção de GLP de UPGN ao longo de todo o horizonte do estudo, a ampliação da capacidade dos sistemas auxiliares relacionados ao GLP se deve apenas às novas unidades processadoras. As UPGNs existentes ou não necessitaram de expansão de capacidade de processamento nos últimos anos (produções constantes ou declinantes em terra, por exemplo) ou já haviam sido ampliadas em anos anteriores para atender ao aumento projetado da produção de gás natural, não necessitando de instalação destes sistemas ao longo do tempo (como exemplo, as UPGNs responsáveis pelo processamento do gás natural do Pré-Sal).

[6] Tratamento cáustico para remoção de compostos de enxofre, armazenamento em esferas e escoamento através de sistemas de dutos, baias para caminhões, cabotagem etc.

[7] Caso o sistema de processamento do SEAL seja do tipo *offshore* (BNAmericas, 2022), não se encontram representados, na Tabela 22, os valores incorridos nos sistemas de condicionamento e estocagem de GLP. Neste caso, se faz necessária a ampliação destas infraestruturas. Além disso, os líquidos de gás natural produzidos em ambiente *offshore* seriam misturados à corrente de óleo para *offloading*.

2.3.Investimentos em infraestrutura logística

O Brasil possuía, em abril de 2022, uma capacidade estática de armazenamento de GLP em terminais de 378 mil m³ (ANP, 2022c), além de uma capacidade estática de 88 mil m³ em suas 179 bases de distribuição (ANP, 2022c). Os investimentos em infraestrutura logística atualmente em curso, devido às concessões realizadas recentemente, terão continuidade e estão contemplados no cenário de referência do PDE 2031. Neste sentido, destacam-se as Regiões Nordeste e Sudeste como grandes receptoras dos investimentos portuários.

Destaca-se também que, com a entrada em operação de novas ferrovias, como por exemplo, a Ferrovia Norte-Sul, pode haver mudança na forma como o abastecimento de GLP é realizado no território nacional, aumentando o fluxo de entrada do produto em certos portos.

2.3.1. Região Norte

Os principais investimentos correntes em infraestrutura de movimentação e armazenagem de GLP na Região Norte decorrem de compromissos assumidos nos leilões de arrendamento portuário ocorridos em 2018 e 2019, no Pará.

Em 2018, foram arrendadas as áreas BEL05 e BEL06, no Porto de Belém, e MIR 01, no Terminal de Miramar. No ano de 2019, houve o arrendamento da área BEL09, no Porto de Belém (PPI, 2020a). A Figura 12 ilustra as áreas arrendadas para armazenamento de combustíveis nas licitações de 2018 e 2019.

Figura 12 – Áreas portuárias no Terminal Petroquímico de Miramar
Fonte: ANTAQ (2018a)

Esses arrendamentos, somados, garantiram valores de outorga de mais de 31 milhões de reais, e investimentos previstos de cerca de 300 milhões de reais, visando melhorar a eficiência das operações e aumentando a capacidade logística do estado do Pará. A divisão das áreas também tem por finalidade a manutenção de ambiente concorrencial saudável (PPI, 2020b).

As áreas arrendadas de BEL05, BEL06, BEL09 e MIR01 são as que receberam investimentos para ampliação de infraestrutura de armazenagem de GLP. A Tabela 23 detalha informações dos contratos de arrendamento das licitações ocorridas nos anos de 2018 e 2019.

Tabela 23 – Resumo informativo dos arrendamentos portuários realizados no Pará

Área	Porto	Ano	Empresa Vencedora	Capacidade Estática GLP (t)	Capacidade Estática Adicional de GLP (t)
BEL05	Belém	2018	Liquigás	1.080	522
BEL06	Belém	2018	Nacional Gás	3.120	-
BEL09	Belém	2019	Transpetro	8.160	2.703
MIR01*	Miramar	2018	Bahiana Gás	0	1.080

Fonte: ANTAQ (2018a), ANTAQ (2018b), CDP (2018), PPI (2020a)

* Investimento *greenfield*

Dentre as áreas indicadas na Tabela 23, destaca-se a importância da área BEL 09, arrendada para a Transpetro, única capaz de realizar o recebimento marítimo do GLP nesse terminal, fornecendo-o via duto para os distribuidores que operam nas áreas BEL05, BEL06, BEL11 e MIR01. Desta forma, BEL09 é responsável pela movimentação portuária do GLP e por seu armazenamento primário no porto de Belém (ANTAQ, 2018a).

Com a conclusão dos investimentos estipulados nos contratos de arrendamento, a capacidade estática de armazenamento de GLP será ampliada em 4,3 mil toneladas, um aumento de 37%, considerando a capacidade anterior, de 11,5 mil toneladas. A área de MIR01 teve suas obras finalizadas no primeiro trimestre de 2022 (CDP, 2022).

2.3.2. Região Sudeste

O principal certame licitatório da Região Sudeste, visando a ampliação da infraestrutura de GLP, foi do Porto de Santos/SP, o mais movimentado do Brasil. A licitação dividiu a antiga área STS-08 em duas áreas, a STS-08 e a STS-08A, e não foi permitido que a mesma empresa obtivesse a cessão das duas áreas (PPI, 2020b). O leilão ocorreu em novembro de 2021. A infraestrutura para recepção, armazenagem e movimentação de GLP se encontra na área STS-08A, que foi arrematada pela Petrobras, enquanto a área STS-08 não recebeu nenhuma oferta (SANTOS, 2021).

A Figura 13 mostra a visão aérea da antiga área STS-08 no Porto de Santos.

Figura 13 – Vista aérea das áreas STS-08 e STS-08a no Porto de Santos
Fonte: PPI (2020b)

Os investimentos previstos para a área portuária STS-08A são de 678 milhões de reais, além do pagamento de 558 milhões de reais em valores de outorga. O prazo de arrendamento da área, que possui 298 mil m², será de 25 anos (SANTOS, 2021).

O edital estipula investimentos para modernização, aumento de capacidade de armazenamento de derivados de petróleo (exceto GLP) e a construção de um novo píer com dois berços de atracação (AL 05 e AL 06) – o que representará ampliação de 50% na oferta de berços na região da Alemoa (SANTOS, 2021). Atualmente, os berços AL 01 e AL 02 estão com alto nível de ocupação e elevado tempo médio para atracar. De acordo com as projeções de demanda consideradas e os investimentos previstos na construção do novo píer, estima-se importantes melhorias no nível de serviço na operação dos Terminais STS-08 e STS-08A e maior disponibilidade de berços para a movimentação de GLP. O término da construção do píer é previsto para o fim do 5º ano de vigência do contrato, ou seja, final de 2026 (ANTAQ, 2021).

2.3.3. Região Nordeste

O Porto de Suape/PE é a principal porta de entrada de GLP do Nordeste, sendo o único porto da região capaz de receber navios com capacidade de 44 mil toneladas. O armazenamento de GLP neste porto é feito em um navio cisterna, afretado pela Transpetro, com capacidade de armazenar 45 mil toneladas ou 88,2 mil m³ (SUAPE, 2020). A utilização de tancagem flutuante tem desvantagens, entre elas a ocupação de um berço do porto, o maior custo de operação, a maior necessidade de operação e a incapacidade de expansão. Assim, existem projetos para a instalação de um novo terminal terrestre para armazenamento de GLP.

O Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Suape 2020, o mais recente publicado, indica um déficit de capacidade de armazenagem de GLP desde 2019, recomendando ações imediatas para melhoria da infraestrutura dedicada a esse derivado (SUAPE, 2021a).

Em novembro de 2020, o Porto do Suape/PE publicou um edital de chamamento público para que pessoas ou empresas apresentassem os estudos necessários para implantação de um novo terminal para receber, armazenar e distribuir GLP (SUAPE, 2020).

Em julho de 2021, o governo de Pernambuco anunciou a construção de um novo terminal de GLP no Porto de Suape. O investimento previsto é de R$ 1,2 bilhão. O novo terminal contará com unidade de infraestrutura de 90 mil metros cúbicos de tancagem, além da implantação de dutos para movimentar a matéria-prima e fazer as conexões logísticas. A previsão é de que o terminal, de 60 mil metros quadrados, comportará anualmente cerca de 1,5 milhão de toneladas de GLP (SUAPE, 2021b).

Figura 14 – Vista aérea do Porto de Suape
Fonte: Suape (2022)

Paralelamente, foi anunciado um pré-contrato para a construção de um terminal de armazenamento e transporte de GLP no Complexo do Pecém/PE. Os investimentos são estimados em R$ 920 milhões e o terminal terá capacidade para 43 mil toneladas de GLP, com uma estimativa de movimentação anual de 450 mil toneladas. O produto deverá ser comprado dos Estados Unidos para distribuição no Ceará e outros estados da Região Nordeste (PECÉM, 2022).

Há ainda um processo de arrendamento em andamento no Porto de Maceió/AL, da área MAC11, cuja previsão atual é de publicação do edital e realização do leilão no 3º trimestre de 2022. O *Capex* estimado do projeto é de 219 milhões de reais (PPI, 2022). O futuro arrendatário realizará investimentos para garantir a capacidade estática mínima de 9 mil m³ de GLP, assim como fundação e dutos equivalentes para interligação do sistema de expedição rodoviária do GLP e o píer para recebimento do produto. O projeto considera uma capacidade dinâmica anual de 250 mil toneladas de GLP. A Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) projeta a conclusão da construção das esferas de armazenamento em 2025. Do investimento total no terminal, estima-se que 73 milhões sejam diretamente relacionados à infraestrutura de GLP (ANTAQ, 2022). A Tabela 24 sumariza os investimentos atualmente em estudo na região.

Tabela 24 – Resumo informativo dos investimentos projetados para a Região Nordeste

Porto	Investimento Previsto (milhões reais)	Capacidade Estática Adicional de GLP (m³)
Suape/PE	1.200	90.000
Pecém/CE	920	78.000
Maceió/AL (MAC11)	219	9.000

Fonte: Suape (2021b), Pecém (2022), ANTAQ (2022)

Ressalta-se, contudo, que os projetos de terminais de GLP em Suape e em Pecém podem ser investimentos excludentes, uma vez que, após a decisão final de investimento em um deles, a entrada de um segundo terminal voltado para a importação de GLP na região poderia implicar na subutilização da infraestrutura e menor atratividade econômica.

A partir dos investimentos destacados, o Capítulo 3 descreve cenários de oferta doméstica de GLP nas distintas trajetórias.

3. Oferta doméstica de GLP

Este capítulo está estruturado em seções que contrastam as projeções de oferta do cenário de referência do PDE 2031 com as distintas trajetórias acerca da oferta de GLP até 2031 no âmbito das análises de sensibilidade elaboradas.

3.1. Cenário de referência do PDE 2031

No cenário de referência do PDE 2031, projeta-se o crescimento de mais de 79% da produção de GLP no Brasil entre 2021 e 2031[8]. Esse aumento decorrerá, em grande medida, da parcela da produção oriunda do processamento de gás natural, principalmente com a entrada em operação da UPGN do Polo GasLub, em Itaboraí/RJ, e com o desenvolvimento da produção de gás natural proveniente da Bacia de Sergipe-Alagoas e a entrada em operação do respectivo sistema de processamento associado, na segunda metade da década. Assim, estima-se que a produção de GLP de UPGNs alcançará 26,8 mil m³/d em 2031, volume bastante superior aos 7,8 mil m³/d produzidos em 2021 nessas unidades.

Por sua vez, a produção de GLP em refinarias, centrais petroquímicas e outros produtores deverá se manter em torno de 20 mil m³/d até 2031. Projeta-se, apenas, um aumento gradual nos próximos anos em função da recuperação do fator de utilização das refinarias. A Figura 15 mostra a produção projetada de GLP até 2031, por tipo de unidade produtora.

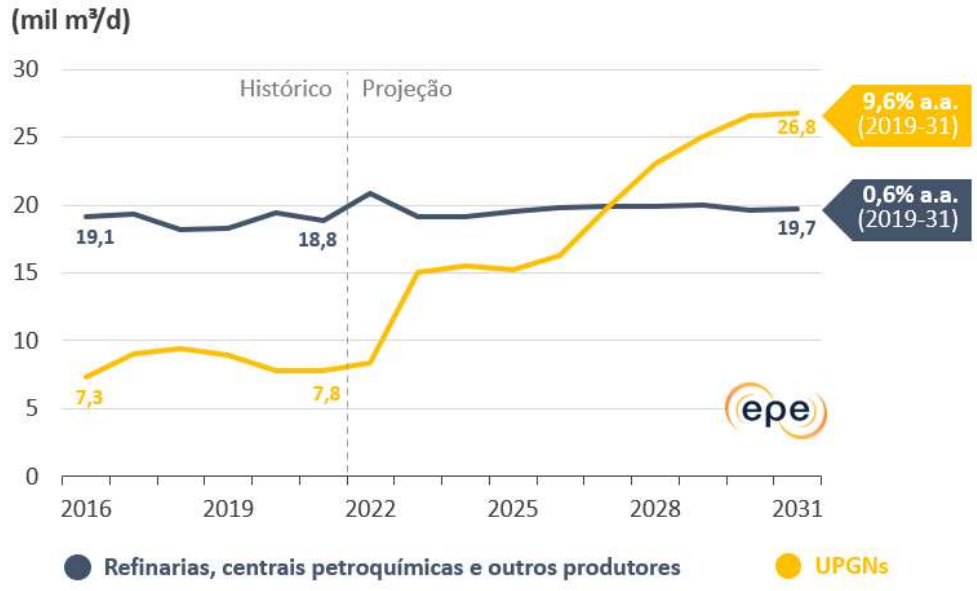

Figura 15 – Trajetória de referência para produção nacional de GLP
Fonte: Elaboração própria, a partir de ANP (2022a), ANP (2022e) e EPE (2022b).

Notas: (1) Não inclui propano e butano para petroquímica, propano comercial, butano comercial e propano especial;
(2) A produção de GLP de UPGN inclui volumes produzidos por unidades de processamento de gás natural associadas a refinarias, como as UPGNs Lubnor, Reduc I e II, Catu e Candeias.

[8] Houve a adaptação da oferta de GLP em 2022 devido à reconsideração de entrada do Polo GasLub para 2023 (Agência Brasil, 2022). Os valores de 2023 a 2031 são os encontrados no PDE 2031.

Conforme mencionado anteriormente, projeta-se que o crescimento da oferta de GLP no período será majoritariamente oriundo de UPGNs, e decorrerá do desenvolvimento da produção de gás natural no território nacional, muito embora este segmento esteja suscetível às incertezas técnicas, econômicas e regulatórias. Por sua vez, no segmento de refino, a conclusão do 2º trem da RNEST amplia a oferta de GLP a partir deste tipo de unidade produtora ao longo do período analisado. Sendo assim, foram elaboradas duas trajetórias alternativas para a evolução da produção de GLP nesta década, com resultados descritos nas seções a seguir.

3.2. Trajetória de oferta conservadora

Esta trajetória conservadora considera: (i) a não conexão de novas usinas termelétricas (UTEs) à malha brasileira de gasodutos existente; (ii) a postergação do início da operação da instalação necessária para o processamento deste gás natural, também a partir de 2029; (iii) o atraso em três anos no início da produção e escoamento do gás natural oriundo da bacia SEAL, com entrada em 2029; e (iv) as incertezas quanto ao potencial de produção de GLP (associadas à riqueza do gás natural e/ou ao rendimento da futura planta de processamento).

Com relação ao processamento de gás natural do SEAL nesta trajetória, considera-se a utilização de módulos *offshore* instalados na própria FPSO utilizada para a sua produção (BNamericas, 2022). Os líquidos de gás natural (LGN) gerados durante este processamento *offshore* podem ser misturados à corrente de óleo produzida nos campos desta bacia. Destaca-se que este LGN, se misturado ao óleo produzido, poderia resultar em alteração da composição/curva PEV do petróleo, de modo que a refinaria poderia apresentar alterações de processamento com o novo insumo no esquema de refino existente. Visto que o destino principal desta mistura é a exportação, até por entraves existentes[9], a fração de LGN passível de produzir GLP em território brasileiro seria também exportada, de modo que, no cenário conservador, não se observa produção de GLP oriunda da Bacia do SEAL.

A premissa de não conexão de novas UTEs, relacionadas à Lei de Capitalização da Eletrobras (BRASIL, 2021), à malha brasileira de gasodutos existente, acarreta redução da demanda por gás natural a ser processado, em relação à trajetória de referência. Deste modo, o atendimento destas unidades localizadas no Sudeste e no Nordeste será realizado por GNL, em sistemas não conectados à malha de gasodutos, ou por

[9] O atual regramento de ICMS incidente sobre a comercialização interestadual de petróleo dificulta a comercialização do petróleo produzido em Unidade Federativa diversa da que refina o produto. Isto se deve ao limite do uso de créditos de ICMS do *upstream* (obtidos a partir dos custos para a exploração e produção de petróleo) apenas para a exportação ou para venda dentro da própria Unidade Federativa (UF).

alternativas de GNL em pequena escala[10]. A adoção desta premissa de abastecimento por GNL só é possível em função do Decreto Regulamentador da Lei de Capitalização (BRASIL, 2022), o qual mantém a preferência pelo gás nacional, sem obrigatoriedade de uso desta fonte.

A Figura 16 ilustra a trajetória conservadora relativa à produção nacional de GLP por tipo de unidade produtora.

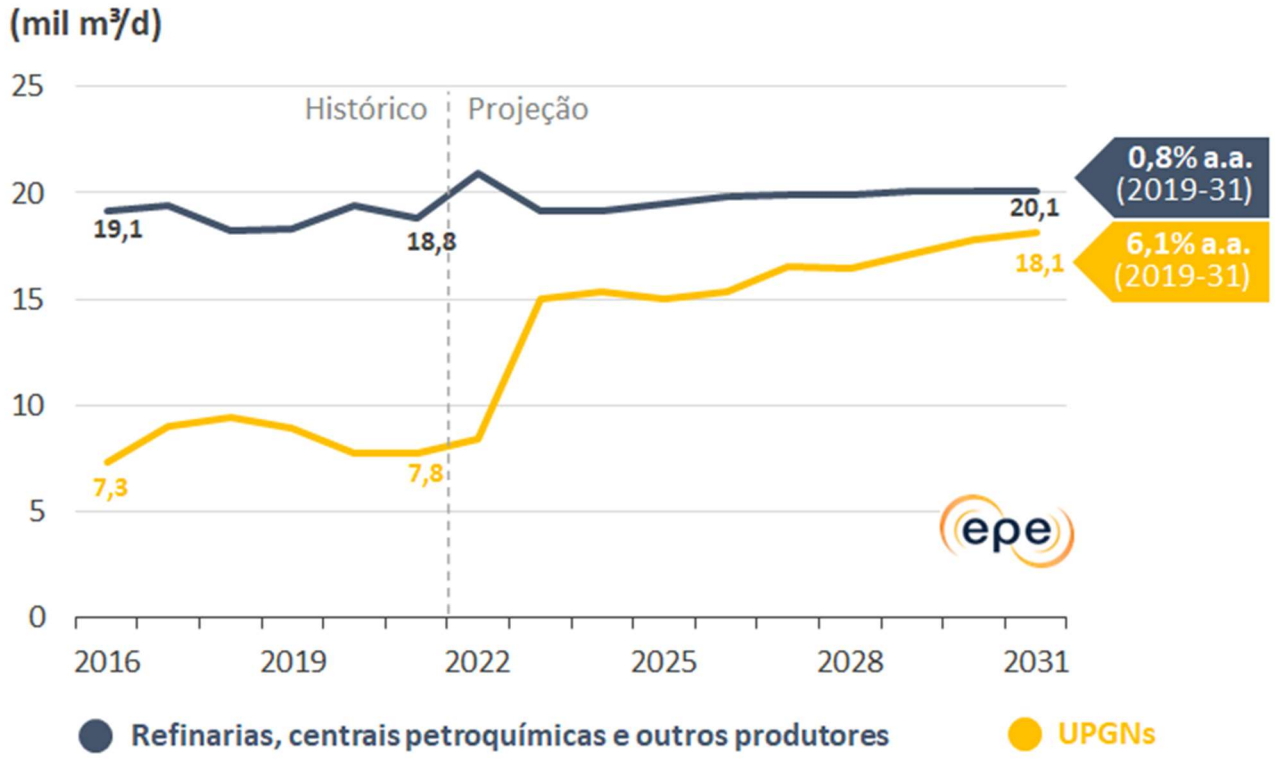

Figura 16 – Trajetória Conservadora para produção nacional de GLP
Fonte: Elaboração própria, a partir de ANP (2022a), ANP (2022e) e EPE (2022b).

Notas: (1) Não inclui propano e butano para petroquímica, propano comercial, butano comercial e propano especial;
(2) A produção de GLP de UPGN inclui volumes produzidos por unidades de processamento de gás natural associadas a refinarias, como as UPGNs Lubnor, Reduc I e II, Catu e Candeias.

3.3. Trajetória de oferta expansionista

A parcela da trajetória de oferta expansionista, associada à produção de GLP a partir de gás natural, considera um aumento da demanda por gás natural capaz de consumir toda a produção doméstica projetada em EPE (2022b), com consequente aumento da produção de GLP. Este patamar mais elevado deriva do ritmo mais intenso nos avanços sugeridos pelo programa Novo Mercado de Gás, em comparação com aqueles obtidos por este programa no cenário de referência.

[10] O GNL em pequena escala desempenha função alternativa ao transporte e à distribuição dutoviária de gás natural. Assim como o gás natural comprimido (GNC), esta solução possibilita replicar o fluxo contínuo de um gasoduto físico, atuando em locais onde a rede de tubulações é imatura ou inexistente, ou quando há incertezas sobre os níveis firmes de demanda de gás natural, a localização e o perfil dos polos de suprimento e demanda. Assim, consumidores potenciais poderiam ser supridos pelo GNL transportado em caminhões ou trens equipados com tanques criogênicos de GNL (no caso do transporte rodoviário ou ferroviário) ou por barcaças de GNL (no caso do transporte aquaviário) (EPE, 2022c).

Nessa trajetória considera-se, tal como para referência, a implantação das instalações de processamento GasLub e SEAL. Destaca-se que nesta trajetória não se observa a necessidade de ampliação do parque brasileiro de processamento de gás natural[11] além dessas duas instalações, não sendo necessários investimentos adicionais em infraestruturas de processamento associadas às UPGNs indicativas do Novo Mercado de Gás, apresentadas na Tabela 22. Destaca-se que estes investimentos podem se fazer necessários em algumas situações, conforme já comentado na seção 2.2 (a viabilização de determinada produção; não possibilidade de negociação entre agentes ou por opção do produtor).

Assim, mesmo com a ampliação da demanda e o consumo de toda a produção doméstica de gás natural projetada em EPE (2022b), as capacidades de processamento existentes e a das instalações de processamento GasLub e SEAL serão suficientes para disponibilização de todo este gás natural para o mercado, levando-se em consideração que em torno de 40% da capacidade dessas infraestruturas existentes estava ociosa, conforme observado em MME (2022). No entanto, a ampliação da produção de GLP ao longo do horizonte resulta na redução da capacidade ociosa média das UPGNs brasileiras, de 30% no ano de 2031 no cenário de referência para 21% na trajetória expansionista.

Esta trajetória considera também a conclusão do 2º trem da RNEST, em Ipojuca/PE, no ano de 2026 (Petrobras, 2021). Apesar de a refinaria ter uma configuração que priorize a produção de diesel, e não possuir unidade de craqueamento catalítico em leito fluidizado (FCC), que aumenta significativamente a produção de GLP em uma refinaria, a entrada do 2º trem da refinaria trará um aumento na produção de 0,5 mil m³/d.

A Figura 17 ilustra a trajetória de alta relativa à produção nacional de GLP por tipo de unidade produtora.

[11] As UPGNs indicativas do Novo Mercado de Gás se fazem necessárias nas situações em que não é possível a negociação entre o agente proprietário de uma UPGN e o produtor do gás (exigindo a instalação destas infraestruturas para possibilitar a produção do recurso), bem como nas situações em que o produtor optar pela instalação de uma nova unidade, de acordo com seu modelo de negócio. Assim, o valor de 15 unidades é o máximo que se espera neste cenário, visto que os projetos podem ser mutuamente excludentes, considerando que nem todas as UPGNs podem se fazer necessárias.

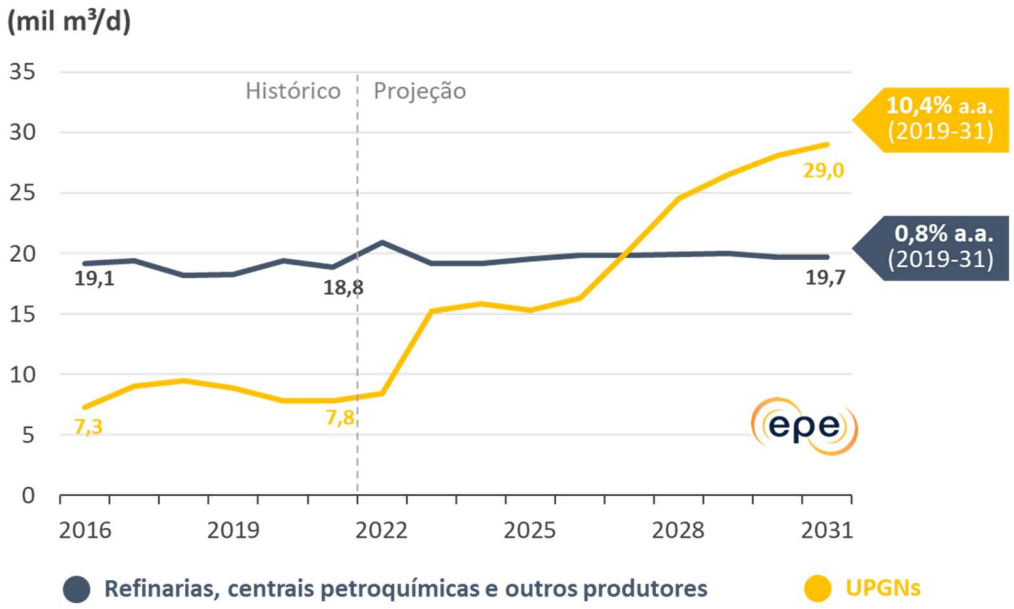

Figura 17 – Trajetória expansionista para produção nacional de GLP

Fonte: Elaboração própria, a partir de ANP (2022a), ANP (2022e) e EPE (2022b).

Notas: (1) Não inclui propano e butano para petroquímica, propano comercial, butano comercial e propano especial;
(2) A produção de GLP de UPGN inclui volumes produzidos por unidades de processamento de gás natural associadas a refinarias, como as UPGNs Lubnor, Reduc I e II, Catu e Candeias.

3.4. Resultados de oferta

Em bases comparativas, a Figura 18 ilustra como as diferentes premissas adotadas em cada trajetória impactam a curva de oferta de GLP produzido em UPGN no horizonte de estudo.

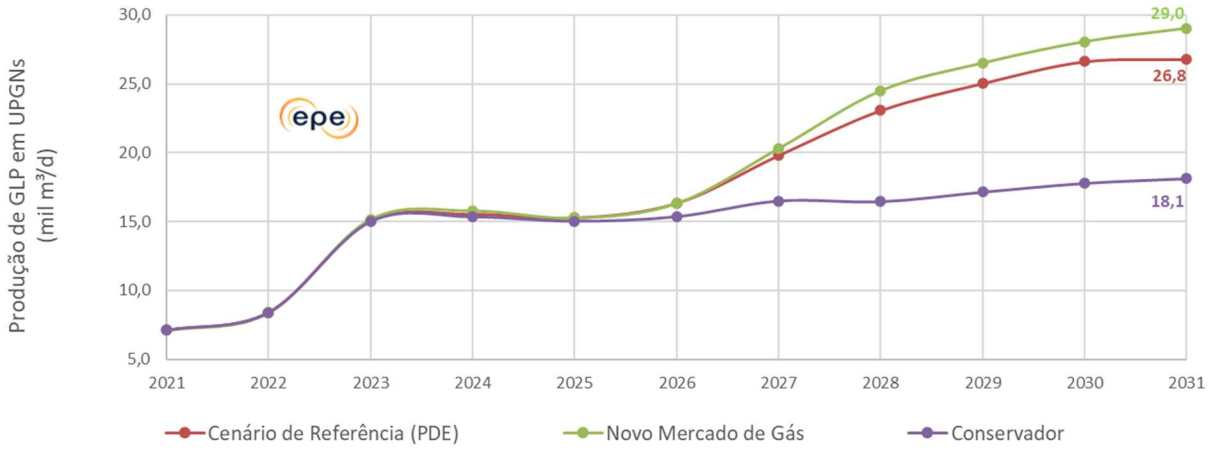

Figura 18 – Curva de oferta de GLP de UPGN das três trajetórias

Fonte: Elaborado por EPE

Nota: Nas trajetórias de oferta conservadora e oferta expansionista, o ano de 2021 foi considerado como realizado, o ano de 2022 foi projetado a partir do histórico de processamento das UPGNs brasileiras entre os anos de 2017 e 2021 (ANP, 2022e). Considerou-se o início de operação do Polo GasLub em 2023 (Agência Brasil, 2022).

Por sua vez, a Figura 19 mostra produção de GLP no País, no ano de 2031, para cada trajetória, considerando a oferta de refinarias, centrais petroquímicas e UPGN.

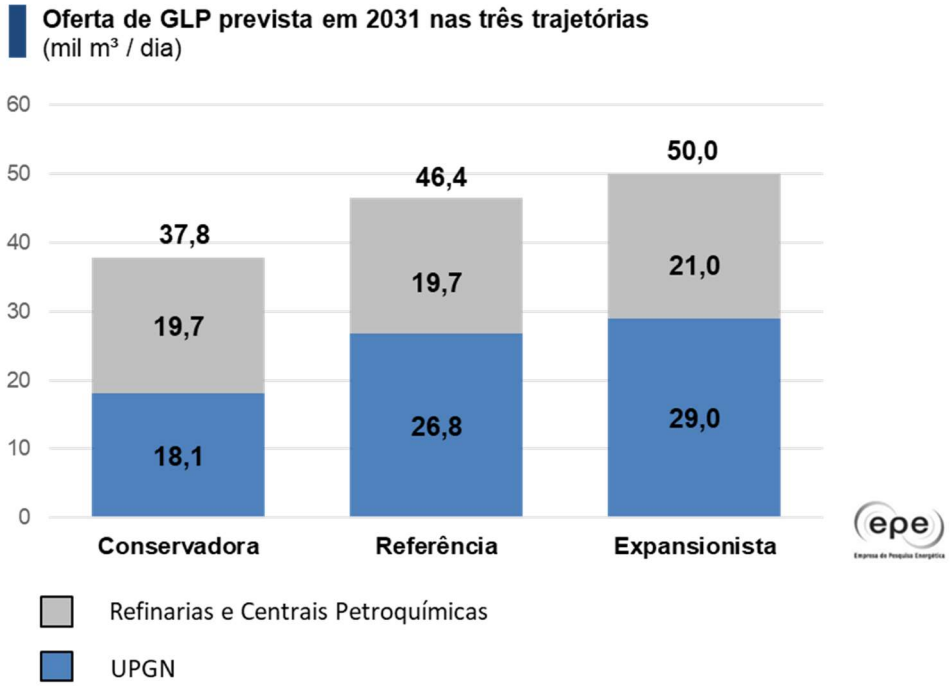

Figura 19 – Oferta de GLP prevista em 2031 nas três trajetórias
Fonte: Elaborado por EPE

O capítulo 4 visa analisar como o abastecimento a nível nacional para alguns dos pares de trajetórias de oferta e demanda apresentados, com o objetivo de identificar possíveis pontos de atenção dentro do horizonte de estudo.

4. Balanço nacional de GLP

A importação de GLP atual no País é inferior ao volume importado no ano 2000, e tem se mantido relativamente estável ao longo da última década, conforme mostrado na Figura 20. Destaca-se, contudo, que ao longo desse período histórico a demanda de GLP apresentou crescimento tímido (média de 0,3% a.a.). Um rápido crescimento da demanda poderia trazer complicações às operações de movimentação na infraestrutura existente, já que os portos realizam também movimentação interna do GLP, e para tal deve haver capacidade de estocagem e de carregamento dos tanques.

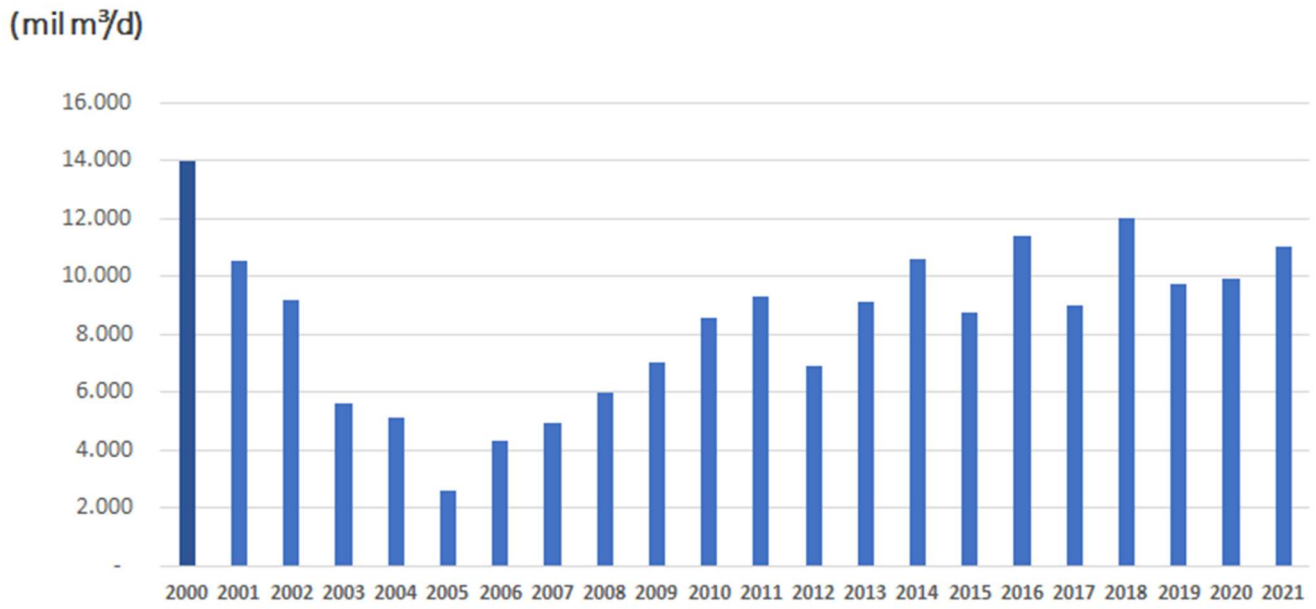

Figura 20 - Importação de GLP no Brasil
Fonte: ANP (2022a)

Nos capítulos anteriores, foram relacionados aspectos relacionados a projeções de demanda e de oferta de GLP no mercado brasileiro até o início da próxima década, e como tomadas de decisão de agentes públicos e novos investimentos podem gerar impactos no setor.

Com base nas trajetórias distintas de demanda de GLP, inclusive sua liberação para outros usos, e as trajetórias de oferta de GLP e considerando, principalmente, o processamento de gás natural em UPGNs existentes e a entrada de novos empreendimentos nos próximos anos, foram estudadas quatro combinações destas trajetórias, com o objetivo de analisar seus impactos no balanço nacional de GLP. Os pares oferta-demanda analisados foram:

- 1: Cenário de referência apresentado no PDE 2031;
- 2: Trajetória expansionista de oferta com demanda de referência e demanda potencial residencial;

- 3: Trajetória de referência da oferta (PDE 2031) com trajetória de demanda que adiciona flexibilização de usos atualmente proibidos;
- 4: Trajetória conservadora da oferta com trajetória de demanda que adiciona flexibilização de usos atualmente proibidos.

A Tabela 25 representa como as trajetórias de oferta e demanda de GLP impactam o saldo líquido nacional do derivado, em comparação ao cenário de referência.

Tabela 25 – Comparativo das trajetórias de oferta e demanda com o PDE 2031

Associações de trajetórias	Trajetória de Oferta	Trajetória de Demanda
2	↑	↓
3	=	↓
4	↓	↓

Fonte: Elaborado por EPE

As próximas seções detalham os saldos líquidos no abastecimento de GLP a partir das associações de trajetórias de oferta e demanda anteriormente elencadas.

4.1.Cenário de referência do PDE 2031

A Figura 21 representada a evolução projetada do saldo líquido de GLP para o cenário de referência no horizonte de estudo.

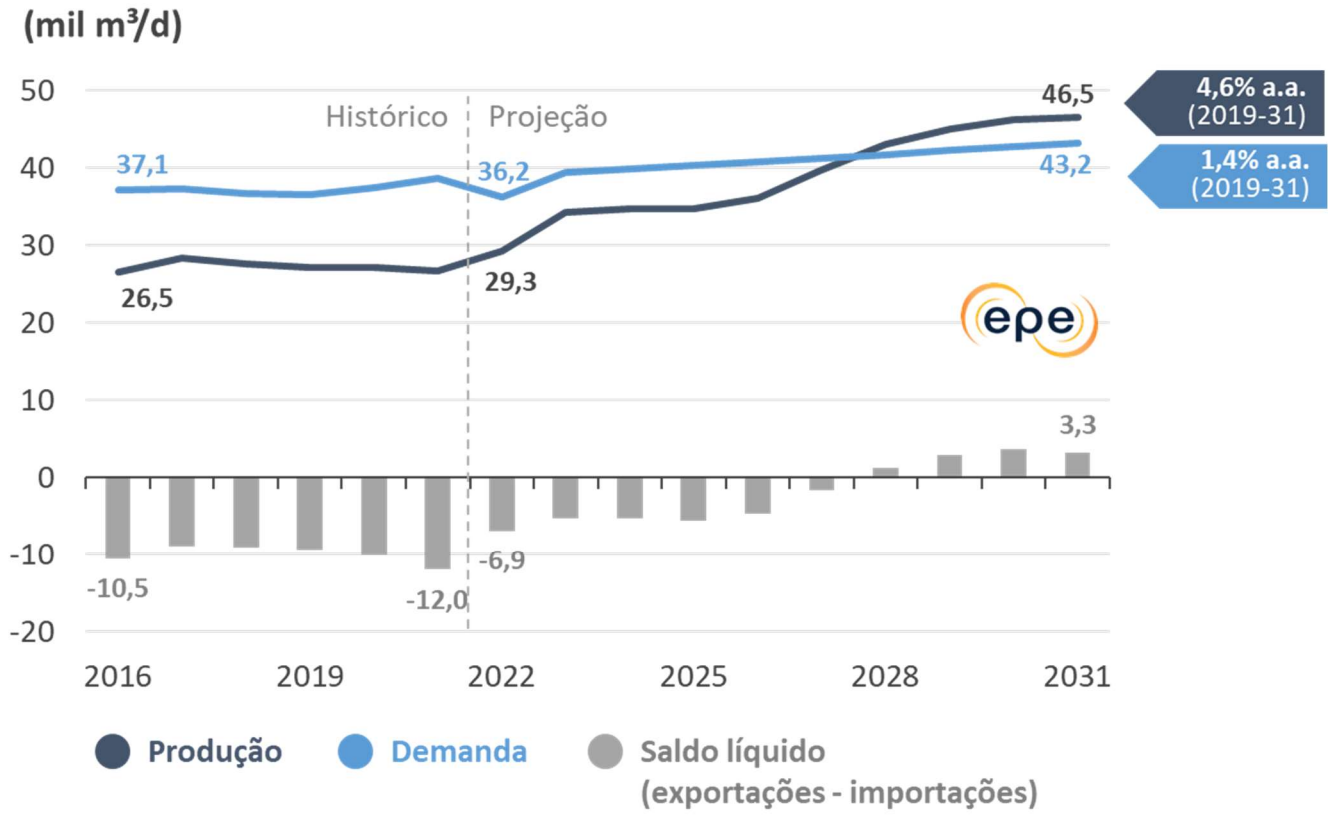

Figura 21 – Balanço nacional de GLP no cenário 1 (referência)

Fonte: Elaboração própria, a partir de ANP (2022a), ANP (2022e) e EPE (2022b).

No cenário de referência, projeta-se uma demanda crescente ao longo do horizonte decenal, atingindo 43,2 mil m³/d no ano de 2031, valor 17% maior que a demanda nacional em 2021, que totaliza 36,9 mil m³/d.

Como resultado do aumento expressivo da produção nacional e da menor taxa de crescimento da demanda doméstica de GLP, estima-se que as importações deste combustível se reduzirão ao longo do período decenal. A entrada da UPGN GasLub provoca um significativo aumento na produção de GLP e, na segunda metade da década, a entrada da produção oriunda da Bacia SEAL. A partir de 2028, projeta-se que a oferta doméstica excederá a demanda, com superávit de 3,3 mil m³/d no ano de 2031.

A depender dos investimentos na cadeia de gás natural brasileira, é possível haver três perspectivas distintas para o ano de 2031: a necessidade de importação no segundo par de trajetórias, que prevê um aumento significativo no uso residencial do GLP no horizonte de estudo; um pequeno excedente de produção no Cenário 3, ou um o equilíbrio entre oferta e demanda, como mostrado no Cenário 4, que considera a liberação de outros usos e uma oferta mais conservadora.

4.2.Demanda com potencial residencial e oferta expansionista

A criação deste par de trajetórias leva em conta a mudança significativa na capacidade de famílias de baixa renda obterem acesso ao GLP, em substituição ao uso da lenha para cocção de alimentos, provavelmente através de alguma política pública específica. Apesar do crescimento da oferta, sobretudo oriundo de processamento de gás natural, o País ficará dependente de importação em ritmo marginalmente crescente, conforme apresentado na Figura 22.

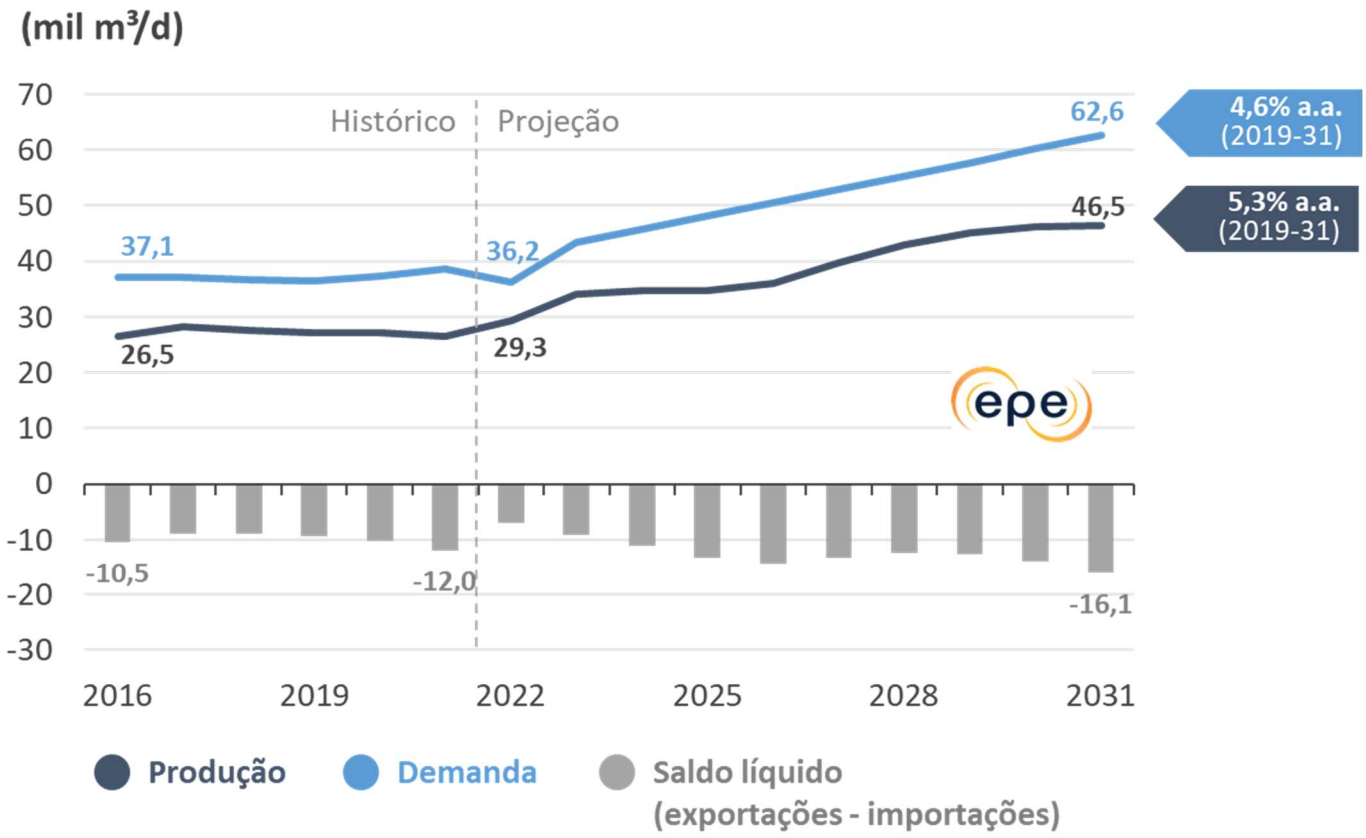

Figura 22 – Balanço nacional de GLP na combinação de trajetórias nº 2
Fonte: Elaboração própria, a partir de ANP (2022a), ANP (2022e) e EPE (2022b).

A demanda cresce 4,6% a.a, mais de três vezes o crescimento de 1,4% a.a projetado no cenário de referência do PDE 2031. As importações de GLP em 2031 atingem 16,1 mil m³/d, valor superior ao histórico nacional de importação desde o ano 2000 (14 mil m³/d – ANP, 2022a). Além disso, o País se mantém deficitário em GLP durante todo o horizonte de estudo, mesmo utilizando-se uma curva superior para a projeção da oferta de GLP oriundo de UPGNs. Nesta situação, cresce a importância de atenção à infraestrutura nacional para garantir que sua expansão esteja alinhada com o crescimento da demanda nacional.

4.3.Demanda com incremento de liberação de outros usos e oferta do PDE 2031

A liberação de outros usos do GLP provoca um aumento de 0,3% a.a na demanda desse derivado, em relação ao crescimento de 1,4% a.a projetado no cenário de referência. Essa variação não altera de forma significativa o balanço nacional, apenas amenizando o superávit medido após o ano de 2028, conforme indicado na Figura 23.

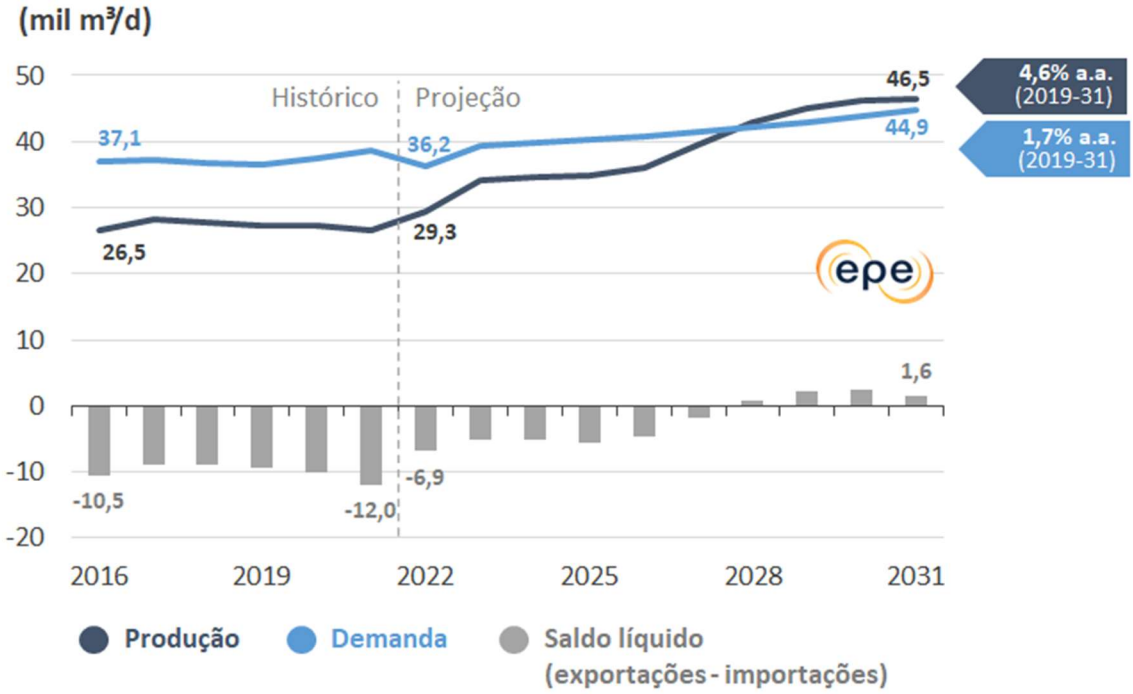

Figura 23 – Balanço nacional de GLP na combinação de trajetórias nº 3
Fonte: Elaboração própria, a partir de ANP (2022a), ANP (2022e) e EPE (2022b).

Embora seja necessário estar atento à capacidade logística do País para garantir o abastecimento de GLP, sob este cenário a liberação de outros usos não provocaria uma situação de déficit no balanço nos anos finais do horizonte.

4.4.Demanda com incremento de liberação de outros usos e oferta conservadora

Em combinação de premissas que incluem oferta conservadora e demanda projetada para o PDE2031, incrementada pela demanda do setor de transportes, permitida em hipótese de liberação de outros usos do GLP, o País se mantém deficitário até 2031, conforme indicado na Balanço nacional de GLP na combinação de trajetórias nº 4.

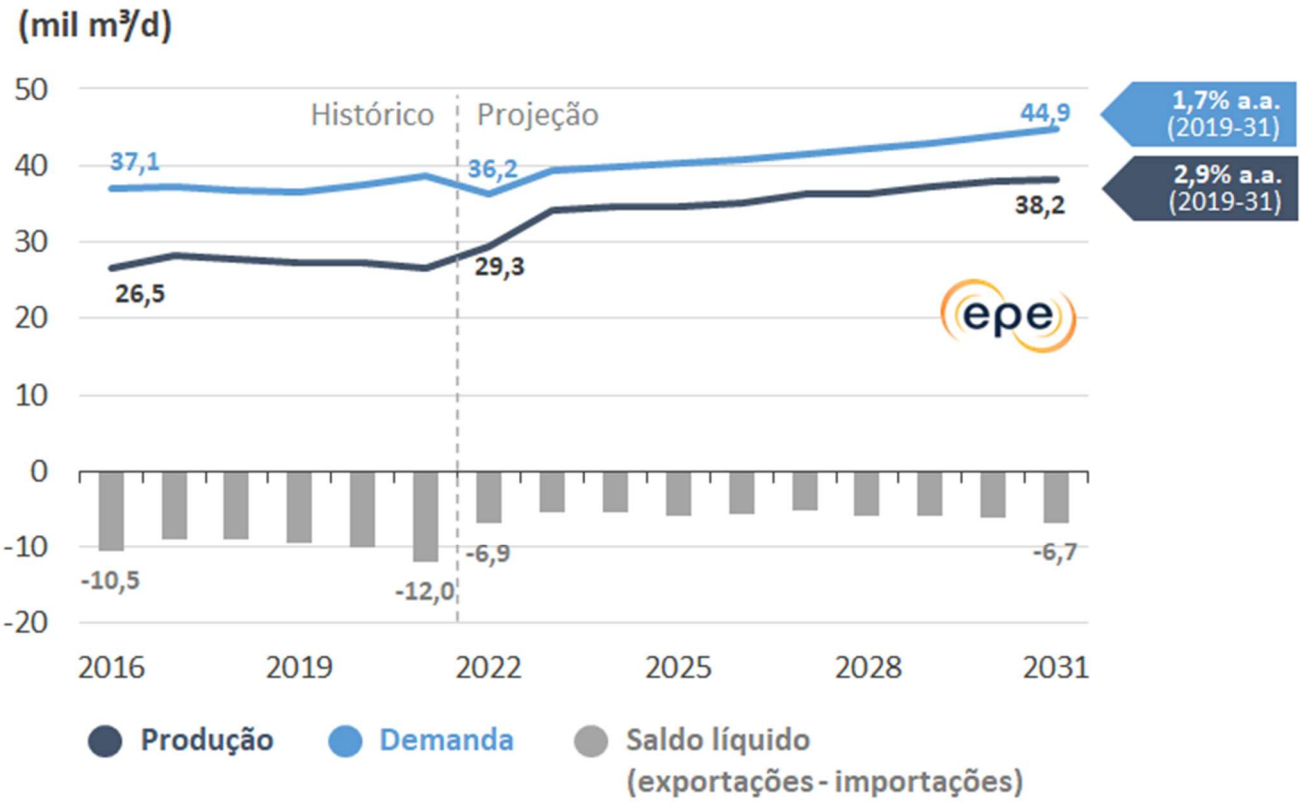

Figura 24 - Balanço nacional de GLP na combinação de trajetórias nº 4
Fonte: Elaboração própria, a partir de ANP (2022a), ANP (2022e) e EPE (2022b).

O incremento de 0,3% a.a. na demanda a partir da flexibilização de outros usos, acrescidos da demanda crescente em 1,4% a.a. no PDE 2031, novamente não afeta significativamente o abastecimento nacional do GLP. Contudo, a oferta conservadora destaca importante olhar para alternativas de abastecimento, incluindo fomento a investimentos em infraestruturas para ofertas domésticas alternativas, seja na rota do gás natural ou do petróleo, e infraestrutura de importação.

O capítulo 5 analisa o abastecimento regional para as distintas combinações de trajetórias de oferta e demanda de GLP, com o objetivo de identificar possíveis pontos de atenção dentro do horizonte de estudo.

5. Balanços regionais de GLP

A depender das premissas observadas para oferta e demanda, os fluxos inter-regionais de GLP se alteram substancialmente, sendo apresentados os saldos líquidos regionais de 2031 Figura 25, de acordo com as combinações entre trajetórias anteriormente descritas.

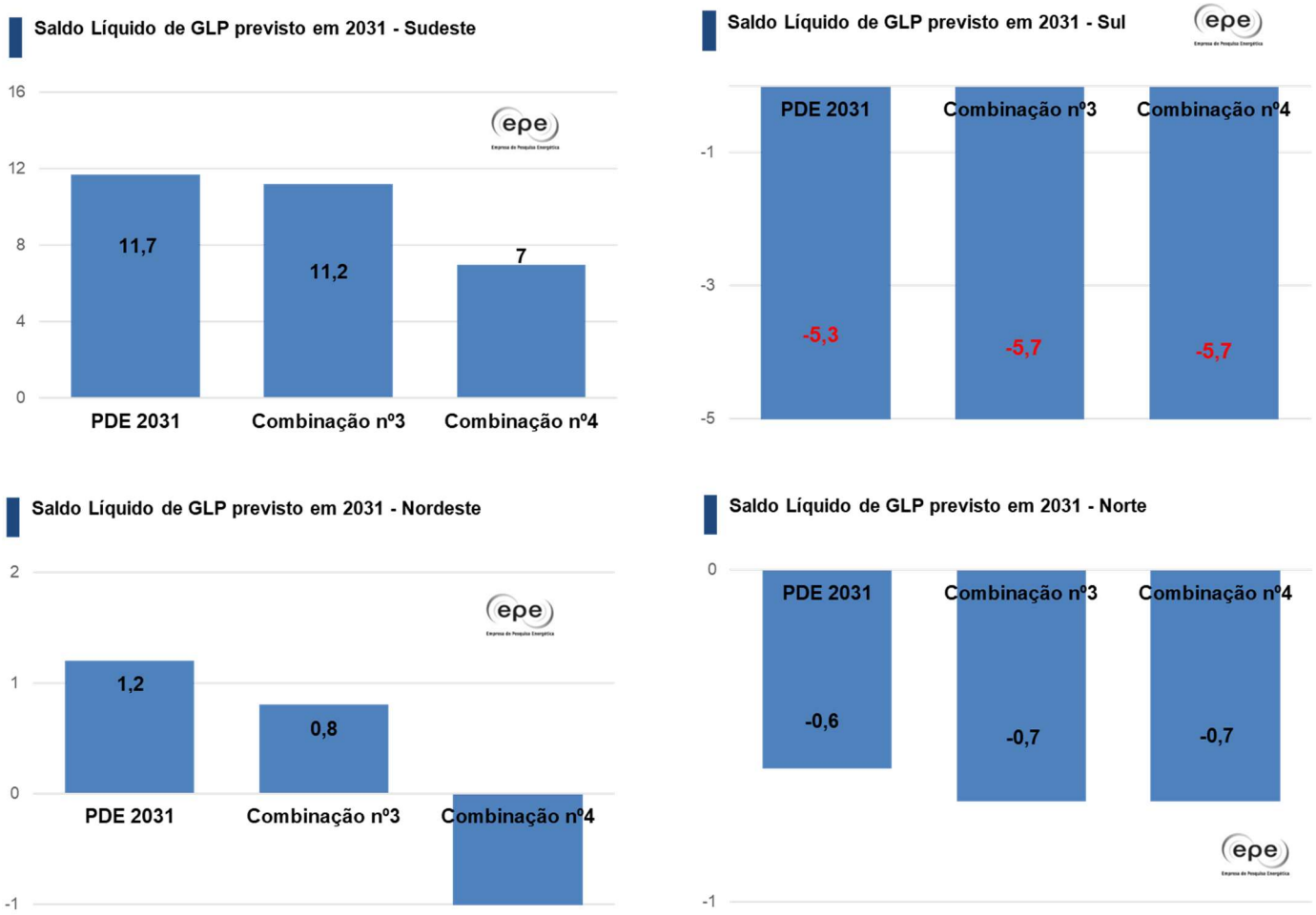

Figura 25 - Saldo líquido de GLP em 2031 por região

Fonte: Elaborado por EPE

Nota: Uma vez que a Região Centro-Oeste não possui produção própria e é majoritariamente atendida através da infraestrutura da Região Sudeste, sua análise foi feita integrada a esta região.

As Regiões Norte e Sul não possuem alteração na sua oferta interna, o que não significa que o abastecimento dar-se-á da mesma forma nas distintas trajetórias, mas sim que pode haver recebimento de GLP de diferentes regiões conforme o excedente e a melhor logística disponível. As demais regiões contêm mudanças de oferta interna essencialmente pela adição de oferta de GLP oriunda de UPGNs, conforme indicado anteriormente. Tal incremento gera necessidade de rearranjo nos fluxos, sobretudo quando há trajetórias de dependência, autossuficiência e superávit no abastecimento regional.

A Figura 26 ilustra tais fluxos previstos para o ano de 2031, na trajetória de referência do PDE 2031.

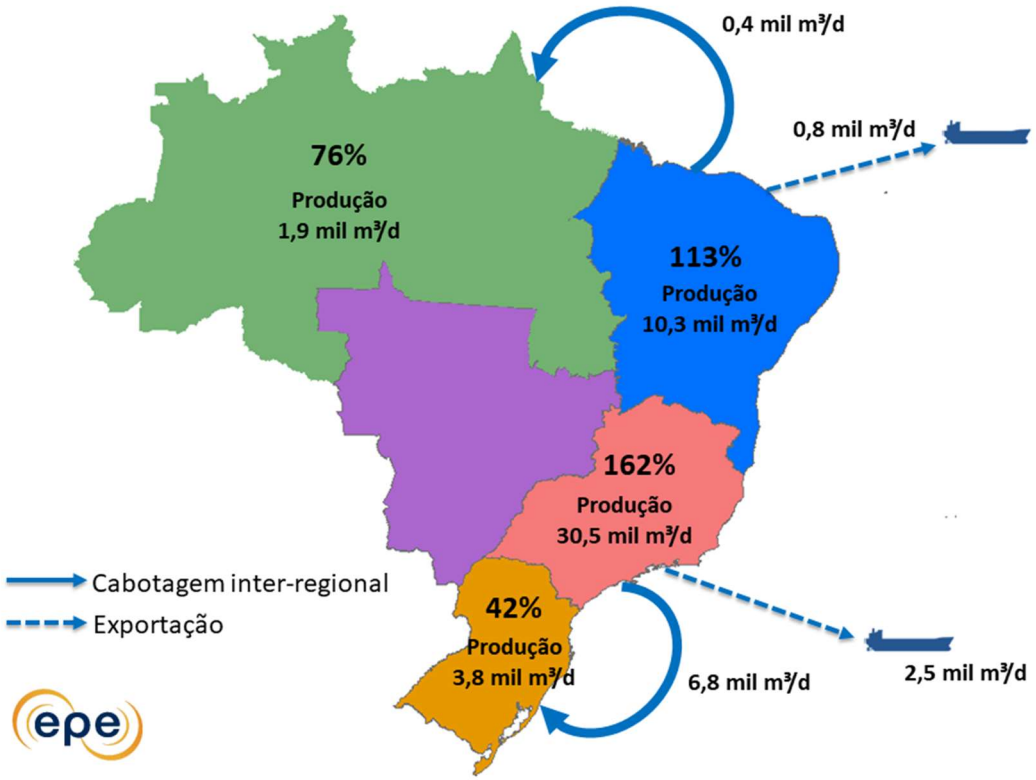

Figura 26 - Fluxos inter-regionais de GLP no cenário de referência (PDE 2031)
Fonte: EPE (2022b)

As Regiões Sul, Norte e Centro-Oeste serão deficitárias quanto ao abastecimento de GLP, sendo a última abastecida em maior parte pela cadeia da Região Sudeste. Em função do desenvolvimento da produção de gás natural da Bacia de Sergipe-Alagoas, o Nordeste se tornará superavitário.

A Figura 27 ilustra tais fluxos previstos para a combinação de trajetórias nº 2.

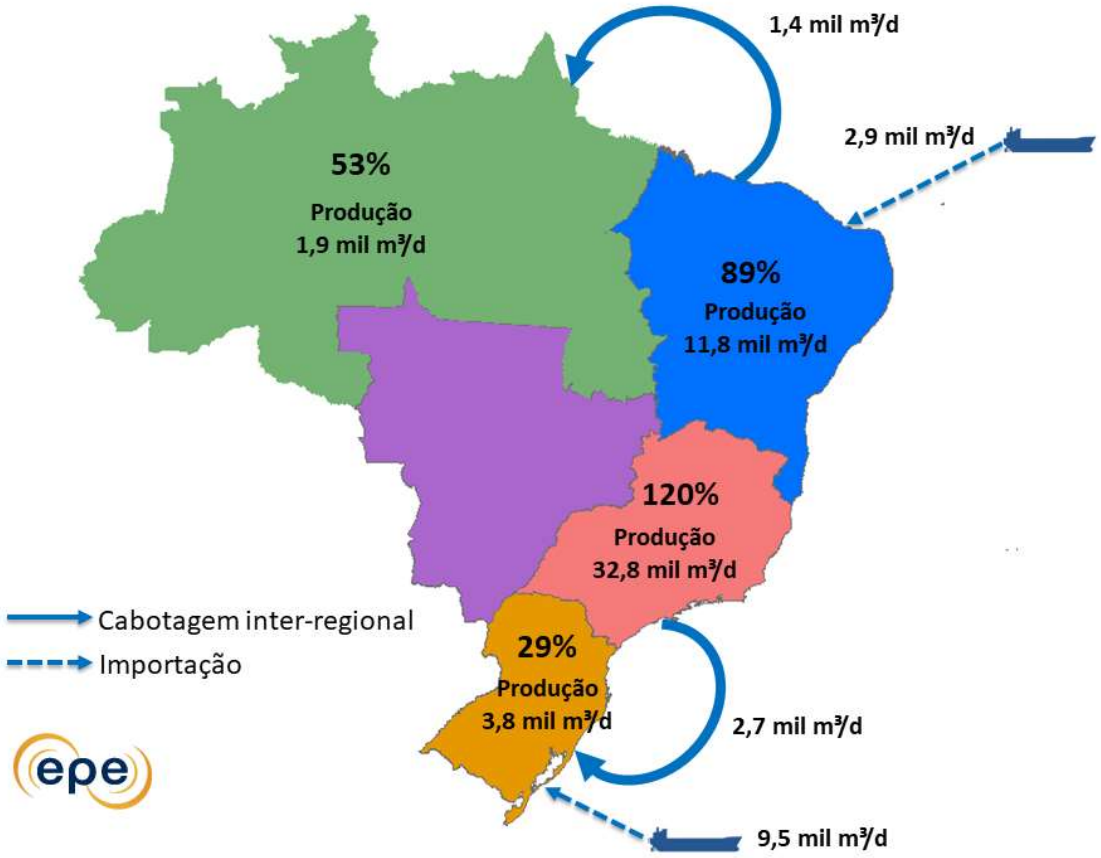

Figura 27 - Fluxos inter-regionais de GLP na combinação de trajetórias nº 2
Fonte: Elaborado por EPE

Nesta trajetória de maior demanda o País se mantém deficitário em GLP, com destaque para a importação prevista em 2031, de 16,1 mil m³/d, maior que aquele realizado no ano de 2000, de 14 mil m³/dia, devido ao crescimento da demanda residencial substituindo a lenha para cocção. Neste sentido, há necessidade de investimentos em logística para garantir o abastecimento de GLP. Esta sinalização ocorre mesmo diante de trajetória expansionista quanto à oferta doméstica de GLP em UPGN diante das expectativas vigentes a partir do Programa Novo Mercado de Gás e da projeção de incremento da produção de gás natural no Brasil.

A Figura 28 ilustra tais fluxos previstos para a combinação de trajetórias nº 3.

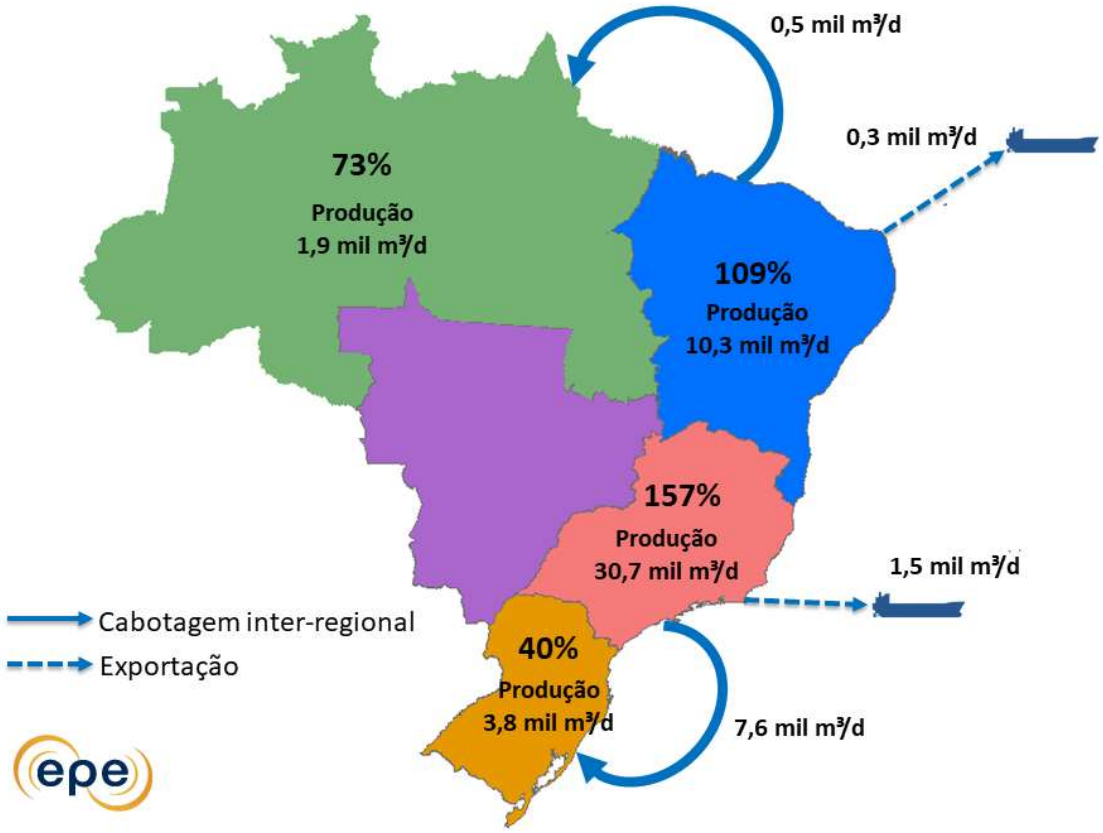

Figura 28 - Fluxos inter-regionais de GLP na combinação de trajetórias nº 3
Fonte: Elaborado por EPE

A combinação de trajetórias nº 3 registrou maior fluxo comercial inter-regional e volumes exportados menores em comparação ao cenário de referência, em função da demanda acrescida com a flexibilização de outros usos. Neste caso, as análises de fluxos e de investimentos em logística seriam semelhantes às do PDE 2031.

A Figura 29 ilustra tais fluxos previstos para a combinação de trajetórias nº 4.

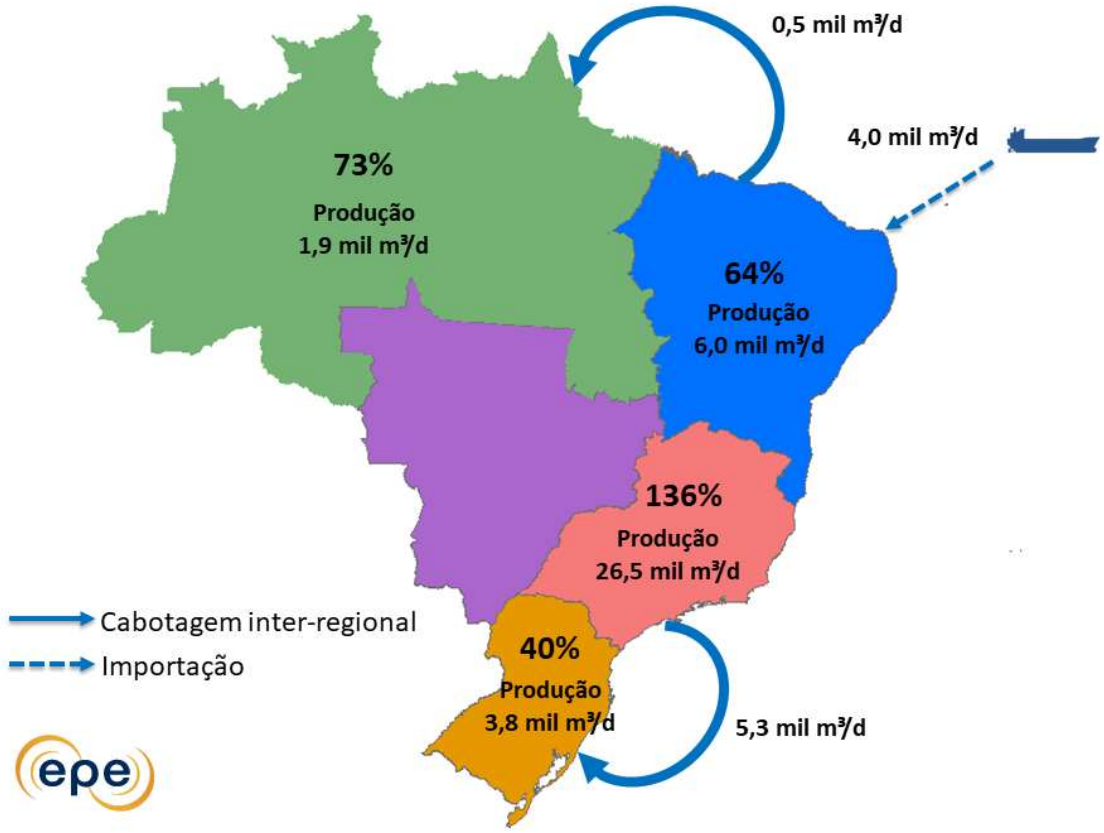

Figura 29 - Fluxos inter-regionais de GLP na combinação de trajetórias nº 4
Fonte: Elaborado por EPE

A análise regional da combinação de trajetórias nº 4 avalia os impactos de uma oferta conservadora, com menor produção em UPGNs em um contexto de flexibilização dos outros usos de GLP. Nesse caso, a Região Sudeste é a única superavitária, e contribui com 60% da oferta da Região Sul. A importação, por sua vez, se dá essencialmente pela Região Nordeste, que abastece quase 30% da demanda da Região Norte.

6. Considerações finais

O GLP é um importante combustível para o Brasil, com aspectos econômicos, sociais e ambientais bem presentes no seu uso cotidiano e, assim, com características que ressaltam seu papel no desenvolvimento sustentável do País. No que tange à demanda, quase 80% decorrem do setor residencial, majoritariamente para cocção, onde enfrenta concorrência de fontes energéticas como a lenha vegetal. Em 2021, a energia proveniente do GLP consumida no setor residencial permaneceu inferior à oriunda da lenha, evidenciando um potencial de mercado para o GLP. Para que haja essa adoção, todavia, é necessária a ampliação da acessibilidade e direcionamento de políticas públicas com essa finalidade para pessoas de baixa renda e/ou uma significativa melhora da situação macroeconômica nacional. Nestas condições, o incremento de demanda residencial de GLP tem potencial de chegar à ordem de 19,5 mil m³/d. A projeção de demanda potencial para 2031, incluindo os setores residencial, transportes e industrial, é de 42,7 mil m³/d. Esse montante inclui também a premissa de flexibilização de usos atualmente limitados, como para o uso automotivo.

O GLP não apresentou, aos preços aplicados nos últimos anos, vantagens competitivas que justificassem um incremento significativo na maior parte dos setores analisados, sendo essencialmente competitivo no setor de transportes, em condições específicas de rodagem e de dificuldades de acesso à infraestrutura de GNV. Cumpre destacar que o desafio de competitividade a partir das alterações tributárias ocorridas em 2022 não foi analisado, mas certamente retrata maior desafio de penetração no mercado automotivo nacional, visto que gasolina, etanol hidratado e o GNV tiveram redução de carga tributária em relação aos anos anteriores. Com isso, a projeção de demanda incremental com a liberação de outros usos pode atingir 1,7 mil m³/d, crescimento equivalente a 0,3% a.a.

As perspectivas de produção de GLP a partir de gás natural apresentam-se como uma das principais forças motrizes para o aumento da oferta doméstica deste energético. A entrada em operação do Polo GasLub, no horizonte de curto prazo, deve reforçar a oferta de GLP brasileira, auxiliando na redução dos níveis de importação já na primeira metade do período analisado. Adicionalmente, a potencial entrada da UPGN para processamento do gás da Bacia do Sergipe-Alagoas (Bacia do SEAL) poderá fortalecer ainda mais a oferta na segunda metade do decênio analisado. Caso essa oferta nordestina de GLP não ocorra no segundo quinquênio analisado, trajetória conservadora, um conjunto de investimentos far-se-á necessário para manter os abastecimentos regionais e nacional. Destacam-se investimentos em alternativas de oferta doméstica, a partir do petróleo ou do gás natural, bem como em infraestrutura de movimentação interna e de importação. Tais investimentos são ainda mais necessários a partir de significativa expansão da substituição da lenha vegetal por GLP, mesmo diante de trajetória expansionista da oferta doméstica, que possui incremento superior ao cenário do PDE 2031.

Os investimentos associados à trajetória expansionista se aproximam de 40 bilhões de reais, sendo muito acima dos 6 bilhões de reais que envolvem as UPGNs GasLub e SEAL, constantes no PDE 2031. Os valores efetivamente realizados para estes investimentos estarão relacionados à possibilidade técnica de acesso às infraestruturas de processamento por terceiros, à utilização de eventuais capacidades ociosas nas UPGNs existentes, à implantação de modelos de negócios por parte dos empreendedores que considerem a implantação de novas UPGNs, bem como às reduções de custo associadas à instalação de novas unidades ou ampliações daquelas já existentes.

Os investimentos em refino são de 14 bilhões de reais, embora uma parcela significativa não seja dedicada à produção de GLP. Os valores aplicados em infraestrutura logística para a cadeia de suprimento de GLP não representam trajetórias ou sensibilidades, mas o levantamento das sinalizações existentes até o momento, totalizando 3 bilhões de reais, com destaque para os portos de Santos/SP, Suape/PE e Pecém/CE.

A partir das combinações de trajetórias de oferta e demanda, foram apresentados os diferentes desafios do abastecimento nacional, com resultados que variam de superávit de 6,9 mil m³/d a déficit de 16,1 mil m³/d. Além disso, regionalmente, destaca-se a variação de possibilidades diante das distintas associações de trajetórias. Em especial, a Região Nordeste pode se tornar superavitária ou se manter como deficitária no período analisado.

Salienta-se que as entre as trajetórias de demanda com flexibilização de outros usos do GLP foram incluídas análises de competitividade do GLP para os distintos setores, que indicaram dificuldade de penetração deste combustível mesmo em usos atualmente proibidos. O desenvolvimento de análises mais detalhadas sobre a evolução histórica da composição dos preços do GLP é importante para melhor informação acerca dos fatores que prejudicam a competitividade deste combustível ao longo da cadeia de produção e comercialização. Neste sentido, cabem estudos futuros acerca de análises comparativas com demais fontes concorrentes e experiência internacional de formação do preço. Além disso, estudos futuros podem tratar do acompanhamento da evolução histórica aplicada aos componentes agregadores de valor para o GLP, desde o preço de realização, passando pelos tributos e chegando às margens bruta de distribuição e revenda. Ademais, a iniciativa Abastece Brasil, no âmbito da Resolução CNPE nº12/2019, realizou estudos sobre alternativas de modelos de negócios aplicáveis no segmento de GLP, que eventualmente poderiam contribuir para aumento da competição, e as propostas estão em análise regulatória por parte da ANP. Esse conjunto de análises é importante para apoiar, inclusive, estratégias de políticas públicas de cunho energético, social e ambiental.

Por fim, é importante registar que a criminalização do uso do GLP derivou de construção de marcos legais e infralegais históricos em contexto que atualmente não traduzem o sentido da restrição original. Em especial, intervenções como a proibição sem justificativa parece ir de encontro a normas mais recentes (Lei nº 13.874/2019, que estabelece garantias de livre mercado). Dessa forma, ainda que a análise elencada não avance sobre sensibilidades acerca da liberação gradual de outros usos, a possibilidade de se realizar a liberação estagiada de usos atualmente proibidos de GLP é uma opção a ser considerada pelos órgãos competentes, preferencialmente sinalizando o cronograma para apoio as possíveis ações de investimento e políticas públicas, mantendo atenção à segurança do abastecimento nacional.

Agradecimentos

Agradecemos à Copa Energia pela disponibilização de informações acerca de investimentos em infraestrutura.

Referências bibliográficas

AGÊNCIA BRASIL, (2022). Petrobras reavalia funcionamento do Projeto 3 em Itaboraí. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-07/petrobras-reavalia-funcionamento-do-projeto-rota-3-em-itaborai>. Acesso em: 13 jul. 2022.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, (2022). *Sistema de Acompanhamento de Informações de Mercado para Regulação Econômica – SAMP.* <https://portalrelatorios.aneel.gov.br/luznatarifa/cativo>. Acesso em: 13 jul. 2022.

ABB, (2022). *ABB Energy Efficiency Survey Report 2022.* Disponível em: < https://www.energyefficiencymovement.com/wp-content/uploads/2022/04/ABB-Energy-Efficiency-Survey-Report-2022.pdf>. Acesso em: 08 set. 2022.

ANP. AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS, (2016). *Resolução nº 49/2016.* Disponível em: <http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2016/novembro&item=ranp-49-2016>. Acesso em: 28 jul. 2022.

_____, _____ (2019). *Ato Despacho nº 689/2019.* Disponível em: < https://atosoficiais.com.br/anp/despacho-n-689-2019#:~:text=AG%C3%8ANCIA%20NACIONAL%20DO%20PETR%C3%93LEO%2C%20G%C3%81S%20NATURAL%20E%20BIOCOMBUST%C3%8DVEIS,N%C2%BA%20689%2C%20DE%2023%20DE%20AGOSTO%20DE%202019. >. Acesso em: 08 set. 2022.

_____, _____ (2020a). R*esolução Nº 825, De 28 De Agosto De 2020.* Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-825-de-28-de-agosto-de-2020-274891354>. Acesso em: 08 set. 2022.

_____, _____ (2020b). *Ato Autorização nº 249/2020.* Disponível em: < https://atosoficiais.com.br/anp/autorizacao-n-249-2020>. Acesso em: 08 set. 2022.

_____, _____ (2020c). *Despacho nº 343/2020.* Disponível em: https://atosoficiais.com.br/anp/despacho-n-343-2020 >. Acesso em: 16 dez. 2020.

_____, _____ (2022a). *Dados Estatísticos*. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-abertos/dados-estatísticos>. Acesso em: 10 ago. 2022.

_____, _____ (2022b). *Composição e estruturas de formação dos preços.* Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/precos-e-defesa-da-concorrencia/precos/composicao-e-estruturas-de-formacao-dos-precos>. Acesso em: 28 jun. 2022.

_____, _____ (2022c). *Capacidade de Armazenagem de Terminais.* Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-abertos/capacidade-de-armazenagem-de-terminais>. Acesso em: 28 jun. 2022.

_____, _____ (2022d). *Anuário Estatístico 2022*. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-2022>. Acesso em: 26 jul. 2022.

_____, _____ (2022e). *Produção de gás natural seco, GLP, C_5^+, etano, propano e LGN em polos produtores – 2012-2021*. Disponível em: < https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/arquivos-anuario-estatistico-2022/secao-2/tabelas/t2-36.xls>. Acesso em: 12 jul. 2022.

_____, _____ (2022f). *Preços de distribuição de combustíveis, séries mensais, GLP e combustíveis líquidos, estados, 2021.* Disponível em: < https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/precos-e-defesa-da-concorrencia/precos/precos-de-distribuicao-de-combustiveis >. Acesso em: 12 jul. 2022.

ANTAQ. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS, (2018a). *LEILÃO Nº 15/2018-ANTAQ. ARRENDAMENTO PORTUÁRIO - ÁREA BEL09.* Disponível em: <https://web3.antaq.gov.br/Sistemas/LeilaoInternetV2/PaginaPrincipal.aspx>. Acesso em: 23 ago. 2022.

_____, _____ (2018b). *Nota Informativa nº 23/2018/DP – GPII/SFP-MTPA*. Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/Sistemas/WebServiceLeilao/DocumentoUpload/Audiencia%2025/Nota_Informativa_n__23_2018_SNP_MTPA___Ato_Justificatorio.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2022.

_____, _____ (2021). *LEILÃO Nº 06/2021-ANTAQ. STS08A. Disponível em: < http://web.antaq.gov.br/sistemas/leilaointernetv2/PaginaPrincipal.aspx>. Acesso em: 26 jun. 2022.*

ARSESP, (2018). *Deliberação ARSESP nº 801, de maio de 2018*. Disponível em: < http://www.arsesp.sp.gov.br/LegislacaoArquivos/ldl8012018.pdf >. Acesso em: 23 ago. 2022.

BNAMERICAS, (2022). *Por que a Petrobras cancelou projeto para nova unidade de processamento de gás?.* Disponível em: <https://www.bnamericas.com/pt/analise/por-que-a-petrobras-cancelou-um-projeto-para-nova-unidade-de-processamento-de-gas>. Acesso em: 09 set. 2022.

BRASIL, (1976). *Portaria nº346, de 19 de novembro de 1976 do Ministério da Indústria e do Comércio*.

BRASIL, (1991). *Lei nº 8.176, de 8 de fevereiro de 1991. Define crimes contra a ordem econômica e cria o Sistema de Estoques de Combustíveis.* Diário Oficial da União, Brasília. Fonte: www.planalto.gov.br

BRASIL, (1994). *Portaria nº23, de 6 de junho de 1994 do Departamento Nacional de Combustíveis*.

BRASIL, (1997). *Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências.*

BRASIL, (2021). *Lei nº 14.182, de 12 de julho de 2021. Dispõe sobre a desestatização da empresa Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras); altera as Leis nºs 5.899, de 5 de julho de 1973, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, 10.848, de 15 de março de 2004, 13.182, de 3 de novembro de 2015, 13.203, de 8 de dezembro de 2015, 14.118, de 13 de janeiro de 2021, 9.648, de 27 de maio de 1998, e 9.074, de 7 de julho de 1995; e revoga dispositivos da Lei nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961.*

BRASIL, (2022). *Decreto nº 11.042, de 12 de abril de 2022. Regulamenta o § 1º do art. 1º e os art. 20 e art. 21 da Lei nº 14.182, de 12 de julho de 2021, para dispor sobre as condições para a contratação de energia elétrica proveniente de empreendimentos termelétricos a partir de gás natural e de empreendimentos hidrelétricos até cinquenta megawatts.*

CDP. COMPANHIA DOCAS DO PARÁ, (2018). *LEILÃO Nº01/2018.* Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/Sistemas/LeilaoInternetV2/PaginaPrincipal.aspx>. Acesso em: 23 ago. 2022.

_____, _____ (2022). *Companhia Docas do Pará gerencia mais de R$2 bilhões em investimentos privados em três portos no primeiro trimestre de 2022*. Disponível em: < https://cdp.com.br/companhia-docas-do-para-gerencia-mais-de-r2-bilhoes-em-investimentos-privados-em-tres-portos/ >. Acesso em: 29 jun. 2022.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, (2017). *Intensidade de uso de referência (km/ano)*. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2019/02/Intensidade-de-Uso-2017.xlsx. Acesso em: 23 ago. 2022.

CNP. CONSELHO NACIONAL DO PETRÓLEO, (1974). *Resolução cnp nº 4, de 17.9.1974, 234ª sessão extraordinária - dou 9 de outubro de 1974.* Disponível em: < https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-cnp-n-4-1974-dispoe-sobre-o-uso-do-glp-automotivo-e-estabelece-novos-criterios-para-fixacao-das-cotas-das-distribuidoras#:~:text=RESOLU%C3%87%C3%83O%20CNP%20N%C2%BA%204%2C%20DE%2017.9.1974%2C%20234%C2%AA%20SESS%C3%83O,novos%20crit%C3%A9rios%20para%20fixa%C3%A7%C3%A3o%20das%20cotas%20das%20Distribuidoras.>. Acesso em: 08 set. 2022.

COMEX STAT, (2022). *Exportação e Importação Geral.* Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 29 mar. 2022.

Copa Energia, (2022). Informações sobre investimentos GLP. E-mail recebido em 05 de outubro.

ELGAS, (2022). *Fuel Cost Savings for Autogas cars.* Disponível em: https://www.elgas.com.au/autogas-lpg-cars/fuel-cost-savings-autogas-lpg-cars/. Acesso em: 23 ago. 2022.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, (2018). Panorama de Refino e Petroquímica no Brasil *Panorama de Refino e Petroquímica no Brasil. Disponível em* www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-

abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-/topico-412/NT%20Refino%20e%20Petroquímica_2018.11.01.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2022. Acesso em: 05 jul. 2022.

_____, _____, (2019a). *Série: Formação de Preços de Combustíveis*. Disponível em: < https://whttps://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/serie-de-formacao-de-precos-de-combustiveis>. Acesso em: 05 jul. 2022.

_____, _____, (2019b). *Plano Indicativo de Processamento e Escoamento de Gás Natural 2019 – PIPE 2019*. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-434/PIPE%20-%20Plano%20Indicativo%20de%20Processamento%20e%20Escoamento%20de%20G%C3%A1s%20Natural.pdf >. Acesso em: 06 jun. 2022.

_____, _____, (2021a). *Demanda de Energia Dos Veículos Leves: 2022-2031.* Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-331/topico-607/Demanda_Ve%C3%ADculos_Leves_2022_2031.pdf>. Acesso em: 23 de ago. de 2022.

_____, _____, (2021b). *Plano Indicativo de Processamento e Escoamento de Gás Natural 2021 – PIPE 2021*. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-640/Plano%20Indicativo%20de%20Processamento%20e%20Escoamento%20de%20G%C3%A1s%20Natural%20-%20PIPE.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2022.

_____, _____, (2022a). *Balanço Energético Nacional 2022.* Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021 >. Acesso em: 06 jun. 2022.

_____, _____, (2022b). *Plano Decenal de Expansão de Energia 2031*. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2031>. Acesso em: 18 mai. 2022.

_____, _____, (2022c). *GNL de Pequena Escala: Estudo de caso no Brasil.* No prelo.

EPL. EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA, (2017). *EPL conclui estudos de viabilidade para leilão de terminais portuários no Pará*. Disponível em: <https://www.epl.gov.br/epl-conclui-estudos-de-viabilidade-para-leilao-de-terminais-portuarios-no-para>. Acesso em: 24 jun. 2022.

FENABRAVE. FEDERAÇÃO NACIONAL DA DISTRIBUIÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, (2021). *Resumo Mensal Dezembro de 2020*. Disponível em < http://www.fenabrave.org.br/portal/files/2020_12_2.pdf>. Acesso em: 28 de jun. de 2022.

FOCUS.JOR (2022). *Noxis Energy assina pré-contrato com Pecém para implantar refinaria de US$ 1,1 bilhão.* Disponível em: <https://www.focus.jor.br/noxis-energy-assina-pre-contrato-com-pecem-para-implantar-refinaria-de-us-11-bilhao/> . Acesso em: 24 jun. 2022.

Governo do Estado de SP, (2020). *Decreto nº 65.255, de 15 de outubro de 2020.* Disponível em: < https://legislacao.fazenda.sp.gov.br/Paginas/Decreto-65255-de-2020.aspx >. Acesso em: 29 de jun. 2022.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2020). Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura – PEVS. Tabela 291. Disponível em: < https://sidra.ibge.gov.br/tabela/291 >. Acesso em: 23 de ago. de 2022

IEA. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, (2022). IEA *World Energy Balances database*.

INMETRO. INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (2021). *Veículos leves 2021*. Disponível em < https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/tabelas-de-eficiencia-energetica/veiculos-automotivos-pbe-veicular/veiculos-leves-2021/view>. Acesso em: 28 de jun. de 2022.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2 – Energy. Stationary Combustion.* Disponível em: < https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>. Acesso em: 23 de ago. de 2022

_____, _____ (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fith Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp. Disponível em: < https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/ >. Acesso em: 23 de ago. de 2022

Losekann, L. e Vilela, T., (2010). *Frota brasileira de veículos leves: difusão dos flexíveis e do GNV*. Disponível em: https://infopetro.wordpress.com/2010/04/19/frota-brasileira-de-veiculos-leves-difusao-dos-flexiveis-e-do-gnv/. Acesso em: 28 de jun. de 2022.

LPG Exceptional Energy, (2022). *Applications area. Industrial*. Disponível em: <www.lpg-apps.org>. Acesso em 23 de ago. de 2022.

México, (2021). *Acuerdo Núm. A/024/2021 de la Comisión Reguladora de Energía que establece la regulación de precios máximos de gas licuado de petróleo objeto de venta al usuario final, en cumplimiento a la Directriz de emergencia para el bienestar del consumidor de gas licuado de petróleo, emitida por la Secretaría de Energía, con la finalidad de proteger los intereses de los usuarios finales.* Disponível em: <https://catalogonacional.gob.mx/FichaRegulacion?regulacionId=124180#:~:text=Acuerdo%20N%C3%BAm.-

,A%2F024%2F2021%20de%20la%20Comisi%C3%B3n%20Reguladora%20de%20Energ%C3%ADa%20que,Energ%C3%ADa%2C%20con%20la%20finalidad%20de>. Acesso em: 23 de ago. de 2022.

MCTI. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES, (2021). Fatroes de emissão de CO2 pela geração de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional do Brasil – Ano Base 2020. Disponível em: < https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/dados-e-ferramentas/fatores-de-emissao >. Acesso em: 08 set. 2022.

MME. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, (2005). *Balanço de Energia Útil.*

_____, _____ (2019). *Estudos do Art. 2º da Resolução CNPE nº 12/2019. Abastece Brasil*. Disponível em: < http://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/acoes-e-programas/programas/abastece-brasil/resolucao-cnpe-n-12-2019>. Acesso em: 09 ago. 2022.

_____, _____ (2022). *Boletim Mensal de Acompanhamento da Indústria de Gás Natural. Edição Fevereiro/2022*. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/publicacoes-1/boletim-mensal-de-acompanhamento-da-industria-de-gas-natural/2022-2/02-boletim-de-acompanhamento-da-industria-de-gas-natural-fevereiro-de-2022.pdf/view>. Acesso em: 06 jun. 2022

OUR WORLD IN DATA, (2022). *Motor vehicles per 1000 inhabitants vs GDP per capita, 2014*. Disponível em: https://ourworldindata.org/grapher/road-vehicles-per-1000-inhabitants-vs-gdp-per-capita. Acesso em: 20 de jun. de 2022.

PECÉM. COMPLEXO INDUSTRIAL E PORTUÁRIO PECÉM, (2022). *Supergasbras apresenta projeto de terminal de GLP para governadora Izolda Cela*. Disponível em: < https://www.complexodopecem.com.br/diretoria-da-supergasbras-visita-complexo-do-pecem-e-apresenta-projeto-de-terminal-de-glp-para-governadora-izolda-cela/ >. Acesso em: 24 jun. 2022.

_____, _____ (2020a). *Terminais Portuários de Granéis Líquidos no Porto de Belém/PA -(BEL 02A, BEL 02B, BEL 04, BEL 08 e BEL 09)*. Disponível em: <https://portal.ppi.gov.br/terminais-portuarios-de-graneis-liquidos-no-porto-de-belem-pa-bel-02a-bel-02b-bel-04-bel-08-e-bel-09>. Acesso em: 24 ago. 2022.

_____, _____ (2020b). *STS 08 – Arrendamento de terminal no Porto de Santos/SP.* Disponível em: <https://portal.ppi.gov.br/sts-08-terminal-de-graneis-liquidos-no-porto-de-santos-sp>. Acesso em: 24 ago. 2022.

_____, _____ (2022). *MAC11 - Arrendamento de terminal no Porto de Maceió/AL*. Disponível em: <https://portal.ppi.gov.br/mac11-terminal-de-graneis-liquidos-no-porto-de-maceio-al>. Acesso em: 30 jun. 2022.

PETROBRAS. PETRÓLEO BRASILEIRO S.A, (2021). *Planejamento Estratégico 2022-2026.* Disponível em: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/25fdf098-34f5-4608-b7fa-17d60b2de47d/6d98b296-503c-53cc-1f9e-153a904e8066?origin=2>. Acesso em: 08 set. 2022.

_____, _____ (2022a). *Petrobras inicia contratação de unidade de hidrotratamento para a REPLAN*. Disponível em: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/25fdf098-34f5-4608-b7fa-17d60b2de47d/ce7d12d5-4bc2-5775-1d71-b29204b7c542?origin=1>. Acesso em: 23 ago. 2022.

_____, _____ (2022b). *Petrobras divulga teasers para venda de ativos em refino e logística no país*. Disponível em: <https://www.agenciapetrobras.com.br/Materia/ExibirMateria?p_materia=984420>. Acesso em: 23 ago. 2022.

_____, _____ (2022c). *Preço de óleo combustível A1 sem tributos, à vista, por vigência (R$/m^3)*. Disponível em: <https://precos.petrobras.com.br/documents/77785/82038/Tabelas+de+Pre%C3%A7os+-+Ocs+%281%29.pdf/b25e4367-a5e4-6624-5bf3-8d4650347310?t=1658340135967>. Acesso em: 23 ago. 2022.

SANTOS. SANTOS PORT AUTHORITY, (2021). *SPA arrecada R$ 558,3 milhões com maior leilão de líquidos da história*. Disponível em: < https://www.portodesantos.com.br/2021/11/19/spa-arrecada-r-5583-milhoes-com-maior-leilao-de-liquidos-da-historia/>. Acesso em 29 jun. 2021.

SINDIGAS. SINDICATO NACIONAL DAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO, (2020). *Aspectos do Mercado GLP Volume 2: "Ampliação do uso do GLP" - Restrições ao uso do GLP. Nota Técnica Sindigás nº 09/2020*. Disponível em: <https://www.sindigas.org.br/?p=33006 >. Acesso em: 31 ago. 2022.

_____, _____ (2022). *GLP em Movimento – Panorama do Setor de GLP em Movimento, 50ª edição, Janeiro de 2022*. Disponível em: <https://www.sindigas.org.br/?p=32623>. Acesso em: 01 de julho de 2022.

SUAPE. COMPLEXO INDUSTRIAL PORTUÁRIO GOVERNADOR ERALDO GUEIROS, (2020). *Porto de Suape publica chamamento público para receber estudos de implantação de terminal de GLP.* Disponível em: < http://www.suape.pe.gov.br/pt/noticias/1412-porto-de-suape-publica-chamamento-publico-para-receber-estudos-de-implantacao-de-terminal-de-glp>. Acesso em: 22 jan. 2021.

_____, _____ (2021a). *PDZ do Porto Organizado de Suape – 2020* (Atualização 2021). Disponível em: < https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/politica-e-planejamento/politica-e-planejamento/arquivos-pdz/texto_pdz_suape_aprovado_pela_portaria_1551_de_22_de_dezembro_2021.pdf >. Acesso em: 29 jun. 2022.

_____, _____ (2021b). *Paulo Câmara anuncia investimento de R$ 1,2 bilhão em terminal de gás no Porto de Suape*. Disponível em: < https://www.suape.pe.gov.br/pt/noticias/1524-paulo-camara-anuncia-investimento-de-r-1-2-bilhao-em-terminal-de-gas-no-porto-de-suape >. Acesso em: 24 jun. 2022.

_____, _____ (2022). *Site do Porto de Suape*. Disponível em: < https://www.suape.pe.gov.br/pt/>. Acesso em: 08 set. 2022.

SUSTAINABLE BUSINESS TOOLKIT, (2021). *Benefits of LPG vs Petrol Vehicles*. Disponível em: <https://www.sustainablebusinesstoolkit.com/lpg-vs-petrol-vehicles/> . Acesso em: 23 de ago. de 2022.

TOTAL ENERGIES, (2022). *Uses for LPG. Industrial*. Disponível em: <Totalenergies.co.za/our-products/gaz/uses-lpg/industrial>. Acesso em 23 de ago. de 2022.

TRANSPETRO. PETROBRAS TRANSPORTES S.A., (2014). *Terminal da Transpetro em Belém completa 30 anos de operação.* Disponível em: <https://petrobras.com.br/en_us/fatos-e-dados/terminal-da-transpetro-em-belem-completa-30-anos-de-operacao.htm>. Acesso em: 24 jun. 2022.

VALOR ECONÔMICO, (2022). Petrobras abre licitação para concluir unidade de processamento de gás natural no Rio de Janeiro. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2022/07/29/petrobras-abre-licitao-para-concluir-unidade-de-processamento-de-gs-natural-no-rio-de-janeiro.ghtml>. Acesso em: 01 ago. 2022.

WLPGA. WORLD LIQUIFIED PETROLEUM GAS ASSOCIATION, (2020). *Autogas Incentive Policies*. Disponível em: https://www.wlpga.org/wp-content/uploads/2021/01/Autogas-Incentive-Policies-2020.pdf. Acesso em: 20 de jun. de 2022.

WORLDBANK, (2022a). *Population, total*. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL > . Acesso em: 23 de ago. de 2022.

WORLDBANK, (2022b). *GDP*. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD>. Acesso em: 23 de ago. de 2022.