



Nota Técnica

Análise da Viabilidade Econômica de Tecnologias Alternativas para Veículos Rodoviários de Carga

Julho 2025



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA

Coordenação Executiva

Angela Oliveira da Costa

Coordenação Técnica

Marcelo Castello Branco Cavalcanti

Equipe Técnica

Filipe de Padua Fernandes Silva

Gabriel da Silva Azevedo Jorge

Lucas dos Santos Rodrigues Morais

Patrícia Feitosa Bonfim Stelling

Suporte Administrativo

Raquel Lopes Couto

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS PARA VEÍCULOS RODOVIÁRIOS DE CARGA

Nota Técnica NT-EPE-DPG-SDB-2025-01

Controle de revisão	Data	Descrição
R0	15/07/2025	Versão original publicada no site da EPE.

Foto da capa: Imagem de chandlervid85 no Freepik.

Ficha técnica

(composição dos cargos em 07 de julho de 2025)



Ministro de Estado

Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário Executivo

Arthur Cerqueira Valerio

Secretário de Energia Elétrica

Gentil Nogueira de Sá Junior

Secretária de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Ana Paula Lima Vieira Bittencourt

Secretário de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Pietro Adamo Sampaio Mendes

Secretário de Planejamento e Transição Energética

Gustavo Cerqueira Ataíde

www.mme.gov.br

Presidente

Thiago Guilherme Ferreira Prado

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Thiago Ivanoski Teixeira

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Reinaldo da Cruz Garcia

Diretora de Estudos do Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretor de Gestão Corporativa

Carlos Eduardo Cabral Carvalho

www.epe.gov.br

Rio de Janeiro, 2025

Valor Público

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) realiza estudos no âmbito da demanda energética do setor de transportes, com a participação das diversas tecnologias automotivas existentes e entrantes na frota nacional nos anos vindouros. Neste sentido, por meio da elaboração desta Nota Técnica, a EPE materializa análises complementares que suportam os exercícios de cenarização com a penetração das tecnologias alternativas em veículos rodoviários de carga, ampliando o acesso à informação e permitindo maior conhecimento e debate sobre o tema. Com maior transparência e em busca de reduzir a assimetria de informações, a empresa desenvolve uma análise da viabilidade econômica de veículos rodoviários de carga movidos a gás natural veicular (GNV) e energia elétrica vis-à-vis a rota tradicional do motor de combustão interna a diesel.

Índice

Valor Público	3
Apresentação	7
Introdução	8
1. Metodologia e premissas	10
1.1. Custo de aquisição do caminhão-trator	11
1.1.1. <i>Markup</i> do veículo GNV	11
1.1.2. <i>Markup</i> do veículo Elétrico	12
1.2. Revenda do veículo.....	12
1.3. Preço da fonte energética	12
1.4. Financiamento da composição veicular	13
1.5. Taxa de remuneração do capital próprio	14
1.6. Intensidade de uso	14
1.7. Custo de depreciação	15
1.8. Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA).....	16
1.9. Preço das fontes energéticas.....	16
1.9.1. <i>Preço para caminhoneiros autônomos</i>	16
1.9.2. <i>Preço para frotistas</i>	17
1.10. Outras premissas	18
2. Resultados e análises para localidades selecionadas	19
2.1 Resultados - Caminhoneiros autônomos	19
2.2 Resultados - Frotistas	21
2.3 Análise de sensibilidade	23
3. Resultados e análises para localidades selecionadas – Cenário Alternativo	26
4. Considerações finais	31
Referências	34

Lista de Figuras

Figura 1: Despesas acumuladas para caminhoneiros autônomos na Bahia ...	19
Figura 2: Despesas acumuladas para caminhoneiros autônomos no Ceará ...	19
Figura 3: Despesas acumuladas para caminhoneiros autônomos no Rio de Janeiro	20
Figura 4: Despesas acumuladas para caminhoneiros autônomos em Santa Catarina	20
Figura 5: Despesas acumuladas para caminhoneiros autônomos em Sergipe	20
Figura 6: Despesas acumuladas para caminhoneiros autônomos em São Paulo	20
Figura 7: Despesas acumuladas para frotistas na Bahia	21
Figura 8: Despesas acumuladas para frotistas no Ceará	21
Figura 9: Despesas acumuladas para frotistas no Rio de Janeiro	22
Figura 10: Despesas acumuladas para frotistas em Santa Catarina	22
Figura 11: Despesas acumuladas para frotistas em Sergipe.....	22
Figura 12: Despesas acumuladas para frotistas em São Paulo	22
Figura 13: Diferença entre as despesas acumuladas do caminhão movido a óleo diesel e as do caminhão movido a GNV para os caminhoneiros autônomos, variando o preço relativo do gás natural, no estado do Rio de Janeiro	24
Figura 14: Diferença entre as despesas acumuladas do caminhão movido a óleo diesel e as do caminhão movido a GNV para os frotistas, variando o preço relativo do gás natural, no estado do Rio de Janeiro	25
Figura 15: Histórico de preço do carbono (US\$/tCO ₂ eq) em países selecionados	27
Figura 16: Despesas acumuladas, no cenário alternativo, para frotistas na Bahia	28
Figura 17: Despesas acumuladas, no cenário alternativo, para frotistas no Ceará.....	28

Figura 18: Despesas acumuladas, no cenário alternativo, para frotistas no Rio de Janeiro	29
Figura 19: Despesas acumuladas, no cenário alternativo, para frotistas em Santa Catarina	29
Figura 20: Despesas acumuladas, no cenário alternativo, para frotistas em Sergipe.....	29
Figura 21: Despesas acumuladas, no cenário alternativo, para frotistas em São Paulo	29

Lista de Tabelas

Tabela 1: Intensidade de uso média para caminhões semipesados	15
Tabela 2: Alíquotas de IPVA praticadas nas UFs selecionadas	16
Tabela 3: Preço das fontes energéticas para caminhoneiros individuais.....	17
Tabela 4: Preço das fontes energéticas para frotistas.....	17
Tabela 5: Fatores de emissão do poço-à-roda para os energéticos	27

Apresentação

Um desafio posto à sociedade atual é limitar efeitos antrópicos, aqueles causados por ações humanas, como a emissão de gases de efeito estufa (GEE), que contribuem na intensificação de eventos climáticos extremos. Assim, busca-se reduzir as emissões de gases que contribuem para a elevação da temperatura média do planeta, em uma tentativa de descarbonização da economia. A solução deste equilíbrio passa pelo olhar ternário ambiental, econômico e social, necessário para atingir a sustentabilidade.

A Empresa de Pesquisa Energética possui como missão realizar estudos e pesquisas visando subsidiar o planejamento, o desenvolvimento e a política energética nacional. Neste contexto, a EPE realiza análises sobre as perspectivas de penetração de alternativas tecnológicas (*roadmaps*) e seus potenciais impactos. Em suporte às análises de perspectivas, a presente Nota Técnica tem como objetivo analisar e comparar as despesas associadas a veículos rodoviários de carga movidos a óleo diesel, gás natural veicular (GNV) e energia elétrica. Para tal, o capítulo 1 expõe a motivação para a troca da alternativa convencional, enquanto a metodologia e as premissas utilizadas são apresentadas no capítulo 2. Os resultados obtidos para as Unidades da Federação selecionadas são descritos no capítulo 3. O capítulo 4 discorre sobre a viabilidade econômica das alternativas a GNV e energia elétrica, considerando a avaliação econômica caso houvesse alguma bonificação associada às emissões evitadas de carbono.

Introdução

O aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE) por atividades antrópicas vem causando preocupações na sociedade humana, principalmente à medida que eventos extremos são cada vez mais frequentes diante das mudanças climáticas em processo.

Diante deste desafio, os países-membros da Convenção Quadro das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas (*United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC*) aprovaram, em 2015, um compromisso para reduzir as emissões de GEE, visando um desenvolvimento mais sustentável, em tentativa de limitar o aumento da temperatura média global em até 2 °C (MMA, 2023). Este compromisso ficou conhecido por *Acordo de Paris* e, nele, o Brasil se comprometeu a reduzir as suas emissões de GEE em 48% dos níveis de 2005, em 2025, atingindo uma redução em 53% abaixo dos níveis de 2005, em 2030 (MMA, 2023). Recentemente, na COP29, o Brasil atualizou sua NDC, estabelecendo a meta de reduzir as emissões líquidas de GEE do país entre 59% e 67% até 2035, em comparação aos níveis de 2005, o que equivale a alcançar entre 850 milhões de 1,05 bilhão de toneladas de CO₂ equivalente em termos absolutos (MMA, 2024).

O consumo final de energia no Brasil em 2023 foi de 282,5 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep). O setor de transportes foi responsável por 33% deste consumo, ou 93,2 Mtep. O óleo diesel A¹ representa 43,4% do consumo final do setor de transportes (EPE, 2024). Com isso, a queima deste combustível nos transportes é uma das principais fontes de emissão de GEE, devendo receber atenção do Estado com vistas ao atendimento da Contribuição Nacionalmente Determinada brasileira (*Nationally Determined Contribution – NDC*).

Além dos compromissos assumidos pelos diferentes países, existe pressão da sociedade para que as empresas também assumam papel importante na construção de uma economia de baixo carbono. Essa imposição fez com que o mundo corporativo e financeiro adotasse, cada vez mais, práticas de ESG (*Environmental, Social and Governance*, ou sustentabilidade ambiental, social e de governança corporativa).

Neste contexto, uma das práticas adotadas por algumas empresas é a substituição de veículos que operam com combustíveis fósseis por veículos que utilizam fontes de baixa emissão de carbono, seja da sua frota, ou da de seus prestadores de serviço.

¹ De acordo com ANP (2024a), o óleo diesel A é um combustível constituído por hidrocarbonetos, produzido a partir de derivados de petróleo ou outras matérias-primas não renováveis, destinado a veículos ou equipamentos dotados de motores do ciclo Diesel, sem adição de biodiesel.

Embora ainda exista número reduzido de montadoras e poucos modelos de veículos pesados disponíveis, substitutos aos com combustão interna a óleo diesel, começam a surgir no mercado brasileiro veículos pesados movidos a Gás Natural Veicular (GNV), além dos veículos elétricos a bateria. Esses veículos são anunciados e vendidos com a promessa de redução da emissão de GEE e têm recebido a atenção daqueles que operam frotas no Brasil. O custo de aquisição destes veículos ainda é significativamente maior que um equivalente movido a óleo diesel. A EPE publicou documento sobre possíveis trajetórias de penetração destas tecnologias (EPE, 2023), e o presente estudo busca aprimorar o conhecimento deste mercado por meio de análise das despesas envolvidas na compra e utilização dos três tipos de veículo (movidos a diesel; a GNV; e a eletricidade), para diferentes Unidades da Federação, analisando se essa troca tem potencial vantajosidade do ponto de vista do investimento financeiro.

1. Metodologia e premissas

O ponto de partida para o desenvolvimento do presente trabalho foi a Política Nacional de Pisos Mínimos do Transporte Rodoviário de Cargas (PNPM-TRC) (ANTT, 2024), em particular a Portaria SUROC nº 01/2025 (ANTT, 2025), que publica os parâmetros de cálculo utilizados para a obtenção dos coeficientes da PNPM-TRC, como valor de aquisição de veículos, implementos, rendimentos, entre outros. Adotou-se um modelo de Fluxo de Caixa Mensal, em detrimento dos coeficientes de R\$/km, para que alguns parâmetros pudessem ser alterados, em especial, o custo de aquisição do veículo e custo de aquisição da fonte energética. Insta citar que alguns dos parâmetros são distintos em função do tipo de operador dos veículos, se frotista ou caminhoneiro autônomo².

Os caminhoneiros autônomos caracterizam-se por serem pessoas físicas ou microempreendedores individuais (MEI) que adquirem o caminhão e são motoristas deste veículo. Os frotistas são empresas que possuem e operacionalizam para atividades próprias ou de terceiros a sua frota de veículos.

A seguir, são apresentados os principais parâmetros da metodologia desenvolvida e as premissas utilizadas. Destacam-se:

- Custo de aquisição do caminhão-trator;
- Percentual do valor de aquisição na revenda do veículo;
- Preço da fonte energética;
- Financiamento da composição veicular;
- Taxa de remuneração do capital;
- Custo de depreciação.

² A Pesquisa CNT Perfil dos Caminhoneiros 2019 (CNT, 2019), com amostra nacional com 1.066 respondentes, indicou que os autônomos representam 67% do total de caminhoneiros.

1.1. Custo de aquisição do caminhão-trator

Para esta Nota Técnica, adotou-se um veículo de três eixos, de categoria semipesado, com capacidade da composição veicular de 23 toneladas e carga útil de 13 toneladas, que, de acordo com CNT (2019), representa mais de 22% do universo de caminhões no Brasil. Considerou-se que tal veículo seria utilizado para o transporte de carga perigosa do tipo granel líquido³.

Por possuírem maior volume nas operações de compra e venda de veículos e maiores condições de negociar preços mais favoráveis, adotou-se que os frotistas comprariam os caminhões com um desconto médio de 10%⁴.

1.1.1. Markup do veículo GNV

Para o cálculo do *markup*, ou valor relativo, do veículo movido a GNV comparado com o veículo com motor de combustão interna movido a óleo diesel, existem limitações de obtenção dos preços de aquisição de convencionais a diesel e versões a GNV do mesmo modelo padrão, sendo necessárias adaptações para estimativa deste parâmetro.

Foram utilizados os preços de aquisição de modelos de caminhões distintos do modelo padrão adotado para a análise de viabilidade econômica, mas adequados para estimativa do parâmetro. Os seguintes veículos foram selecionados:

- Scania R-420 A 6x2 (diesel – Euro 6)
- Scania R-410 A 6x2 (GNV – Euro 6)

No que tange ao preço de aquisição, foram utilizados os valores divulgados pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (Fipe), referência no mercado automotivo brasileiro, para o mês de janeiro de 2025. O preço do veículo novo a diesel foi de R\$ 1.118.584, enquanto o do veículo novo movido a GNV foi de R\$ 1.292.854 (Fipe, 2025).

³ A PNPM-TRC apresenta diferentes classes de produtos: carga geral; containerizada; refrigerada ou aquecida; granel líquido; granel sólido, neogranel e granel pressurizada. As cinco primeiras classes ainda podem ser categorizadas como perigosas. No desenvolvimento deste trabalho adotou-se que o transporte seria de combustíveis, portanto com a classe de carga sendo perigosa, do tipo granel líquido. A PNPM-TRC aponta como padrão o Volkswagen Constellation 24.280 com custo de aquisição de R\$ 694.807,42.

⁴ Uma empresa de consórcios indicou que o desconto para CNPJ em 2024 possui taxas que variam de 2,5% a 30% do valor total do caminhão, de acordo com o modelo, o fabricante e a quantidade de veículos que serão adquiridos, e que quanto maior o volume da compra, maior costuma ser o desconto final (Rands, 2023).

Com base nessas informações, adotou-se 20% como *markup* médio para os veículos a GNV, diante da possibilidade de uma maior concorrência no mercado brasileiro de veículos pesados movidos a gás natural.

1.1.2. Markup do veículo Elétrico

Para o veículo elétrico a bateria, considerando limitações semelhantes às indicadas no item anterior, com oferta de poucos modelos de veículos dotados desta tecnologia, foram utilizados os seguintes modelos para o cálculo do *markup*:

- Volkswagen Constellation 14.210 (diesel – Euro 6)
- Volkswagen e-Delivery 14.410

Insta ressaltar que o modelo de veículo elétrico possui três eixos, enquanto o movido a diesel possui dois eixos. Os dois modelos foram selecionados por apresentarem peso bruto total semelhante, sendo de 14,3 toneladas e de 14,5 toneladas, respectivamente.

De acordo com Fipe (2025), o preço de aquisição do veículo elétrico a bateria, em janeiro de 2025, era R\$ 1.352.500, sendo o preço para o caminhão a diesel, R\$ 510.242. Diante dos preços praticados, decidiu-se que o *markup* utilizado neste estudo é de 165%.

1.2. Revenda do veículo

Outro parâmetro importante a ser considerado para fins de avaliação da viabilidade econômica das alternativas de motorização de veículos pesados é o seu valor residual ao final de sua vida útil, medido pelo percentual do valor de aquisição na revenda do veículo. Após o fim da vida econômica do veículo pesado de carga, que para a PNPM-TRC é de 84 meses, este é revendido por 46,1% do valor de aquisição (ANTT, 2025). Como o País ainda não possui um mercado estabelecido de veículos de carga usados movidos a GNV ou elétricos a bateria, arbitrou-se que, na revenda desses caminhões, esses seriam revendidos a 40% de seu valor de aquisição quando novos. Vale mencionar que esse percentual pode estar superestimado, especialmente quando em localidades sem a infraestrutura adequada para abastecimento de veículos com essas tecnologias alternativas no transporte de cargas.

1.3. Preço da fonte energética

Os preços das fontes energéticas são variáveis de grande importância para cálculo da viabilidade econômica, uma vez que o combustível geralmente corresponde à maior

parcela do custo total do transporte rodoviário de carga (ESALQ-LOG, 2019). Os preços das fontes energéticas utilizados para esta Nota Técnica diferem daqueles presentes na Portaria SUROC nº 01/2025 (ANTT, 2025), embora sejam os publicados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Em ANTT (2025), os dados apresentados para o óleo diesel referem-se a uma média para todo o território nacional; já no presente trabalho extraiu-se da ANP e da ANEEL os dados referentes à média para cada uma das Unidades Federativas (UF) analisadas. Embora cada energético possua uma curva de comportamento de preços, por simplificação, adotou-se preços fixos para cada um durante o período analisado.

Considerou-se que profissionais autônomos abastecem seus veículos com óleo diesel e GNV como consumidores finais, aos preços praticados pelos postos revendedores de combustíveis, que podem ser exemplificados pelos valores médios publicados pela ANP. Já os veículos elétricos seriam recarregados de acordo com a tarifa residencial, tal como divulgada pela ANEEL.

Por sua vez, empresas frotistas geralmente apresentam condições de negociar descontos na aquisição de suas fontes energéticas, chegando a preços menores que os praticados para os consumidores finais. Diante da falta de informação operacional, esse estudo considerou, por simplificação, que os frotistas:

- adquirem óleo diesel a preço semelhante ao de distribuição, divulgado pela ANP (ANP, 2025a);
- adquirem GNV a preços praticados pelas distribuidoras estaduais na venda para os postos revendedores de combustíveis;
- adquirem eletricidade em preço do subgrupo A4, modalidade azul, fora da ponta para energia elétrica, divulgados pela ANEEL, de maneira semelhante ao realizado em EPE (2020).

1.4. Financiamento da composição veicular

De modo geral, considerando o montante a ser investido, a aquisição de veículos pesados é feita por financiamento contratado em instituições financeiras públicas e privadas. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) apresenta alguns programas de financiamento, a citar:

- Finem Ônibus e Caminhões com tecnologias de tração de baixo carbono e equipamentos de maior eficiência energética e/ou redução de emissões de carbono;
- BNDES Finame BKAquisição e Comercialização - Renovação de Ônibus, Caminhões.

Nesta Nota Técnica, o prazo adotado para o financiamento foi de 48 meses⁵ para todas as análises e para as taxas de juros, admitiu-se algumas regras do Finame BK Aquisição e Comercialização (BNDES, 2025a), a saber:

- Taxa de Longo Prazo (TLP): IPCA + 7,04% a.a. (BNDES, 2025b);
- Taxa do BNDES: 0,95% a.a. (micro, pequenas e médias empresas - MPMEs) ou 1,05% a.a. (grandes empresas);
- Taxa do agente financeiro: negociada entre a instituição e o cliente, admitida como 3% a.a. de acordo com BNDES (2025c).

Existem inúmeras formas de operação do transporte de cargas no Brasil, onde o proprietário do veículo tem ou não a propriedade do implemento. Por simplificação, adotou-se que o transportador, seja autônomo ou frotista, tem que adquirir tanto o veículo quanto o implemento. Desta forma, foi adotado que o caminhão-trator seria adquirido com 40% de capital próprio, com o restante sendo financiado. Para o implemento, adotou-se que seriam financiados 35% do valor de aquisição.

1.5. Taxa de remuneração do capital próprio

A taxa de remuneração do capital próprio é o retorno mínimo esperado pelos investidores (acionistas ou sócios da empresa frotista ou o caminhoneiro autônomo), isto é, representa o custo de oportunidade do capital investido na composição veicular (ESALQ-LOG, 2019). Adotou-se que a taxa de remuneração do capital próprio seria a taxa Selic, que em janeiro de 2025 era igual a 13,25% a.a. (BCB, 2025).

1.6. Intensidade de uso

A intensidade de uso na Política Nacional de Pisos Mínimos do Transporte Rodoviário de Cargas corresponde à distância média percorrida pelo caminhão na operação de transporte, expressa em quilômetros por ano.

Definiu-se que a intensidade de uso média dos veículos para esta Nota Técnica seria correspondente à intitulada “Caminhões Semi-Pesados” publicada por Brasil (2013) e apresentada na Tabela 1.

⁵ Em Pesquisa CNT Perfil dos Caminhoneiros 2019 (CNT, 2019) indicou que 34% dos financiamentos foram realizados com prazo entre 37 e 48 meses (63% entre 25 e 48 meses).

Tabela 1: Intensidade de uso média para caminhões semipesados

Anos de uso	Distância anual percorrida (km)
0	58.952
1	116.415
2	114.927
3	113.438
4	111.950
5	110.461
6	108.973
7	107.484
8	105.996
9	104.507
10	103.019

Fonte: Brasil (2013).

1.7. Custo de depreciação

O custo de depreciação pode ser definido como uma reserva financeira a ser acumulada pelo proprietário com o objetivo de recuperar a perda de valor de mercado da composição veicular (ESALQ-LOG, 2019).

Este custo mensal foi calculado segundo a seguinte equação:

$$Custo\ mês_i = Custo\ mês_{i-1} - Custo\ mês_{i-1} \times \left(1 - \left(\frac{valor\ de\ revenda}{valor\ de\ aquisição} \right)^{\frac{1}{vida\ econômica\ do\ veículo}} \right)$$

1.8. Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA)

Nesta seção são apresentadas as alíquotas do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA)⁶ praticadas pelas UFs para caminhões movidos a óleo diesel, bem como para os veículos alternativos. As alíquotas são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Alíquotas de IPVA praticadas nas UFs selecionadas

UF	Alíquota IPVA para caminhões movidos a óleo diesel	Alíquota IPVA para caminhões movidos a gás natural	Alíquota IPVA para caminhões elétricos a bateria
Bahia	1%	1%	1%
Ceará	1%	1%	0%
Rio de Janeiro	1%	1%	0,5%
Santa Catarina	1%	1%	1%
Sergipe	1%	0,2%	1%
São Paulo	1,5%	1,5%	1,5%

Fonte: Bahia (1991), Ceará (1992), Rio de Janeiro (1997), Santa Catarina (1988), Sergipe (2013), Sergipe (2019) e São Paulo (2008).

1.9. Preço das fontes energéticas

1.9.1. Preço para caminhoneiros autônomos

Esta seção apresenta o preço de aquisição das diferentes fontes energéticas para os caminhoneiros autônomos rodarem nos estados de BA, CE, RJ, SC, SE e SP. A Tabela 3 apresenta os preços para as UFs selecionadas.

⁶ Ressalta-se que a definição das alíquotas para pagamento do IPVA é de responsabilidade das UFs.

Tabela 3: Preço das fontes energéticas para caminhoneiros individuais

UF	Preço do óleo diesel S10 (R\$/l)	Preço do GNV (R\$/m ³)	Preço da energia elétrica (R\$/kWh)
Bahia	6,360	4,100	0,821
Ceará	6,220	4,880	0,722
Rio de Janeiro	6,160	4,690	1,177
Santa Catarina	6,120	5,130	0,715
Sergipe	6,060	4,900	0,783
São Paulo	6,150	4,630	0,737

Fonte: Adaptado de ANP (2025b) e ANEEL (2025a).

1.9.2. Preço para frotistas

Nesta seção, serão apresentados os custos operacionais para os frotistas. As alíquotas de IPVA adotadas, para cada UF, são as mesmas descritas na Seção 3.1, para os caminhoneiros autônomos e os custos com as fontes energética estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Preço das fontes energéticas para frotistas

UF	Preço do óleo diesel S10 (R\$/l)	Preço do GNV (R\$/m ³)	Preço da energia elétrica (R\$/kWh)
Bahia	5,699	2,964	0,369
Ceará	5,631	4,153	0,339
Rio de Janeiro	5,550	3,611	0,460
Santa Catarina	5,509	3,730	0,315
Sergipe	5,622	3,384	0,333
São Paulo	5,500	3,540	0,351

Fonte: Adaptado de ANP (2025a), ANEEL (2025b), Bahiagás (2025), Cegás (2025), Comgás (2025), Naturgy (2025), SCGÁS (2025) e SERGAS (2025).

1.10. Outras premissas

Nesta seção, são apresentadas outras premissas que, também, foram utilizadas para a realização do trabalho.

Para todas as tecnologias, o custo anual de seguro da composição veicular foi estimado na mesma forma, com uma alíquota de 5%. Na aquisição, a alíquota incide sobre os valores da compra e, posteriormente, sobre o valor depreciado.

Para as despesas de manutenção do veículo, adotou-se, como premissa simplificadora, que as despesas são iguais para as tecnologias analisadas.

Os caminhões movidos a óleo diesel possuem despesas com a aquisição de agente redutor líquido de óxido de nitrogênio automotivo (ARLA). Essa despesa não se faz presente no fluxo de caixa para as tecnologias alternativas.

Por fim, destaca-se o consumo de lubrificantes. Adotou-se que as despesas com lubrificantes de motor e transmissão seriam as mesmas entre os veículos movidos a óleo diesel e os movidos a GNV, com os mesmos intervalos de troca, tanto para o óleo do motor, quanto para o da transmissão. Já para o veículo elétrico, adotou-se que as despesas com o lubrificante da transmissão seriam mantidas idênticas às do caminhão movido a óleo diesel, mas sem despesas com lubrificantes para o motor elétrico.

2. Resultados e análises para localidades selecionadas

Neste Capítulo, são apresentados os resultados obtidos com a ferramenta desenvolvida pela EPE para simulação do Fluxo de Caixa Mensal, bem como análises sobre os números encontrados, para algumas das Unidades da Federação (UF). Cabe ressaltar que a escolha destas UFs buscou representar as regiões brasileiras, considerando a disponibilidade de todos os parâmetros para fins de avaliação de viabilidade econômica. Nas seções 2.1 e 2.2, são apresentados os resultados da ferramenta para caminhoneiros autônomos e frotistas, respectivamente. E na seção 2.3, são apresentados resultados de uma análise de sensibilidade.

2.1 Resultados - Caminhoneiros autônomos

Os resultados obtidos para os caminhoneiros autônomos, nas UFs selecionadas, são apresentados a seguir.

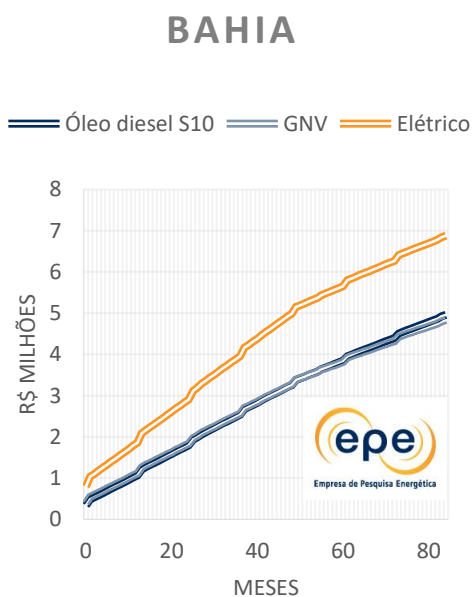


Figura 1: Despesas acumuladas para caminhoneiros autônomos na Bahia

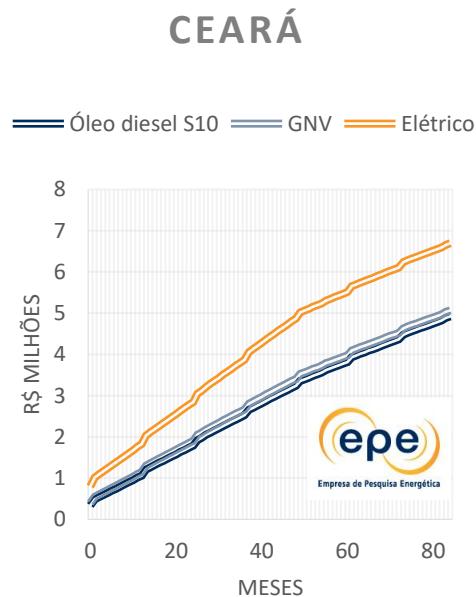


Figura 2: Despesas acumuladas para caminhoneiros autônomos no Ceará

RIO DE JANEIRO

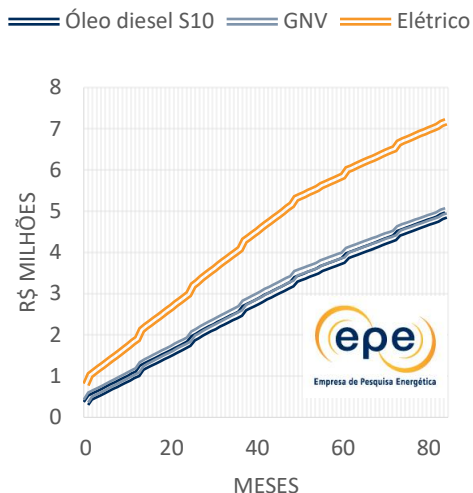


Figura 3: Despesas acumuladas para caminhoneiros autônomos no Rio de Janeiro

SERGIPE

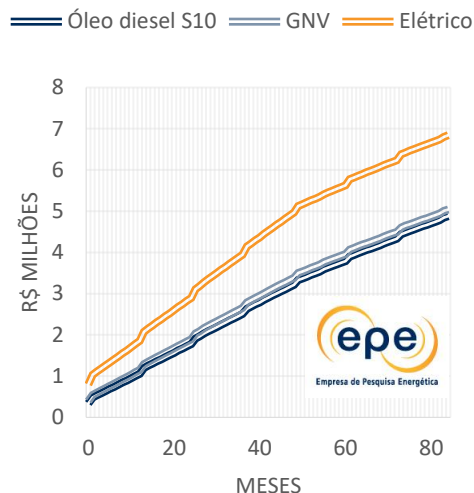


Figura 5: Despesas acumuladas para caminhoneiros autônomos em Sergipe

SANTA CATARINA

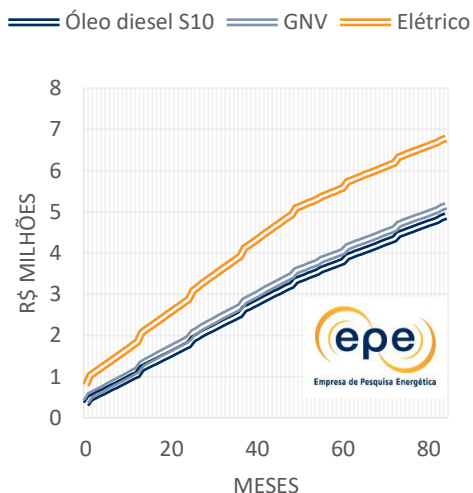


Figura 4: Despesas acumuladas para caminhoneiros autônomos em Santa Catarina

SÃO PAULO

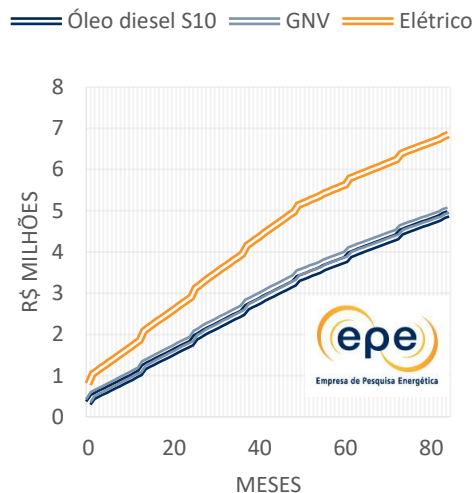


Figura 6: Despesas acumuladas para caminhoneiros autônomos em São Paulo

Como pode ser observado, as despesas ao longo do tempo do veículo movido a GNV são próximas às do veículo movido a óleo diesel, porém, sempre em montantes superiores durante o período de análise, exceção feita à Bahia, onde as despesas

acumuladas do caminhão movido a GNV são inferiores. Este comportamento é observado uma vez que, além do custo de aquisição maior, as despesas com o financiamento do veículo e remuneração do capital são superiores à economia obtida por uso de uma fonte energética mais barata, tornando a utilização do GNV no limite da viabilidade econômica, para todas as UFs analisadas, novamente, com exceção à Bahia. Cabe destacar que mesmo em Sergipe, onde existe desconto no IPVA para veículos que utilizem este combustível, o uso do GNV não é praticável do ponto de vista econômico.

Para o veículo elétrico, que possui um custo de aquisição bastante superior ao do movido a diesel, as despesas acumuladas são significativamente maiores, ainda que os custos com a fonte energética sejam expressivamente menores. Assim, ainda que limitados à contabilidade financeira, pode-se afirmar que, diante das premissas adotadas, o caminhão alternativo não encontra boas oportunidades para o nicho do autônomo nas UFs selecionadas.

2.2 Resultados - Frotistas

As despesas acumuladas dos frotistas, nas UFs selecionadas, são apresentadas a seguir.

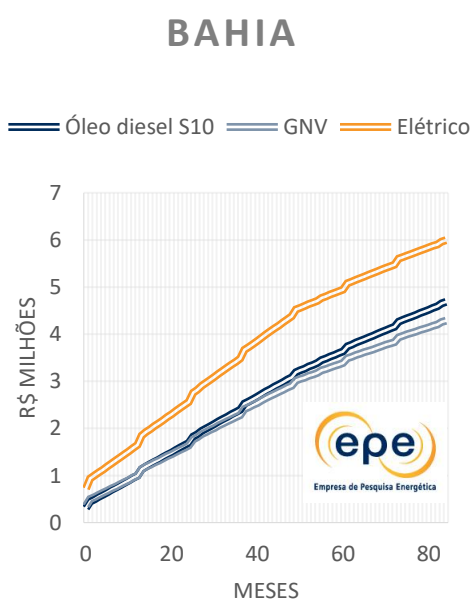


Figura 7: Despesas acumuladas para frotistas na Bahia

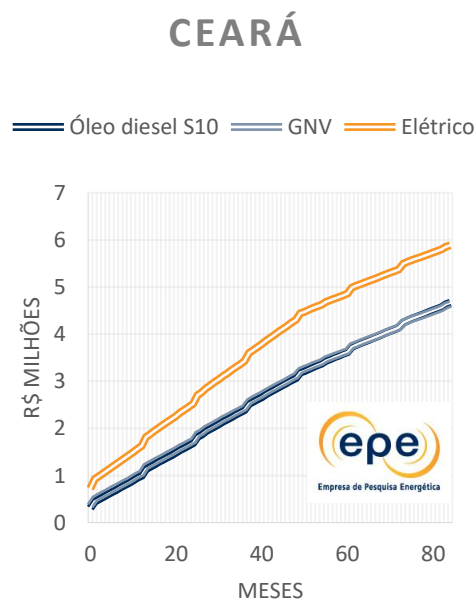


Figura 8: Despesas acumuladas para frotistas no Ceará

RIO DE JANEIRO

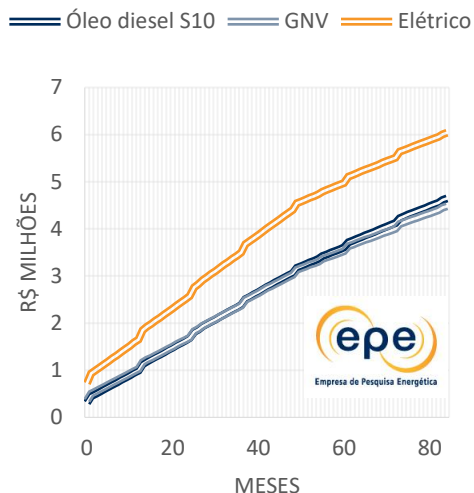


Figura 9: Despesas acumuladas para frotistas no Rio de Janeiro

SERGIPE

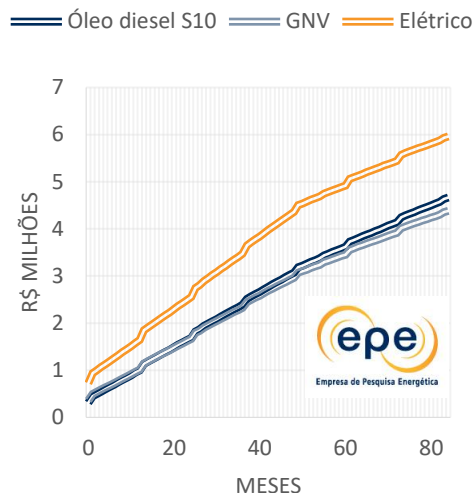


Figura 11: Despesas acumuladas para frotistas em Sergipe

SANTA CATARINA

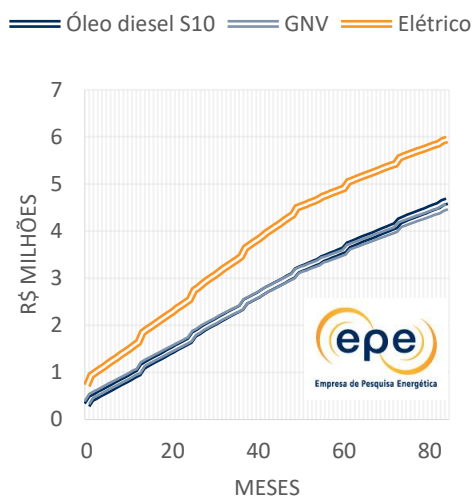


Figura 10: Despesas acumuladas para frotistas em Santa Catarina

SÃO PAULO

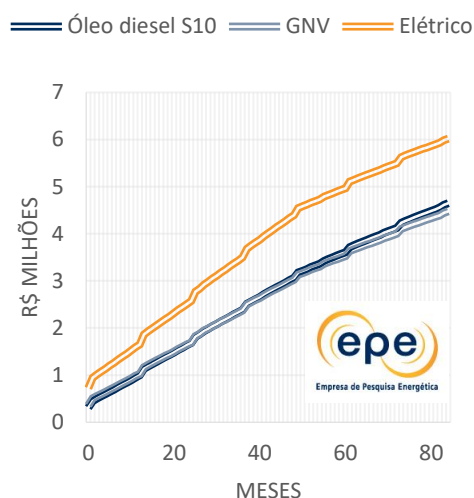


Figura 12: Despesas acumuladas para frotistas em São Paulo

O caminhão elétrico possui despesas bastante superiores quando comparado com as outras fontes energéticas, em todas as localidades estudadas. Isso inviabiliza economicamente a adoção deste tipo de veículo por frotistas quando se compara com a operação com veículos tradicionais. Em um primeiro momento, sua utilização

ficaria restrita em empresas que preferem e podem pagar mais caro com vistas ao atingimento de suas estratégias no âmbito de suas agendas ESG ou que possuam modelos integrados de negócio que derive do consumo de sua geração de energia.

Em todas as UFs analisadas, as menores despesas acumuladas estão associadas ao caminhão movido a GNV. Porém, as despesas para o movido a óleo diesel ficam bem próximas, ligeiramente maiores que as da alternativa a gás natural, exceção ao estado da Bahia, onde há uma diferença um pouco maior que nas outras UFs.

Embora os resultados demonstrem que a rota com gás natural possui menores despesas acumuladas, é importante que o investimento esteja acompanhado de análises mais firmes e, possivelmente, em prol de um modelo de negócio mais consolidado, pois alterações pontuais em custos podem inviabilizar o veículo movido a gás natural. A criação de políticas públicas, como a proposta pela Lei nº 13.723 de 2018, que venham a favorecer o mercado de transporte de cargas também pode alterar a viabilidade dos caminhões alternativos.

Porém, há que se ter em mente que existem desafios a serem superados, como a baixa disponibilidade de infraestrutura para abastecimento e o ainda incipiente mercado de usados. Cumpre destacar que UFs vizinhas como BA e SE, além de RJ e SP, apresentaram viabilidade econômica aparente para a alternativa movida a gás natural, o que poderia contribuir para a ampliação de sua utilização. No caso de RJ e SP, duas UFs vizinhas e com as maiores ofertas de infraestrutura de gás natural no Brasil, as vias de interligação, especialmente a Rodovia Presidente Dutra (BR-116), são potenciais corredores viários para essa rota do GNV.

2.3 Análise de sensibilidade

Como visto nas seções anteriores, as despesas acumuladas para o caminhão movido a GNV estão próximas às da alternativa convencional a diesel. Por este motivo, decidiu-se realizar uma análise de sensibilidade ao preço relativo do gás natural frente ao óleo diesel e seu impacto na viabilidade econômica, com todos os demais parâmetros mantidos constantes.

A Figura 13 apresenta os resultados para os caminhoneiros autônomos para o estado do Rio de Janeiro, que foi selecionado para esta análise.

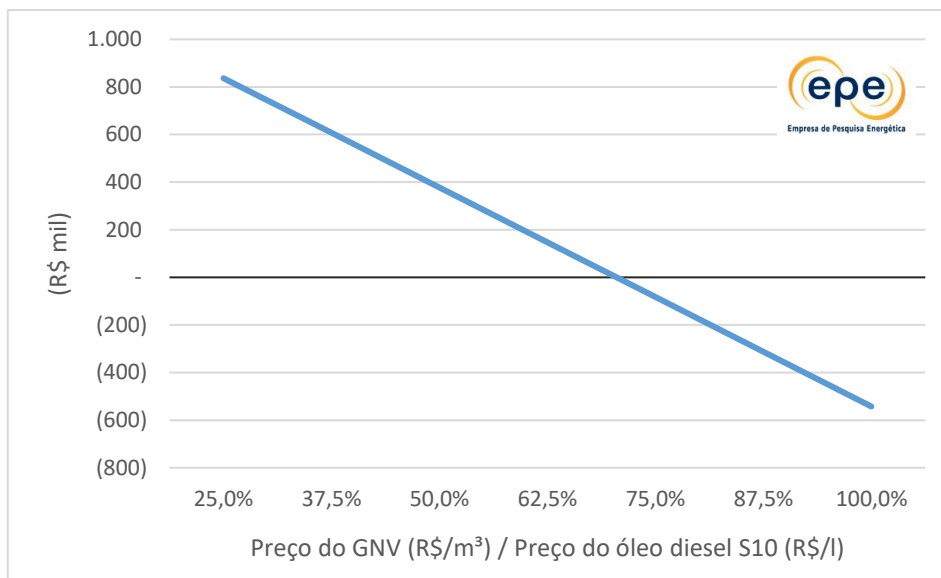


Figura 13: Diferença entre as despesas acumuladas do caminhão movido a óleo diesel e as do caminhão movido a GNV para os caminhoneiros autônomos, variando o preço relativo do gás natural, no estado do Rio de Janeiro

Nas condições apresentadas neste trabalho, as despesas acumuladas para o caminhão movido a óleo diesel seriam superiores às do movido a GNV para preços relativos de até 70%, aproximadamente. Para um caminhoneiro autônomo no Rio de Janeiro, o preço relativo de 76% está ligeiramente fora da área de viabilidade, tornando esta opção difícil de ser implementada.

Para os frotistas, a Figura 14 apresenta os resultados obtidos para o estado do Rio de Janeiro.

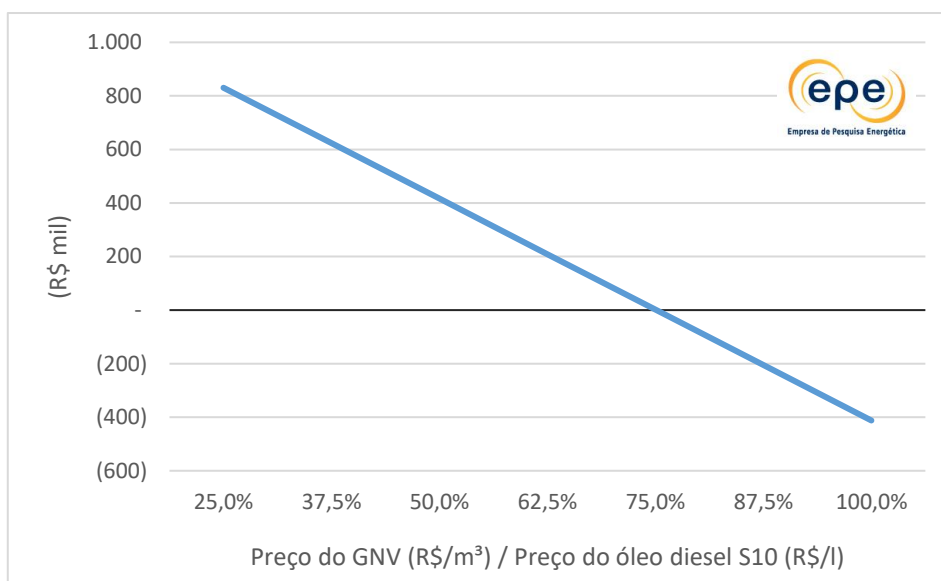


Figura 14: Diferença entre as despesas acumuladas do caminhão movido a óleo diesel e as do caminhão movido a GNV para os frotistas, variando o preço relativo do gás natural, no estado do Rio de Janeiro

Já para os frotistas, a área de viabilidade para o caminhão movido a GNV é ligeiramente superior, indo até uma relação de preço relativo de 75%. Como este preço encontra-se em cerca de 65%, o caminhão movido a GNV seria viável economicamente no estado do Rio de Janeiro.

3. Resultados e análises para localidades selecionadas – Cenário Alternativo

No Capítulo anterior foi apresentado que os veículos elétricos possuem despesas acumuladas maiores que os veículos movidos a combustão interna no período analisado, o que impacta na viabilidade econômica desses caminhões. Entretanto, em um contexto de descarbonização e de desenvolvimento de um sistema de comércio e de compensações de emissão de gases de efeito estufa⁷, empresas transportadoras poderiam se beneficiar deste novo mercado. Estas empresas teriam que enveredar esforços, inclusive financeiros, para certificar a não emissão de carbono, dificultando este tipo de ação para o caminhoneiro autônomo.

Neste sentido, como exercício, buscou-se determinar qual seria o preço mínimo do carbono evitado (aplicável a caminhões de empresas) para que estes veículos alcançassem a viabilidade econômica em períodos mais curtos e comparáveis ao caminhão a diesel.

Insta citar que o preço por tonelada de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) é bastante variável nos diversos mercados (*Emissions Trading System – ETS*) já estabelecidos no mundo, sendo seu histórico apresentado na Figura 15.

⁷ Foi sancionada a Lei nº 15.042 de 11 de dezembro de 2024, que cria o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE). O marco regulatório estabelece um mercado de carbono regulado no País, com teto de emissões para alguns setores de economia (Brasil, 2024).

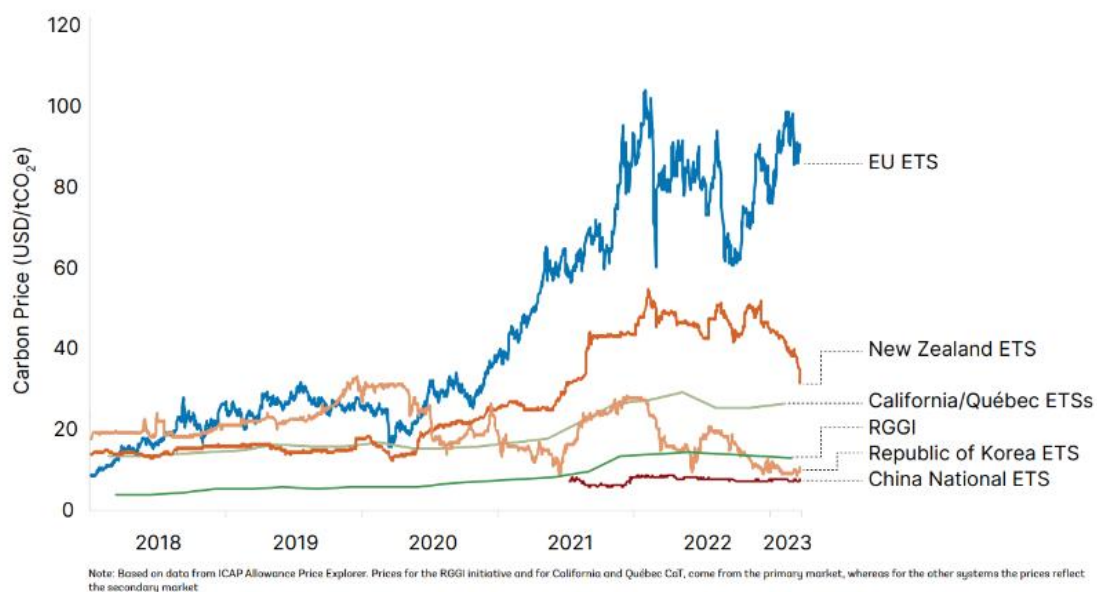


Figura 15: Histórico de preço do carbono (US\$/tCO₂eq) em países selecionados

Fonte: *State and Trends of Carbon Pricing 2023* (Banco Mundial, 2023)

Na Figura 15 é possível observar que o preço do carbono tem alta variabilidade e, em 2023, apresentou valores entre 10 e 85 US\$/tCO₂eq, o que corresponderia a um valor entre 60 e 512 R\$/tCO₂eq.

Para fins de cálculo das emissões oriundas de caminhões a diesel e a GNV, foram adotados valores informados pela EPE (2025), sendo apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Fatores de emissão do poço-à-roda para os energéticos

Combustível	gCO ₂ eq/MJ
Diesel A	86,50
Biodiesel	28,40
GNV	76,85
Eletricidade	20,85

Fonte: Adaptado de EPE (2025).

A partir dos parâmetros apresentados em seções anteriores, utilizados para cada UF, estimou-se o preço do carbono evitado, que pode levar a uma viabilidade econômica dos caminhões elétricos, que possuem fatores de emissão do poço-à-roda consideravelmente inferiores aos da alternativa tradicional, e contribuir para a viabilidade da rota movida a GNV, uma vez que possui fator de emissão ligeiramente inferior. Assim, arbitrando um preço de carbono evitado de R\$ 2.450/tCO₂eq, os veículos alternativos se aproveitam da receita oriunda do comércio de créditos, tornando-se viáveis dentro do período analisado.

Os resultados obtidos são apresentados nas figuras abaixo.

BAHIA

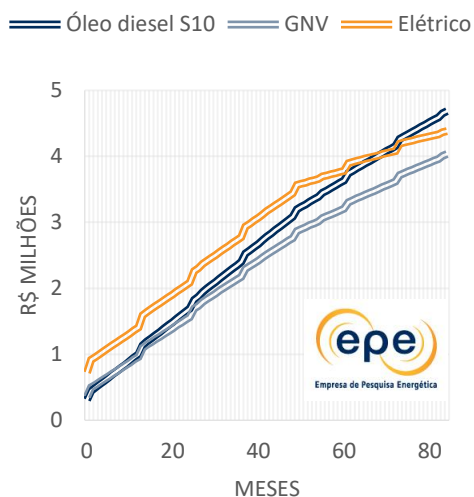


Figura 16: Despesas acumuladas, no cenário alternativo, para frotistas na Bahia

CEARÁ

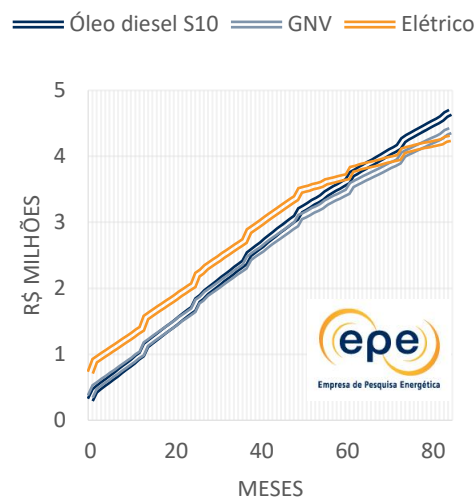


Figura 17: Despesas acumuladas, no cenário alternativo, para frotistas no Ceará

RIO DE JANEIRO

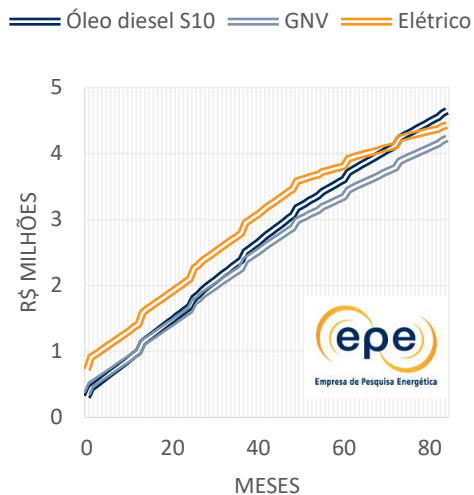


Figura 18: Despesas acumuladas, no cenário alternativo, para frotistas no Rio de Janeiro

SERGIPE

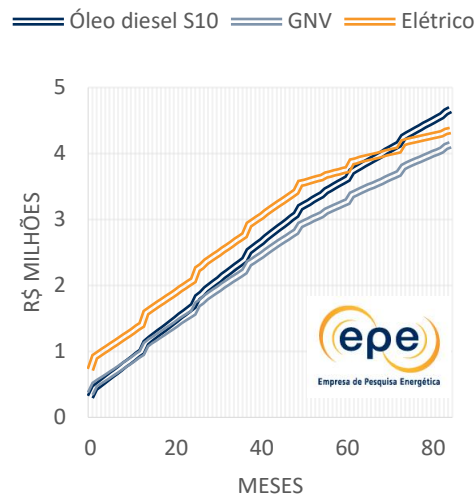


Figura 20: Despesas acumuladas, no cenário alternativo, para frotistas em Sergipe

SANTA CATARINA

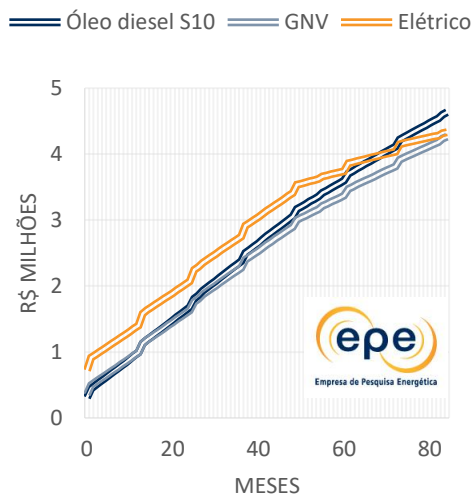


Figura 19: Despesas acumuladas, no cenário alternativo, para frotistas em Santa Catarina

SÃO PAULO

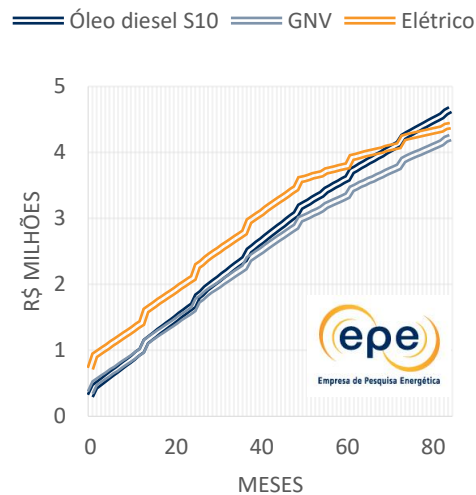


Figura 21: Despesas acumuladas, no cenário alternativo, para frotistas em São Paulo

Como pode ser observado, a internalização da externalidade ambiental por si só já representa uma mudança significativa na contabilização financeira para o investimento de frotistas, visto que as UFs analisadas passaram a ter a alternativa viável, notoriamente a rota com GNV, e com destaque para a Bahia. O Ceará, por sua vez, apresentou melhores condicionantes em favor da alternativa pela eletrificação dos caminhões neste contexto de internalização da externalidade ambiental. Somam-se a isso potenciais retornos extraordinários pela valorização de tecnologias alternativas durante o processo de busca por uma transição energética mais justa e equilibrada, oportunizando tecnologias que entreguem melhores resultados no campo ambiental e sem deixar de lado o viés econômico e nem o social.

4. Considerações finais

Embora existam diversos movimentos de governos e empresas, a descarbonização da economia mundial tem um custo, com reflexos para países e pessoas mais vulneráveis.

No Brasil, os veículos pesados a diesel, em especial caminhões, responsáveis pela maior parte do transporte de cargas no País, são grandes emissores de gases de efeito estufa e sua substituição está em linha com a busca por uma economia de baixo carbono. Isso se mostra como um desafio, uma vez que a viabilidade de substitutos está diretamente associada ao custo de aquisição dos veículos, havendo reflexos nas despesas acumuladas.

Neste sentido, esta Nota Técnica analisou e comparou a viabilidade econômica de caminhões movidos a diesel, GNV e energia elétrica, considerando o custo de aquisição e as despesas acumuladas na formação do custo total de propriedade. Para o exercício, adotou-se como referência um veículo de três eixos, de categoria semipesado, com capacidade da composição veicular de 23 toneladas e carga útil de 13 toneladas, que representa mais de 20% do universo de caminhões no Brasil. Outros perfis de caminhões podem apresentar resultados diversos dos aqui apresentados.

Esta Nota Técnica também simulou o preço do carbono evitado, oportunizando, por intermédio da internalização da externalidade, que as alternativas para o caminhão a diesel pudessem se tornar mais atrativas economicamente no período avaliado. Isso foi particularmente verdade para a rota da eletrificação. Em um primeiro momento, os veículos elétricos podem se beneficiar de um mercado de carbono, por possuírem emissão zero de GEE no escapamento. No entanto, esse mercado ainda não é representativo no mundo e encontra-se em desenvolvimento no Brasil, estando em curso proposta de criação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE).

No estudo, comparou-se a viabilidade econômica de caminhões movidos a GNV e energia elétrica com um modelo tradicional a diesel e concluiu-se que não há atratividade econômica aparente em favor dos alternativos no horizonte de tempo adotado (até 84 meses) quando se trata de um mercado de caminhoneiros autônomos. As alternativas apresentaram despesas mensais superiores ao veículo diesel com custo total de propriedade maior. Nesse caso, a implementação de novos caminhões (responsáveis pela maior parte do transporte de cargas no País) sem viabilidade econômica implicaria em onerar diversos setores da economia e, em última instância, os consumidores. O cenário muda um pouco quando se modifica o

mercado para os frotistas, onde há atratividade para a alternativa a GNV, ainda que marginal.

Em uma análise de sensibilidade para o estado do Rio de Janeiro, verificou-se qual seria a faixa de preço relativo em que os caminhões movidos a GNV seriam viáveis para o caminhoneiro autônomo e para o frotista, com o preço relativo máximo do GNV sendo de 70% e 75%, respectivamente.

Além disso, avaliando-se a viabilidade econômica das alternativas ao caminhão a diesel considerando o preço do carbono evitado, estimou-se que o preço mínimo do carbono evitado seria de R\$ 2.450/tCO₂eq, valor muito superior ao preço de comercialização observado em diversos mercados no mundo. Também se destaca que, diante da internalização das externalidades ambientais em emissão de GEE, o frotista viabiliza a alternativa do GNV no veículo de carga em todas as UFs. Isso é particularmente mais acentuado na Bahia. O Ceará, por sua vez, apresentou o destaque de que, nas mesmas circunstâncias de internalização de externalidade, a rota mais viável para veículo de carga foi a da eletrificação.

Entre as limitações do estudo, o conjunto reduzido de informações guiou a análise para um exercício possivelmente não representativo no cotidiano do ramo de transporte de cargas. No entanto, o conjunto de parâmetros utilizados serviu de base para permitir que uma quantificação preliminar fosse estabelecida e apresentada nesta Nota Técnica, além de possibilitar aprimoramentos futuros, bem como saltos analíticos capazes de municiar o setor público de ferramentas de suporte às políticas públicas com foco no uso da energia.

Outro aspecto é a infraestrutura de reabastecimento ou recarga, desafio para implementação de caminhões alternativos. Ainda que a oferta esteja aumentando paulatinamente, inclusive em rodovias importantes como a Rodovia Presidente Dutra (BR-116), os postos que ofertam GNV para veículos pesados e estações de carregamento não se apresentam em número e distribuição geográfica condizentes com a extensão do território nacional. Além disso, o tempo de recarga ou abastecimento são desafios complementares para a penetração destas tecnologias alternativas. Não obstante seja ponto importante para a tomada de decisão, por simplificação, tais temas não foram considerados neste trabalho.

A despeito dos resultados obtidos, cabe destacar que para alcance dos objetivos de descarbonização, um cenário com demanda crescente por veículos movidos a energia elétrica, com o aumento da oferta destes veículos, tende a gerar competitividade e ganhos de escala, o que causaria uma queda no *markup*, tornando a substituição mais atraente.

Por fim, destaca-se que é papel da EPE seguir enveredando esforços para analisar oportunidades para outras tecnologias no segmento de transporte em território

nacional. Para o transporte rodoviário de cargas, pode-se destacar alternativas como veículos híbridos, GNL ou mesmo hidrogênio.

Referências

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica (2025a). *Ranking da Tarifa Residencial*. Brasília, 2025. Disponível em: <<https://portalrelatorios.aneel.gov.br/luznatarifa/rankingtarifas>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

_____ (2025b). *Base de Dados das Tarifas das Distribuidoras de Energia Elétrica*. Brasília, 2025. Disponível em: <<https://portalrelatorios.aneel.gov.br/luznatarifa/basestarifas>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2024). *Resolução ANP nº 968 de 30 de abril de 2024*. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <<https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-968-2024>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

_____ (2025a). *Série histórica dos preços de distribuição de combustíveis líquidos*. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/precos-e-defesa-da-concorrenca/precos/precos-de-distribuicao-de-combustiveis>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

_____ (2025b). *Série histórica do levantamento de preços*. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/precos-e-defesa-da-concorrenca/precos/precos-revenda-e-de-distribuicao-combustiveis/serie-historica-do-levantamento-de-precos>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres (2024). *Política Nacional de Pisos Mínimos do Transporte Rodoviário de Cargas*. Brasília, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/cargas/politica-nacional-de- pisos-minimos-de-frete>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

_____ (2025). *Portaria SUROC nº 01, de 08 de janeiro de 2025*. Brasília, 2025. Disponível em: <https://anttlegis.antt.gov.br/action/TematicaAction.php?acao=abrirVinculos&cotematica=15910512&cod_menu=8719&cod_modulo=421>. Acesso em 25 de abril de 2025.

BAHIA (1991). Lei nº 6.348, de 17 de dezembro de 1991. *Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA*. Salvador, BA. Disponível em: <http://mbusca.sefaz.ba.gov.br/DITRI/leis/leis_estaduais/legest_1991_6348_lei_ipva.pdf>. Acesso em 25 de abril de 2025.

Bahiagás – Companhia de Gás da Bahia (2025). *Tabela Tarifária Cativo*. Salvador, 2025. Disponível em: <<https://www.bahiagas.com.br/gas-natural/tabela-tarifaria>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

BCB – Banco Central do Brasil (2025). *Taxas de juros básicas – Histórico*. Brasília, 2025. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

Banco Mundial (2023). *State and Trends of Carbon Pricing 2023*. Washington D.C., EUA, 2023. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/58f2a409-9bb7-4ee6-899d-be47835c838f>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (2025a). *BNDES Finame BK Aquisição e Comercialização*. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finame-bk-aquisicao-comercializacao>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

_____ (2025b). *Taxa de Longo Prazo*. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/custos-financeiros/historico-da-parcela-fixa-da-ttp>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

_____ (2025c). *Taxa de juros*. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/taxa-de-juros>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

Brasil (2013). *Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013 – Ano Base 2012*. Brasília, 2013. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario_de_Emissoes_por_Veiculos_Rodoviaros_2013.pdf>. Acesso em 25 de abril de 2025.

_____ (2018). Lei nº 13.723, de 04 de outubro de 2018. *Dispõe sobre a concessão de subvenção econômica à comercialização de óleo diesel e altera a Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997*. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13723.htm>. Acesso em 25 de abril de 2025.

_____ (2024). Lei nº 15.042, de 11 de dezembro de 2024. *Institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE); e altera as Leis nºs 12.187, de 29 de dezembro de 2009, 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal), 6.385, de 7 de dezembro de 1976 (Lei da Comissão de Valores Mobiliários), e 6.015, de 31 de dezembro de 1973 (Lei de Registros Públicos)*. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/L15042.htm>. Acesso em 25 de abril de 2025.

CEARÁ (1992). Lei nº 12.023, de 20 de novembro de 1992. *Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA*. Fortaleza, CE. Disponível em: <<https://belt.al.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/viacao-transportes-desenvolvimento-urbano/item/1093-lei-n-12-023-de-20-11-92-d-o-de-20-11-92>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

Cegás – Companhia de Gás do Ceará (2025). *Tabela de Tarifas Atual*. Fortaleza, 2025. Disponível em: <<https://www.cegas.com.br/tabela-de-tarifas-atual-01-07-2/>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

CNT – Confederação Nacional do Transporte (2019). *Pesquisa CNT – Perfil dos Caminhoneiros 2019*. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://www.cnt.org.br/perfil-dos-caminhoneiros>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

Comgás (2025). *Tarifas*. São Paulo, 2025. Disponível em: <<https://www.comgas.com.br/minha-conta/tarifas>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética (2020). *Avaliação Técnico-Econômica de Ônibus Elétrico no Brasil*. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Paginas/Nova-versao-da-Ferramenta-para-Avaliacao-de-Viabilidade-de-Onibus-Eletrico.aspx>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

_____ (2023). *Motorizações alternativas em caminhões e ônibus no Brasil: Contextualização e possíveis trajetórias de inserção*. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/nota-tecnica-motorizacoes-alternativas-em-caminhoes-e-onibus-no-brasil-contextualizacao-e-possiveis-trajetorias-de-insercao>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

_____ (2024). *Balanco Energético Nacional 2024: Ano base 2023*. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2024>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

_____ (2025). *Descarbonização do Setor de Transporte Rodoviário – Intensidade de carbono das fontes de energia*. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-708/topico-770/NT-EPE-DPG-SDB-2025-03_Intensidade_de_Carbono_Transporte_Rodovi%C3%A1rio.pdf>. Acesso em 02 de julho de 2025.

ESALQ-LOG – Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial (2019). *Revisão de metodologia de definição, monitoramento e atualização de dados e informações com vistas à implementação da Política Nacional de Pisos mínimos do*

Transporte Rodoviário de Cargas e à adequação da tabela de fretes. Piracicaba, 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/cargas/arquivos/arquivos-politica-nacional-de-pisos-minimos-de-frete/arquivos-etapas-de-implementacao-da-pnpm-trc/relatorio-tecnico-1-fealq-esalq-log-usp.pdf>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

Fipe – Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (2025). *Preço Médio de Veículos*. São Paulo, 2025. Disponível em: <<https://veiculos.fipe.org.br/>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

MMA – Ministério do Meio Ambiente (2023). *NDC – a ambição climática do Brasil*. Brasília, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/mudanca-do-clima/NDC>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

_____ (2024). *Brasil entrega à ONU nova NDC alinhada ao Acordo de Paris*. Brasília, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/noticias/brasil-entrega-a-onu-nova-ndc-alinhada-ao-acordo-de-paris>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

Naturgy (2025). *Tarifas – Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://www.naturgy.com.br/atendimento/tarifas/tarifa_rio_de_janeiro>. Acesso em 25 de abril de 2025.

Rands (2023). *Comprar caminhão com CNPJ em 2024: o que precisa e como funciona?* Caxias do Sul, 2023. Disponível em: <<https://blog.randonconsorcios.com.br/comprar-caminhao-com-cnpj-em-2024/>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

RIO DE JANEIRO (1997). Lei nº 2.877, de 22 de dezembro de 1997. *Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA)*. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/b24a2da5a077847c032564f4005d4bf2/fa1a422b516211130325657a0064293f?OpenDocument>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

SANTA CATARINA (1988). Lei nº 7.543, de 30 de dezembro de 1988. *Institui o imposto sobre a propriedade de veículos automotores e dá outras providências*. Florianópolis, SC. Disponível em: <http://leis.alesc.sc.gov.br/html/1988/7543_1988_Lei.html>. Acesso em 25 de abril de 2025.

SCGÁS – Companhia de Gás de Santa Catarina (2025). *Tarifas para postos*. Florianópolis, 2025. Disponível em: <<https://www.scgas.com.br/scgas/site/para-seu-veiculo/tarifas-para-postos>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

SERGAS – Sergipe Gás S/A (2025). *Tarifas praticadas*. Aracaju, 2025. Disponível em: <<https://www.sergipegas.com.br/tarifas-praticadas/>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

SERGIPE (2013). Lei nº 7.655, de 17 de junho de 2013. *Estabelece nova disciplina para o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA, no âmbito do Estado de Sergipe, e dá providências correlatas*. Aracaju, SE. Disponível em: <<https://aleslegis.al.se.leg.br/Arquivo/Documents/legislacao/HTML/L76552013.html>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

_____ (2019). Lei nº 8.609, de 22 de novembro de 2019. *Acrescenta dispositivo à Lei nº 7.655, de 17 de junho de 2013, que estabelece nova disciplina para o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores IPVA, no âmbito do Estado de Sergipe, e dá providências correlatas*. Aracaju, SE. Disponível em: <<https://aleslegis.al.se.leg.br/Arquivo/Documents/legislacao/html/L86092019.html>>. Acesso em 25 de abril de 2025.

SÃO PAULO (2008). Lei nº 13.296, de 23 de dezembro de 2008. *Estabelece o tratamento tributário do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA*. São Paulo, SP. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2008/lei-13296-23.12.2008.html>>. Acesso em 25 de abril de 2025.



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

