FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA DE POLÍTICAS PÚBLICAS E GOVERNO

JULIANO MARQUES REZENDE

IMPACTO DA ISENÇÃO DO IPVA NA VENDA DE AUTOMÓVEIS HÍBRIDOS E ELÉTRICOS NO DISTRITO FEDERAL

BRASÍLIA, DF
2025

JULIANO MARQUES REZENDE

IMPACTO DA ISENÇÃO DO IPVA NA VENDA DE AUTOMÓVEIS HÍBRIDOS E ELÉTRICOS NO DISTRITO FEDERAL

Dissertação apresentada à Escola de Políticas Públicas e Governo da Fundação Getulio Vargas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Economia

Orientador: Prof. Dr. Matheus Schmeling Costa

.

BRASÍLIA, DF

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas/FGV

Rezende, Juliano Marques.

Impacto da isenção do IPVA na venda de automóveis híbridos e elétricos no Distrito Federal / Juliano Marques Rezende. - 2025.

95 f.

Orientador: Matheus Schmeling Costa.

Dissertação (mestrado profissional MPEB) – Fundação Getulio Vargas, Escola de Políticas Públicas e Governo.

1. Políticas públicas - Avaliação. 2. Incentivos fiscais. 3. Impostos - Isenção. 4. Imposto sobre a propriedade de veículos automotores. 5. Veículos elétricos. I. Costa, Matheus Schmeling. II. Dissertação (mestrado profissional MPEB) – Escola de Políticas Públicas e Governo. III. Fundação Getulio Vargas. IV. Título.

CDU 336.2

Ficha Catalográfica elaborada por: Isabele Oliveira dos Santos Garcia CRB SP-010191/O

JULIANO MARQUES REZENDE

IMPACTO DA ISENÇÃO DO IPVA NA VENDA DE AUTOMÓVEIS HÍBRIDOS E ELÉTRICOS NO DISTRITO FEDERAL

Dissertação apresentada à Escola de Políticas Públicas e Governo da Fundação Getulio Vargas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Economia

Data da Aprovação: 31/10/2025

Banca Examinadora:

_____

Prof. Dr. Matheus Schmeling Costa
FGV - Escola de Políticas Públicas e Governo

_____

Prof. Dr. Bruno de Oliveira Cruz
FGV - Escola de Políticas Públicas e Governo

_____

Prof. Dr. Rafael Terra de Menezes
UNB – Departamento de Economia

Dedico este trabalho à minha família e aos amigos que sempre me incentivaram.

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação foi uma jornada de intenso aprendizado e dedicação, que não teria sido possível sem o apoio de diversas pessoas a quem sou profundamente grato.

Agradeço, em primeiro lugar, ao meu orientador, Professor Dr. Matheus Schmeling Costa. Sua imensa disponibilidade, paciência e orientação segura foram fundamentais em todas as etapas deste trabalho. Seus questionamentos e sugestões aguçaram meu senso crítico e foram indispensáveis para a concretização desta pesquisa.

Estendo meus agradecimentos aos colegas que contribuíram de forma decisiva para esta dissertação. A Pedro Pinheiro, pela valiosa sugestão do tema e por compartilhar ideias econômicas que nortearam a análise. A Gabriel Fehr, cujo profundo conhecimento sobre o IPVA foi um suporte inestimável, esclarecendo todos os aspectos técnicos referentes ao tributo.

Por fim, dedico meu mais profundo agradecimento à minha família. À minha mãe, por todo o apoio e incentivo incondicional. E, de forma muito especial, à minha companheira de vida, Tamyres Karla da Silva, por suportar todas as minhas agonias e ansiedades durante a elaboração deste trabalho. Sua compreensão, amor e apoio foram o alicerce que me permitiu chegar até aqui.

"Nós moldamos nossas ferramentas e, a partir de então, nossas ferramentas nos moldam." (Marshall McLuhan)

RESUMO

Este estudo analisa o impacto causal da política de isenção do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) na adoção de veículos elétricos e eletrificados no Distrito Federal, implementada em janeiro de 2022. Utilizando dados em painel de frequência mensal para as capitais brasileiras de 2018 a 2025, a pesquisa emprega o método de Diferenças em Diferenças Sintético (SDID) como estratégia de identificação principal, complementado pelo método de Controle Sintético (SCM) e por testes de robustez. Os resultados indicam um efeito causal positivo, de grande magnitude e estatisticamente significante da política. Uma análise da dinâmica temporal revela a existência de uma latência de aproximadamente um ano e meio, com uma aceleração exponencial das vendas a partir de meados de 2023. A discussão sugere que este efeito retardado está associado à maturação de fatores do lado da oferta, como a expansão da rede de concessionárias e a introdução de um portfólio de produtos mais competitivo. Conclui-se que a isenção de IPVA é uma ferramenta de política pública eficaz, mas seu impacto e o tempo para sua materialização são condicionados pelas condições de mercado preexistentes.

Palavras-chave: Avaliação de políticas públicas; incentivo fiscal; veículos elétricos; controle sintético;

ABSTRACT

This study analyzes the causal impact of the Motor Vehicle Property Tax (IPVA) exemption policy on the adoption of electric and electrified vehicles in the Federal District of Brazil, implemented in January 2022. Using monthly panel data for Brazilian capitals from 2018 to 2025, the research employs the Synthetic Difference-in-Differences (SDID) method as the main identification strategy, complemented by the Synthetic Control Method (SCM) and robustness checks. The results indicate a positive, large-magnitude, and statistically significant causal effect of the policy. An analysis of the temporal dynamics reveals a latency of approximately one and a half years, with an exponential acceleration in sales starting in mid-2023. The discussion suggests that this lagged effect is associated with the maturation of supply-side factors, such as the expansion of the dealership network and the introduction of a more competitive product portfolio. It is concluded that the IPVA exemption is an effective public policy tool, but its impact and the time for its materialization are conditioned by pre-existing market conditions.

Keywords: Public Policy; Tax Incentive; Electric Vehicles; Synthetic Control;

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 — Vendas de Veículos Eletrificados no Brasil por Ano 14
Gráfico 2 — Trajetória da Frota Eletrificada (Veículos por 100 mil hab.) 31
Gráfico 3 — SCM Comparativo dos Eletrificados 34
Gráfico 4 — SCM Comparativo dos Elétricos 35
Gráfico 5 — Teste de Placebo: Gaps do Efeito do Tratamento para o grupo 'Eletrificados' 36
Gráfico 6 — Teste de Placebo: Gaps do Efeito do Tratamento para o grupo 'Elétricos' 37
Gráfico 7 — Teste de Placebo de Resultado para a Frota a Combustão 38
Gráfico 8 — SDID Eletrificados utilizando a frota Padrão 40
Gráfico 9 — SDID Eletrificados utilizando a frota Logarítmica 41
Gráfico 10 — SDID Eletrificados dos Resíduos 42
Gráfico 11 — SDID Elétricos utilizando a frota Padrão 43
Gráfico 12 — SDID Elétricos utilizando a frota em escala logarítmica 44
Gráfico 13 — SDID Elétrico dos Resíduos 45
Gráfico 14 — SDID Combustão utilizando a frota Padrão 46
Gráfico 15 — SDID Combustão utilizando a frota Logarítmica 47
Gráfico 16 — SDID Combustão dos Resíduos 48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Panorama dos Incentivos Fiscais de IPVA para Veículos Elétricos e Híbridos nos Estados Brasileiros e no Distrito Federal 18
Tabela 2 — Estatísticas Descritivas: Brasília vs. Média do "Donor Pool" 32
Tabela 3 — Resultados Consolidados da Análise SDID 49
Tabela 4 – Custos estimados da isenção. 60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABVE	Associação Brasileira do Veículo Elétrico
ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
ATT	Efeito Médio do Tratamento sobre os Tratados (Average Treatment Effect on the Treated)
DF	Distrito Federal
DiD	Diferenças em Diferenças (Differences-in-Differences)
DOI	Digital Object Identifier
IPEDF	Instituto de Pesquisa e Estatística do Distrito Federal
IPVA	Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores
OICA	Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles
ONU	Organização das Nações Unidas
PIB	Produto Interno Bruto
RMIT	Regra-Matriz de Incidência Tributária
SCM	Método de Controle Sintético (Synthetic Control Method)
SDID	Diferenças em Diferenças Sintético (Synthetic Difference-in-Differences)
SENATRAN	Secretaria Nacional de Trânsito
SINDICON-DF	Sindicato dos Concessionários e Distribuidores de Veículos no Distrito Federal
SUTVA	Pressuposto de Valor de Tratamento da Unidade Estável
TRU	Taxa Rodoviária Única
TWFE	Two-Way Fixed Effects (Efeitos Fixos Bidirecionais)

SUMÁRIO

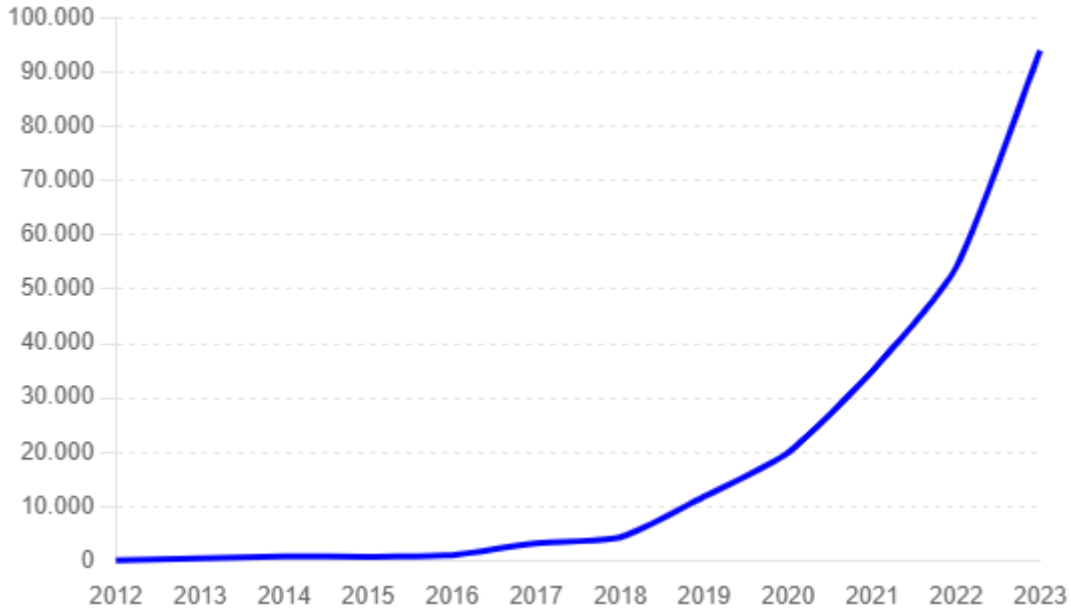
1 **INTRODUÇÃO** 14
2 **REFERENCIAL TEÓRICO E CONTEXTUALIZAÇÃO** 17
2.1 A IMPORTÂNCIA DO SETOR AUTOMOBILÍSTICO 17
2.2 O IMPOSTO SOBRE A PROPRIEDADE DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (IPVA): ESTRUTURA E DESAFIOS 17
2.3 INCENTIVOS FISCAIS VIA IPVA NO BRASIL E A JUSTIFICATIVA DO GRUPO DE CONTROLE 18
3 **METODOLOGIA E DADOS** 21
3.1 O MÉTODO DE CONTROLE SINTÉTICO (SCM) 21
3.2 O MÉTODO DE DIFERENÇAS EM DIFERENÇAS (DID) 22
3.3 O MÉTODO DE DIFERENÇAS EM DIFERENÇAS SINTÉTICO (SDID) 24
3.4 ANÁLISE DE ROBUSTEZ: MODELOS EM ESCALA LOGARÍTMICA E DE RESÍDUOS (TWFE) 27
3.5 INFERÊNCIA ESTATÍSTICA E O MÉTODO PLACEBO 29
3.6 DADOS 30
4 **RESULTADOS** 33
4.1 RESULTADOS DO MÉTODO DE CONTROLE SINTÉTICO (SCM) 33
4.1.1 **Análise Gráfica Comparativa** 33
4.1.2 **Testes de Placebo:** 35
4.2 RESULTADOS DO MÉTODO DE DIFERENÇAS EM DIFERENÇAS SINTÉTICO (SDID) 38
4.2.1 **ANÁLISE GRÁFICA DAS TRAJETÓRIAS:** 39
4.2.1.1 Gráficos da frota Eletrificada 39
4.2.1.2 Gráficos da frota Elétrica 42
4.2.1.3 Gráficos do Teste de Placebo (Frota a Combustão) 45
4.2.2 **Resultados Econométricos Consolidados:** 48
5 **DISCUSSÃO** 51
5.1 SÍNTESE E INTERPRETAÇÃO DOS PRINCIPAIS ACHADOS 51
5.2 O EFEITO RETARDADO (LAG) DA POLÍTICA: HIPÓTESES E EXPLICAÇÕES 52
5.2.1 **A Maturação da Oferta como Fator-Chave** 52
5.2.2 **Fatores do Lado da Demanda e o Comportamento do Consumidor** 53
5.3 DIÁLOGO COM A LITERATURA E ROBUSTEZ DOS RESULTADOS 54
5.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO 56
5.5 IMPLICAÇÕES PARA POLÍTICAS PÚBLICAS 57
5.6 ESTIMATIVA DO CUSTO FISCAL DA POLÍTICA 59
5.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS 61
6 **CONCLUSÃO** 62
REFERÊNCIAS 63
GLOSSÁRIO 69

APÊNDICE A — Mapeamento dos Incentivos Fiscais de IPVA para Veículos Eletrificados nas Unidades Federativas do Brasil 70
A.1 Acre 70
A.2 Alagoas 71
A.3 Amapá 72
A.4 Amazonas 72
A.5 Bahia 73
A.6 Ceará 74
A.7 Distrito Federal 75
A.8 Espírito Santo 75
A.9 Goiás 76
A.10 Maranhão 77
A.11 Mato Grosso 78
A.12 Mato Grosso do Sul 78
A.13 Minas Gerais 79
A.14 Pará 80
A.15 Paraíba 80
A.16 Paraná 81
A.17 Pernambuco 82
A.18 Piauí 83
A.19 Rio de Janeiro 83
A.20 Rio Grande do Norte 84
A.21 Rio Grande do Sul 85
A.22 Rondônia 86
A.23 Roraima 86
A.24 Santa Catarina 87
A.25 São Paulo 88
A.26 Sergipe 89
A.27 Tocantins 90
A.28 Referências 90

1 **INTRODUÇÃO**

A transição para uma mobilidade de baixo carbono, alinhada a compromissos globais como a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU), posiciona a eletrificação da frota veicular como uma estratégia central para a descarbonização do setor de transportes (HENSEN; LIMA, 2024). No Brasil, este movimento tem se materializado em um crescimento exponencial do mercado. Em 2022, o país registrou um recorde de 49,2 mil veículos eletrificados licenciados, um aumento de 41% em relação ao ano anterior (ABVE, 2023). A tendência se intensificou nos anos subsequentes, com a frota de eletrificados em circulação no país saltando para mais de 177 mil unidades ao final de 2024 (ABVE, 2025). O crescimento do mercado nacional é ilustrado no Gráfico 1.

Gráfico 1 — Vendas de Veículos Eletrificados no Brasil por Ano



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da ABVE

Nesse contexto, políticas de incentivo fiscal têm sido a principal ferramenta dos entes governamentais para estimular a adoção de veículos elétricos e híbridos. No âmbito do Distrito Federal (DF), a Lei nº 7.028, de 27 de dezembro de 2021, estabeleceu a isenção completa do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) para automóveis movidos a motor elétrico, incluindo os híbridos, com vigência a partir de janeiro de 2022.

A resposta do mercado local a essa política foi, aparentemente, imediata e expressiva. Dados descritivos indicam que, entre 2021 e setembro de 2023, o número de veículos elétricos e híbridos registrados no Distrito Federal aumentou 111,6% (CORREIO BRAZILIENSE, 2023). Em 2023, o DF alcançou a quarta posição no ranking nacional de vendas, respondendo por quase 7% de todos os emplacamentos no país (ABVE, 2023).

Contudo, embora esses números sugiram uma forte correlação entre a política de isenção e o crescimento do mercado, eles não permitem, por si sós, estabelecer uma relação de causalidade. O crescimento observado pode ser parcialmente atribuído a tendências nacionais de mercado, à expansão da oferta de novos modelos por fabricantes ou a outros fatores socioeconômicos que teriam impulsionado a frota do DF independentemente da política fiscal. A questão central, portanto, é isolar e quantificar a parcela desse crescimento que pode ser atribuída diretamente à política de isenção.

Assim, o presente estudo busca analisar o impacto causal da política de isenção de IPVA na adoção de veículos elétricos e híbridos no Distrito Federal. Utilizamos os métodos de Controle Sintético (SCM) e Diferenças em Diferenças Sintético (SDID) para comparar a trajetória da frota de veículos eletrificados do DF com um contrafactual sintético, construído a partir de uma combinação de outras capitais brasileiras que não adotaram políticas similares no período. Espera-se que esta análise contribua para a compreensão dos efeitos da tributação sobre o comportamento dos consumidores, fornecendo subsídios baseados em evidências para o aprimoramento de políticas públicas voltadas à promoção da mobilidade sustentável.

Além desta introdução, o trabalho está estruturado em mais cinco capítulos. O capítulo 2 apresenta o referencial teórico e a contextualização do problema, detalhando a estrutura do IPVA no Brasil e a heterogeneidade dos incentivos fiscais que fundamenta a escolha do grupo de controle. O capítulo 3 descreve a metodologia, com foco nos métodos de Diferenças em Diferenças Sintético (SDID) e Controle Sintético (SCM), além de detalhar a fonte dos dados e as estratégias de robustez. Em seguida, o capítulo 4 expõe os resultados encontrados, apresentando de forma objetiva as estimativas de impacto. O capítulo 5 realiza a discussão dos achados, interpretando a magnitude e a dinâmica temporal do efeito, analisando as ameaças à

validade, as implicações para políticas públicas e o custo fiscal da isenção. Por fim, a Conclusão sumariza as principais contribuições do estudo.

2 **REFERENCIAL TEÓRICO E CONTEXTUALIZAÇÃO**

2.1 A IMPORTÂNCIA DO SETOR AUTOMOBILÍSTICO

A indústria automobilística desempenha um papel de grande relevância para a economia brasileira, constituindo um dos setores mais estratégicos do país. De acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), em 2023, a cadeia automotiva foi responsável por aproximadamente 20% do Produto Interno Bruto (PIB) industrial e por cerca de 2,5% do PIB total nacional (ANFAVEA, 2024). No cenário global, o Brasil destaca-se como o nono maior produtor de veículos e o sexto maior mercado consumidor em 2023 (OICA, 2023), o que torna o setor um dos principais arrecadadores de tributos, com aproximadamente R$ 93 bilhões recolhidos em 2022 (ANFAVEA, 2024).

No Distrito Federal, apesar de não abrigar fábricas de montagem, o mercado consumidor é expressivo. Em 2023, foram comercializados quase 88 mil veículos na região, um crescimento de 14,36% em relação ao ano anterior, superando a média nacional (SINDICON-DF, 2023). Estima-se que a cadeia automotiva, englobando comércio e serviços, responda por 6% a 8% do PIB do Distrito Federal (IPEDF, 2022), evidenciando a relevância econômica do setor para a capital federal.

2.2 O IMPOSTO SOBRE A PROPRIEDADE DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (IPVA): ESTRUTURA E DESAFIOS

O IPVA é um imposto de competência dos Estados e do Distrito Federal, instituído em 1985 em substituição à Taxa Rodoviária Única (TRU) (MAMEDE, 2002). A Constituição de 1988 manteve essa competência estadual, mas, crucialmente, nunca foi editada uma Lei Complementar para estabelecer normas gerais de âmbito nacional. Essa ausência legislativa deu a cada ente federativo a autonomia para definir suas próprias regras, como fato gerador, base de cálculo e, principalmente, alíquotas.

Essa autonomia, embora prevista, gerou um fenômeno conhecido como "guerra fiscal" entre os estados. Contribuintes buscam registrar seus veículos em

unidades federativas com alíquotas mais baixas, mesmo que seu domicílio seja em outro local, visando reduzir o ônus tributário (CARVALHO, 2004; MARTINS, 2007).

Para uma análise técnica de sua aplicação no Distrito Federal, utiliza-se a Regra-Matriz de Incidência Tributária (RMIT), uma ferramenta teórica que sistematiza os elementos do tributo (CARVALHO, 2004). Aplicada ao IPVA do DF (regido pela Lei nº 7.431/1985 (BRASIL, 1985)), a regra se define da seguinte forma: o critério material é a propriedade de um veículo automotor; o critério espacial é o território do DF, onde o veículo deve ser registrado e licenciado; e o critério temporal é o dia 1º de janeiro de cada ano para veículos usados. No consequente da regra, o critério pessoal define o Distrito Federal como sujeito ativo (credor) e o proprietário do veículo como sujeito passivo (devedor). Por fim, o critério quantitativo (o valor a ser pago) é determinado pela base de cálculo (valor venal do veículo) e pela alíquota, que para automóveis e utilitários foi fixada em 3% a partir de 2020.

2.3 INCENTIVOS FISCAIS VIA IPVA NO BRASIL E A JUSTIFICATIVA DO GRUPO DE CONTROLE

A discricionariedade dos estados na legislação do IPVA resultou em um mosaico de políticas de incentivo para veículos elétricos e híbridos, transformando o Brasil em um laboratório natural para a avaliação de políticas públicas. O levantamento completo e a análise pormenorizada da legislação de cada unidade federativa encontram-se no Apêndice A. A Tabela 1 sistematiza essa heterogeneidade, oferecendo um panorama detalhado das políticas de IPVA vigentes no país, até abril de 2025, e suas particularidades.

Tabela 1 — Panorama dos Incentivos Fiscais de IPVA para Veículos Elétricos e Híbridos nos Estados Brasileiros e no Distrito Federal

Estado	Legislação do IPVA	Alíquota	Benefício?	Início da Vigência	Observações
Acre	LC nº 483/2024	2%	Não		Nova lei a partir de 01/01/2025; nenhum benefício previsto
Alagoas	Lei nº 9.093/2023	2% a 3,25%	Elétrico e Híbrido	11/12/2023	Alíquotas progressivas a partir do 2º ano
Amapá	Lei nº 3.152/2024	3%	Elétrico e Híbrido	20/12/2024	Alíquotas progressivas a partir de 2027. Vigência: 12/2026.
Amazonas	LC nº 259/2023	4%	Elétrico e Híbrido	01/01/2024	Alíquota diferenciada de 3%

Bahia	Lei nº 14.638/2023	2,5%	Elétrico	01/01/2024	Isenção apenas para veículos até R$ 300.000; acima disso, alíquota de 2,5%
Ceará	Lei nº 16.735/2018	3,5%	Elétrico	01/01/2021	Alíquotas progressivas; híbridos excluídos
Distrito Federal	Lei nº 7.028/2021	3%	Elétrico e Híbrido	01/01/2022	Restrição a partir de 2024: aquisição em concessionária do DF
Espírito Santo	Lei nº 6.999/2001	2%	Não		Nenhum benefício vigente
Goiás	Lei nº 11.651/1991	3,45% a 3,75%	Não		Nenhum benefício vigente
Maranhão	Lei nº 7.799/2002	2,5% a 3%	Elétrico	26/12/2002	Exige aquisição em concessionária do estado desde 2019
Mato Grosso	Lei nº 7.301/2000	3%	Não		Nenhum benefício vigente
Mato Grosso do Sul	Lei nº 1.810/1997	3%	Elétrico	14/06/2023	Redução de 70% do IPVA; híbridos não contemplados
Minas Gerais	Lei nº 14.937/2003	4%	Elétrico e Híbrido	21/12/2018	Somente para veículos novos fabricados no estado
Pará	Lei nº 6.017/1996	2,5%	Não		Nenhum benefício vigente
Paraíba	Lei nº 13.347/2024	2,5%	Elétrico	27/08/2024	Isenção irrestrita apenas para elétricos
Paraná	Lei nº 14.260/2003	3,5%	Não		Incentivos extintos a partir de 2024
Pernambuco	Lei nº 18.305/2023	2,4%	Elétrico	01/01/2024	Elétricos são desde 1992, mas os Híbridos foram excluídos da isenção em 2024
Piauí	Lei nº 7.192/2019	2,5% a 3%	Elétrico	29/03/2019	Alíquota reduzida de 1% para Elétricos; híbridos pagam até 3%
Rio de Janeiro	Lei nº 7.068/2015	4%	Elétrico e Híbrido	01/01/2016	Alíquotas reduzidas: 0,5% Elétrico e 1,5% híbrido
Rio Grande do Norte	Lei nº 12.026/2024	3%	Elétrico	28/03/2025	Alíquotas progressivas; híbridos excluídos
Rio Grande do Sul	Lei nº 8.115/1985	3%	Elétrico	06/12/1996	Isenção irrestrita apenas para elétricos
Rondônia	Lei nº 950/2000	3%	Não		Nenhum benefício vigente
Roraima	Lei nº 1.983/2024	3%	Elétrico e Híbrido	06/05/2024	Isenção por 5 anos após 1ª venda; só para veículos adquiridos no estado
Santa Catarina	Lei nº 7.543/1988	2%	Não		Nenhum benefício vigente
São Paulo	Lei nº 18.065/2024	4%	Elétrico e Híbrido	01/01/2025	Isenção com critérios técnicos e limite de R$ 250.000; alíquotas progressivas entre 2027 e 2030. Vigência: 12/2026.
Sergipe	Lei nº 7.655/2013	2,5% a 3%	Não		Nenhum benefício vigente
Tocantins	Lei nº 1.287/2001	2%	Não		Nenhum benefício vigente

Fonte: Elaboração própria

A heterogeneidade de políticas exposta na Tabela 1 é fundamental para a estratégia de identificação causal deste estudo. Para construir um contrafactual válido para o Distrito Federal, é imperativo selecionar um grupo de controle composto por unidades (capitais) que não foram submetidas a um tratamento similar durante o período de análise.

Com base na legislação vigente, foram selecionadas como "doadoras" para o controle sintético as 10 capitais de estados que não ofereciam isenção ou alíquota

reduzida de IPVA para veículos elétricos ou híbridos até o final do período analisado. São elas: São Paulo (SP), Rio Branco (AC), Vitória (ES), Goiânia (GO), Cuiabá (MT), Belém (PA), Porto Velho (RO), Florianópolis (SC), Aracaju (SE) e Palmas (TO). Esta seleção garante que a trajetória do grupo de controle não seja contaminada por políticas de incentivo análogas, fortalecendo a validade do método de Diferenças em Diferenças Sintético. A escolha específica de São Paulo como unidade de controle, apesar da aprovação de uma lei de incentivos, se justifica pelo fato de que a política paulista só entrou em vigor em janeiro de 2025, fora da janela temporal desta análise.[1]

[1] A Lei nº 18.065/2024 de fato instituiu incentivos fiscais para veículos eletrificados no estado de São Paulo com vigência a partir de janeiro de 2025. Dado que a janela de análise deste estudo se encerra em abril de 2025, o período de vigência da política paulista dentro da amostra é de apenas quatro meses. Considerando a latência de efeito discutida no Capítulo 5, que sugere que o impacto de tais políticas não é imediato, e o curto período de sobreposição, o potencial impacto desta política nos resultados da presente análise foi considerado desprezível.

3 **METODOLOGIA E DADOS**

A avaliação de políticas públicas busca identificar como um conjunto de ações afeta a trajetória de variáveis de interesse, um objetivo central na econometria aplicada, que busca usar dados para responder a questões causais específicas e informar políticas públicas e de saúde (ANGRIST E PISCHKE, 2008). Em ciências sociais, estabelecer relações de causalidade em avaliações de políticas pode ser desafiador devido à dificuldade de realizar experimentos aleatórios, que seriam o "ideal experimental" para descobrir efeitos causais (ANGRIST E PISCHKE, 2008). A avaliação de causalidade exige a comparação da variável de interesse com e sem o programa – o que seria observar "realidades paralelas" – um desafio inerente à inferência causal, pois é impossível observar ambos os resultados potenciais para a mesma pessoa ou unidade (ANGRIST E PISCHKE, 2008). Para contornar a dificuldade de observar essas realidades paralelas e o "problema de seleção" que surge em dados observacionais, métodos econométricos que buscam aproximar o ideal experimental são empregados (ANGRIST E PISCHKE, 2008).

3.1 O MÉTODO DE CONTROLE SINTÉTICO (SCM)

O Método de Controle Sintético (SCM) é uma técnica de avaliação de impacto de políticas públicas que tem ganhado atenção, especialmente em estudos de caso comparativos onde apenas uma ou poucas unidades são submetidas a uma intervenção (ABADIE, DIAMOND e HAINMUELLER, 2010; ABADIE, DIAMOND e HAINMUELLER, 2011). O objetivo central do SCM é criar um contrafactual – a unidade sintética – que permite inferir o desempenho da unidade tratada na ausência do tratamento, abordando a questão fundamental da inferência causal ao tentar replicar as condições de um experimento (ANGRIST E PISCHKE, 2008).

A construção do contrafactual se dá pela criação de uma "unidade sintética" (ou "clone sintético") para a unidade tratada (ANGRIST E PISCHKE, 2008). Essa unidade sintética é uma média ponderada de unidades de controle disponíveis (o "donor pool" ou "grupo de controle"). A ideia é que uma combinação de unidades muitas vezes fornece uma comparação melhor do que uma única unidade de controle (ABADIE, DIAMOND e HAINMUELLER, 2010).

O ponto central do método é a otimização dos pesos (w). Esses pesos são escolhidos para minimizar a diferença entre a unidade tratada e o clone sintético em relação a um conjunto de características e preditores relevantes, incluindo os valores da própria variável de resultado em períodos anteriores à intervenção. O objetivo é que a unidade sintética reproduza de forma ótima as características, inclusive de tendência, da unidade tratada antes do tratamento. Essa correspondência no período pré-tratamento permite que a unidade sintética sirva como uma base crível para estimar o que teria acontecido com a unidade tratada na ausência da intervenção, de forma análoga às estratégias que utilizam dados repetidos para controlar fatores omitidos não observados, como o método de diferenças-em-diferenças e modelos de efeitos fixos, que buscam criar "mundos paralelos" para a inferência causal e a construção de comparações bem-controladas em dados observacionais (ANGRIST E PISCHKE, 2008; ABADIE e GARDEAZABAL, 2003; ABADIE, DIAMOND e HAINMUELLER, 2010).

Uma vez que os pesos ótimos são encontrados e a unidade sintética é construída, o efeito causal da intervenção é estimado pela diferença entre o resultado observado na unidade tratada e o resultado do seu clone sintético no período pós-tratamento. Por exemplo, na avaliação do impacto do terrorismo no País Basco, o SCM permitiu estimar a queda do PIB per capita atribuível ao conflito ao comparar a região real com sua versão sintética (ABADIE e GARDEAZABAL, 2003). Da mesma forma, o SCM foi utilizado para avaliar o efeito da Proposição 99[2] no consumo de cigarros na Califórnia, estimando uma redução significativa em comparação com uma Califórnia sintética (ABADIE, DIAMOND e HAINMUELLER, 2010).

3.2 O MÉTODO DE DIFERENÇAS EM DIFERENÇAS (DID)

O método de Diferenças em Diferenças (DiD) é uma das abordagens mais difundidas na econometria aplicada para a inferência de causalidade a partir de dados observacionais. Sua lógica fundamental busca emular um experimento controlado, comparando a mudança no resultado de interesse ao longo do tempo para um grupo

[2] A Proposição 99 foi um abrangente programa de controle do tabaco implementado na Califórnia em 1988. Suas principais ações incluíram o aumento do imposto sobre o cigarro, a destinação da nova receita para orçamentos de saúde e educação anti-tabagismo e o financiamento de campanhas de mídia contra o fumo.

tratado com a mudança observada em um grupo de controle não tratado (ANGRIST E PISCHKE, 2008). A estratégia é particularmente relevante em cenários em que o contrafactual — o que teria acontecido com o grupo tratado na ausência da intervenção — não é diretamente observável.

A validade da inferência causal no DiD repousa sobre a hipótese fundamental de tendências paralelas. Esta hipótese postula que, na ausência do tratamento, a trajetória temporal média do resultado para o grupo tratado teria sido a mesma que a do grupo de controle (ANGRIST E PISCHKE, 2008). Em outras palavras, assume-se que as diferenças pré-existentes entre os grupos são estáveis ao longo do tempo. Embora este pressuposto não possa ser diretamente testado, sua plausibilidade pode ser investigada ao se analisar e comparar visualmente as tendências dos resultados para ambos os grupos em múltiplos períodos antes da intervenção.

A abordagem DiD pode ser formalizada de duas maneiras complementares. Primeiramente, o estimador pode ser expresso como a diferença da mudança média no resultado para o grupo de tratamento e a mesma mudança para o grupo de controle, conforme a Equação (1). Frequentemente, este estimador é implementado através da regressão de mínimos quadrados ordinários apresentada na Equação (2).

$$\hat{\delta}_{DiD} = \{E[Y_{is}|D_s = 1, P_t = 1] - E[Y_{is}|D_s = 1, P_t = 0]\} - \{E[Y_{is}|D_s = 0, P_t = 1] - E[Y_{is}|D_s = 0, P_t = 0]\} \quad (1)$$

$$Y_{is} = \alpha + \gamma D_s + \lambda P_t + \delta(D_s \times P_t) + \epsilon_{is} \quad (2)$$

Nessas equações, Y_{is} representa a variável de resultado para a unidade i no grupo s, enquanto Ds é uma variável indicadora (*dummy*) que assume valor 1 se a unidade pertence ao grupo de tratamento e 0 caso contrário. De forma análoga, Pt é uma variável indicadora de tempo, com valor 1 para o período pós-tratamento e 0 para o período pré-tratamento. Finalmente, o coeficiente de interação, δ, na Equação (2) captura o estimador $\hat{\delta}_{DiD}$ da Equação (1), representando o efeito causal do tratamento.

A flexibilidade do modelo de regressão DiD permite a inclusão de covariáveis adicionais para aumentar a precisão das estimativas. Contudo, seu sucesso depende criticamente da plausibilidade da hipótese de tendências paralelas, uma condição que, quando violada, pode levar a estimativas viesadas (ANGRIST E PISCHKE, 2008). A

aplicação e inferência estatística deste método, contudo, requer a observação de múltiplas unidades tratadas e de controle, de modo que ele não seria adequado para a avaliação aqui proposta.

3.3 O MÉTODO DE DIFERENÇAS EM DIFERENÇAS SINTÉTICO (SDID)

O Método de Diferenças em Diferenças Sintético (SDID) representa uma evolução que combina os pontos fortes dos métodos tradicionais de Diferenças em Diferenças (DiD) e de Controle Sintético (SCM) (ALVES, 2022; ARKHANGELSKY et al., 2021). Ele visa melhorar a precisão e a robustez das estimativas de efeitos de tratamento em dados em painel, especialmente quando existem dúvidas com relação à adequação da hipótese de tendências paralelas.

A intuição por trás do SDID é que ele também constrói um controle sintético através da ponderação de unidades de controle, de forma semelhante ao SCM. No entanto, o SDID o utiliza dentro de uma estrutura de diferenças em diferenças, que permite a inclusão de efeitos fixos de unidade e de tempo, absorvendo grande parte da variação nos resultados e, consequentemente, reduzindo a variância do estimador (ALVES, 2022; ARKHANGELSKY et al., 2021).

A inovação crucial do SDID é a introdução de uma dupla ponderação. Além de atribuir pesos para as unidades de controle (pesos ω - ômega), o SDID também calcula pesos para os períodos pré-tratamento (pesos λ - lambda). A função de cada tipo de peso é específica e complementar.

Os Pesos de Unidade (ω) são projetados para que a tendência média pré-exposição das unidades não expostas seja aproximadamente paralela à da unidade tratada. Isso enfraquece a dependência de suposições de "tendências paralelas" estritas, que são frequentemente violadas em dados reais (ALVES, 2022; ARKHANGELSKY et al., 2021). Diferentemente do SCM tradicional, o SDID permite um termo de intercepto (ω_0) na otimização dos pesos de unidade, o que significa que o controle sintético e a unidade tratada não precisam ter o mesmo nível, apenas tendências paralelas. Além disso, o SDID inclui uma penalidade L2 nos pesos (ω), incentivando que eles se distribuam mais amplamente entre as unidades de controle e garantindo a unicidade (ALVES, 2022; ARKHANGELSKY et al., 2021).

Os Pesos de Tempo (λ_t) são calculados para balancear os períodos pré-tratamento com os períodos pós-tratamento para as unidades de controle. Isso ajuda a corrigir variações temporais que poderiam contaminar a estimativa do efeito do tratamento e torna a comparação mais robusta ao focar nos períodos pré-intervenção que são mais semelhantes ao período pós-intervenção. Diferentemente dos pesos de unidade, a seleção dos pesos de tempo não inclui nenhum tipo de penalização de regularização. ARKHANGELSKY et al. (2021) justificam esta escolha tanto por motivos teóricos quanto pelas hipóteses levantadas quanto ao comportamento da correlação entre as unidades ao longo do tempo.

O estimador final do SDID é, essencialmente, obtido através de uma regressão de mínimos quadrados ponderados com efeitos fixos bidirecionais (ALVES, 2022; ARKHANGELSKY et al., 2021). Isso significa que ele estima o efeito causal como a diferença da mudança no tempo (pós vs. pré-tratamento) entre o grupo tratado e o seu controle sintético. Os pesos ω e λ são incorporados na função objetivo da regressão (ARKHANGELSKY et al., 2021). As vantagens do SDID incluem sua capacidade de lidar com tendências pré-tratamento possivelmente não paralelas e sua maior precisão em comparação com o DiD e o SCM tradicionais, controlando a variação nos resultados por meio de efeitos fixos de tempo e unidade. Além disso, o SDID apresenta boas propriedades de robustez e permite inferência válida para grandes painéis (ARKHANGELSKY et al., 2021).

Formalmente, o estimador SDID pode ser entendido em dois passos. Primeiramente, o efeito do tratamento ($\hat{\tau}$) é a diferença entre o "resultado ajustado" da unidade tratada ($\hat{\delta}_{tr}$) e a média ponderada dos "resultados ajustados" das unidades de controle ($\hat{\delta}_i$) com pesos $\omega_i \geq 0$, tais que $\sum_{i=1}^{N_{co}} \omega_i = 1$, onde N_{co} é o número de unidades de controle. (ARKHANGELSKY et al., 2021):

$$\hat{\tau} = \delta_{tr} - \sum_{i=1}^{N_{co}} \widehat{\omega}_i \, \widehat{\delta}_i \qquad (3)$$

Em segundo lugar, este "resultado ajustado" ($\hat{\delta}_i$), para qualquer unidade, é definido como a diferença entre a média do resultado no período pós-tratamento e a

média ponderada pelos pesos de tempo λ dos resultados no período pré-tratamento (ARKHANGELSKY et al., 2021):

$$\hat{\delta}_i = \frac{1}{T_{post}} \sum_{t=T_{pre}+1}^{T} Y_{it} - \sum_{t=1}^{T_{pre}} \hat{\lambda}_t \, Y_{it} \tag{4}$$

Onde T_{pre} é o número de períodos pré-tratamento, T_{post} o de períodos pós-tratamento e Y_{it} é o valor da variável de interesse da unidade i no período t. Para a unidade tratada, que chamaremos daqui para frente de $i = 1$, o "resultado ajustado" é:

$$\hat{\delta}_{tr} = \left(\frac{1}{T_{post}} \sum_{t=T_{pre}+1}^{T} Y_{1t} - \sum_{t=1}^{T_{pre}} \hat{\lambda}_t Y_{1t} \right). \tag{5}$$

Para as unidades de controle ($i \in \{2, \ldots, N\}$), a média ponderada dos "resultados ajustados" é:

$$\sum_{i=2}^{N} \widehat{\omega}_i \, \widehat{\delta}_i = \sum_{i=2}^{N} \widehat{\omega}_i \left(\frac{1}{T_{post}} \sum_{t=T_{pre}+1}^{T} Y_{it} - \sum_{t=1}^{T_{pre}} \hat{\lambda}_t Y_{it} \right) \tag{6}$$

A combinação destes dois componentes resulta na expressão completa do estimador SDID para o Efeito Médio do Tratamento sobre os Tratados (ATT):

$$\hat{\tau}_{sdid} = \left(\bar{Y}_{1,post} - \sum_{t=1}^{T_{pre}} \hat{\lambda}_t Y_{1t} \right) - \sum_{i=2}^{N} \widehat{\omega}_i \left(\bar{Y}_{i,post} - \sum_{t=1}^{T_{pre}} \hat{\lambda}_t Y_{it} \right) \tag{7}$$

Onde $\bar{Y}_{i,post}$ é a média simples do resultado para o grupo i ($i = 1$ para o tratado, $i \geq 2$ para os controles) no período pós-tratamento, Y_{it} é o resultado no tempo t, e $\hat{\omega}_i$ e $\hat{\lambda}_t$ são os pesos estimados de unidade e de tempo, respectivamente.

A versatilidade e a robustez do estimador SDID levaram à sua rápida adoção em diversas áreas da pesquisa empírica. Em estudos ambientais de larga escala, por exemplo, o método foi utilizado para avaliar a eficácia temporal de mais de 160.000 áreas protegidas em todo o mundo no combate à perda de habitat, concluindo que, embora eficazes para conter a expansão urbana, seu desempenho em frear o desmatamento e a conversão agrícola foi misto (LI et al., 2024). No campo da economia dos transportes, o SDID foi empregado para analisar o impacto regional da expansão da malha de trens de alta velocidade na China, revelando que os efeitos positivos sobre a eficiência do desenvolvimento verde foram mais pronunciados em escala regional do que o impacto observado em cidades individuais (LING et al., 2024).

3.4 ANÁLISE DE ROBUSTEZ: MODELOS EM ESCALA LOGARÍTMICA E DE RESÍDUOS (TWFE)

Dado o comportamento exponencial da frota de carros elétricos no período analisado, implementamos duas formulações adicionais para o modelo estudado. A primeira delas substitui a variável de interesse pelo logaritmo natural da frota de carros (elétricos, eletrificados ou a combustão), linearizando seu comportamento. Neste sentido, o impacto causado pela política pode ser entendido como

$$\ln Y_{tr,post} = \ln \hat{Y}_{co,post} + \hat{\tau} \tag{8}$$

Em que $\ln Y_{tr,post}$ é o logaritmo natural da frota observada após o tratamento, $\hat{Y}_{co,post}$ é o contrafactual estimado pelo SDID e $\hat{\tau}$ é o efeito da isenção. Reescrevendo, encontramos que

$$e^{\hat{\tau}} = \frac{Y_{tr,post}}{\widehat{Y_{co,post}}}. \tag{9}$$

Ou seja, sob a escala logarítmica, o efeito de crescimento percentual causado pela política pode ser obtido através do exponencial natural do coeficiente estimado.

Para reforçar a validade da estimativa causal, a terceira especificação do modelo SDID é aplicada sobre os resíduos de uma regressão de *two-way fixed effects* (TWFE). Modelos TWFE, em sua forma canônica, são amplamente utilizados para estimar efeitos causais, mas sua validade depende de pressupostos fortes, como a homogeneidade dos efeitos do tratamento entre unidades e ao longo do tempo ((IMAI; KIM, 2019); (GOODMAN-BACON, 2021)).

Uma violação crítica desses pressupostos ocorre na presença de características que variam no tempo e estão correlacionadas à variável de interesse (*time-varying confounders*), podendo enviesar as estimativas (IMAI; KIM, 2019). No contexto deste estudo, a crescente influência da renda e da escolaridade para a aquisição de veículos elétricos ao longo do tempo representa um potencial efeito deste tipo. Para endereçar essa questão, este estudo emprega um modelo TWFE não para estimar o parâmetro causal diretamente, mas para gerar resíduos que são "limpos" da influência desses fatores socioeconômicos. A regressão é especificada como:

$$veículos/100k_{it} = \alpha_i + \delta_t + \beta_t(Renda_i) + \gamma_t(Escolaridade_i) + \epsilon_{it} \qquad (10)$$

Onde α_i representa os efeitos fixos de unidade, que controlam para toda a heterogeneidade não observada que é constante no tempo para cada capital (STEVENSON; WOLFERS, 2006 e IMAI; KIM, 2019); δ_t representa os efeitos fixos de tempo, que capturam choques macroeconômicos e tendências comuns a todas as unidades em cada período (STEVENSON; WOLFERS, 2006); β_t e γ_t são os coeficientes, específicos para cada período, para o efeito da renda e da escolaridade sobre a frota de veículos por 100 mil habitantes. Esta especificação relaxa o pressuposto de efeitos aditivos lineares e constantes (IMAI; KIM, 2019), reconhecendo que o impacto desses fatores pode evoluir ao longo do tempo.

Os resíduos desta regressão, ϵ_{it}, representam a variação na frota de veículos que não é explicada pelas características fixas de cada capital, pelas tendências comuns de tempo ou pela evolução da influência da renda e escolaridade. A aplicação do método SDID sobre esses resíduos serve, portanto, como um teste de robustez contra a presença de confundidores variáveis no tempo.

3.5 INFERÊNCIA ESTATÍSTICA E O MÉTODO PLACEBO

A inferência estatística sobre o efeito estimado é realizada através de uma extensão dos estudos de placebo, com o objetivo de produzir inferência na condição em que apenas uma unidade tratada é observada. A lógica é análoga à estrutura clássica de inferência por permutação, na qual a distribuição de uma estatística de teste é calculada a partir de permutações aleatórias da atribuição das unidades da amostra aos grupos de tratamento e controle (ABADIE; DIAMOND; HAINMUELLER, 2010).

Para o cálculo do erro padrão do estimador SDID, este estudo utiliza o método placebo implementado no pacote *synthdid* (ARKHANGELSKY, 2025), que é motivado por avaliações de placebo em cenários com uma única unidade tratada (ARKHANGELSKY et al., 2021). O procedimento, consiste em um processo iterativo: em cada iteração, uma amostra das unidades de controle é selecionada para "receber o placebo", e um efeito de tratamento placebo ($\hat{\tau}^{(b)}$) é calculado para este grupo simulado. A variância do estimador final ($\hat{V}_{placebo}$) é então definida como a variância da distribuição desses múltiplos efeitos placebo calculados (ARKHANGELSKY et al., 2021), formalmente:

$$\hat{V}_{placebo} = \frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B}\left(\hat{\tau}^{(b)} - \frac{1}{B}\sum_{b'=1}^{B}\hat{\tau}^{(b')}\right)^2 \tag{11}$$

Onde B é o número de iterações (placebos) e $\hat{\tau}^{(b)}$ é o efeito placebo estimado em cada iteração. Uma característica deste método é a sua natureza estocástica; por depender da amostragem aleatória das unidades de controle em cada iteração, pequenas variações no erro padrão e no p-valor podem ocorrer entre diferentes execuções do código.

3.6 DADOS

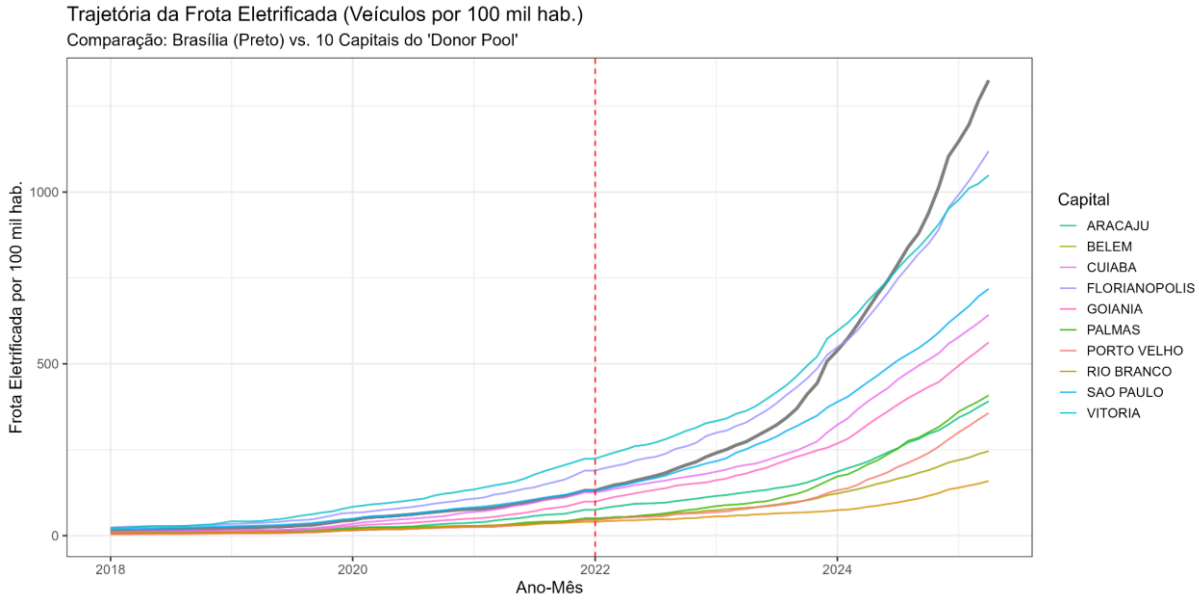
Os dados utilizados neste estudo foram extraídos dos registros mensais de frota de veículos da Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN[3]), compilados em um painel de dados para as 27 capitais brasileiras. A análise abrange o período de janeiro de 2018 a abril de 2025. A intervenção analisada é a Lei nº 7.028/2021 do Distrito Federal, que concedeu isenção de IPVA para veículos elétricos e híbridos a partir de 1º de janeiro de 2022. A variável de resultado primária é a frota de veículos (elétricos, eletrificados ou a combustão) por 100 mil habitantes[4]. O grupo de controle (*donor pool*), conforme justificado na seção 2.4, é composto pelas 10 capitais de estados que não implementaram políticas de incentivo similares durante o período analisado.

Para ilustrar a dinâmica dos dados e a heterogeneidade entre as unidades de análise, o Gráfico 2 apresenta a trajetória da frota de veículos eletrificados por 100 mil habitantes para Brasília e para as 10 capitais que compõem o "donor pool".

[3] Os dados brutos da frota de veículos por município e combustível são disponibilizados publicamente pela Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN) em sua página de estatísticas. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/estatisticas-frota-de-veiculos-senatran. Acesso em: 15 ago. 2025.

[4] Os dados socioeconômicos utilizados como variáveis de controle na análise de robustez e para a normalização da frota foram extraídos de publicações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Especificamente, a população residente por município provém do Censo Demográfico 2022 (Tabela Sidra 4714); a renda domiciliar per capita por Unidade da Federação, da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua (Tabela Sidra 7531); e a proporção de pessoas com ensino superior completo, do Censo Demográfico 2022 (Tabela Sidra 10061).

Gráfico 2 — Trajetória da Frota Eletrificada (Veículos por 100 mil hab.)



Fonte: Elaboração própria.

O gráfico revela duas dinâmicas cruciais que fundamentam a escolha metodológica deste trabalho. Primeiro, a trajetória de Brasília (linha preta) não se diferenciava das unidades de controle antes do período de tratamento em janeiro de 2022. Segundo, há uma heterogeneidade considerável entre as unidades de controle, garantindo a diversidade do "donor pool" (linhas coloridas), necessária para um bom ajuste.

Para complementar a análise descritiva, a Tabela 2 compara as principais covariáveis de Brasília com a média das 10 unidades do "donor pool".

Tabela 2 — Estatísticas Descritivas: Brasília vs. Média do "Donor Pool"

Variável	Brasília (DF)	Controle (Donor Pool)
N	1	10
População (Média 2022)	2.817.381,00	1.743.436,40
Renda per capita (Média 2024)	R$ 3.276,00	R$ 1.896,10
Proporção Ens. Superior (Média 2022)	33,16%	27,40%
Frota Eletrif. T4/2021 (Média por 100 mil hab.)	123,3415005	96,62744796

Fonte: Elaboração própria

A tabela demonstra que Brasília não é apenas diferente em sua trajetória de frota, mas também em suas características socioeconômicas estruturais. A capital federal apresenta uma renda per capita e uma proporção de população com ensino superior significativamente mais altas que a média do grupo de controle. Além disso, a própria frota de veículos eletrificados no final de 2021 (T4/2021) já era substancialmente maior em Brasília. Essas diferenças de nível observáveis reforçam a necessidade de uma metodologia que controle por essas características pré-existentes ao estimar o impacto causal da política.

4 **RESULTADOS**

Este capítulo apresenta os resultados empíricos da análise de impacto da política de isenção de IPVA para veículos elétricos e híbridos no Distrito Federal. A apresentação está dividida em duas seções principais, correspondentes aos métodos econométricos empregados: Controle Sintético (SCM) e Diferenças em Diferenças Sintético (SDID).

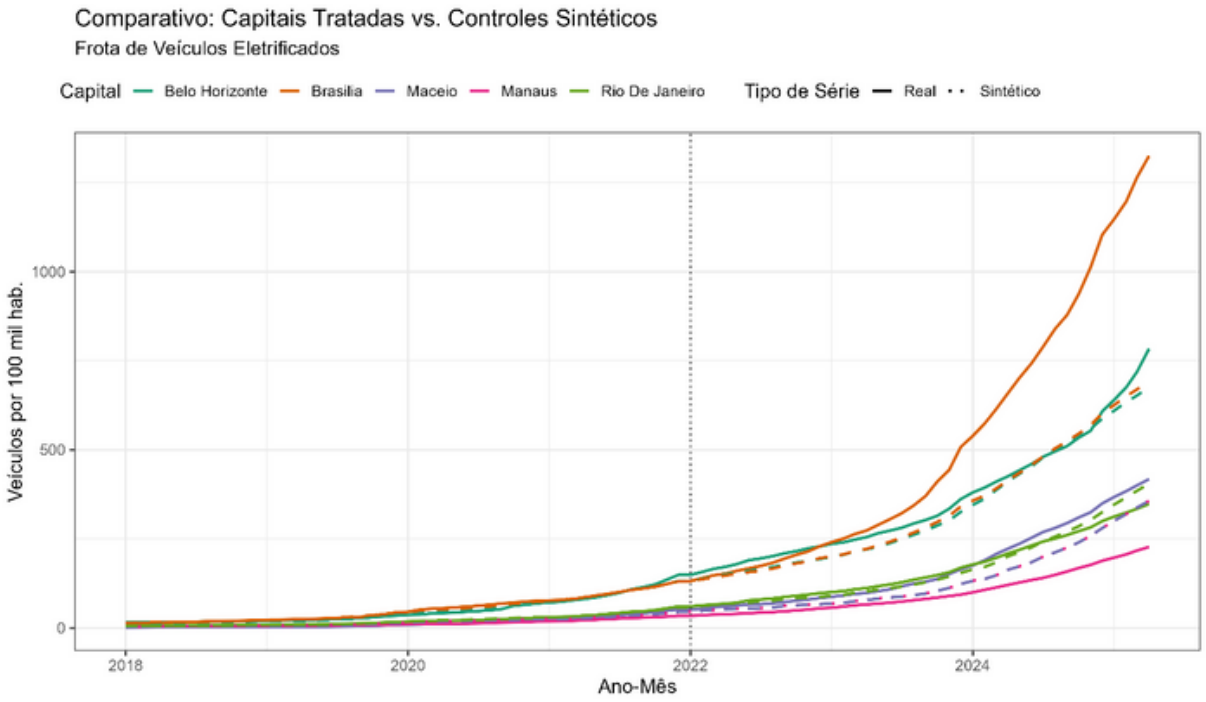
4.1 RESULTADOS DO MÉTODO DE CONTROLE SINTÉTICO (SCM)

Esta seção apresenta os resultados obtidos com o método de Controle Sintético (SCM) tradicional, conforme implementado pelo pacote *Synth* (HAINMUELLER et al., 2011). A abordagem visual do SCM permite avaliar individualmente a trajetória de cada capital tratada em relação ao seu contrafactual sintético específico, construído a partir de uma combinação ponderada das mesmas dez capitais doadoras utilizadas na análise principal.

4.1.1 **Análise Gráfica Comparativa**

O Gráfico 3 apresenta o comparativo entre as trajetórias reais (linhas contínuas) e sintéticas (linhas tracejadas) para as capitais do grupo "Eletrificados" que implementaram políticas de incentivo. Visualmente, a maioria das unidades tratadas exibe um descolamento positivo de seu contrafactual após o início de 2022. O efeito é particularmente pronunciado para Brasília, onde, de forma consistente com a análise de SDID que será apresentada abaixo, a divergência se acelera a partir de meados de 2023. Belo Horizonte e Maceió também apresentam um aumento na frota em comparação com suas projeções sintéticas. Para Manaus e o Rio de Janeiro, não se observa um descolamento positivo claro, com suas trajetórias permanecendo muito próximas às de seus contrafactuais sintéticos.

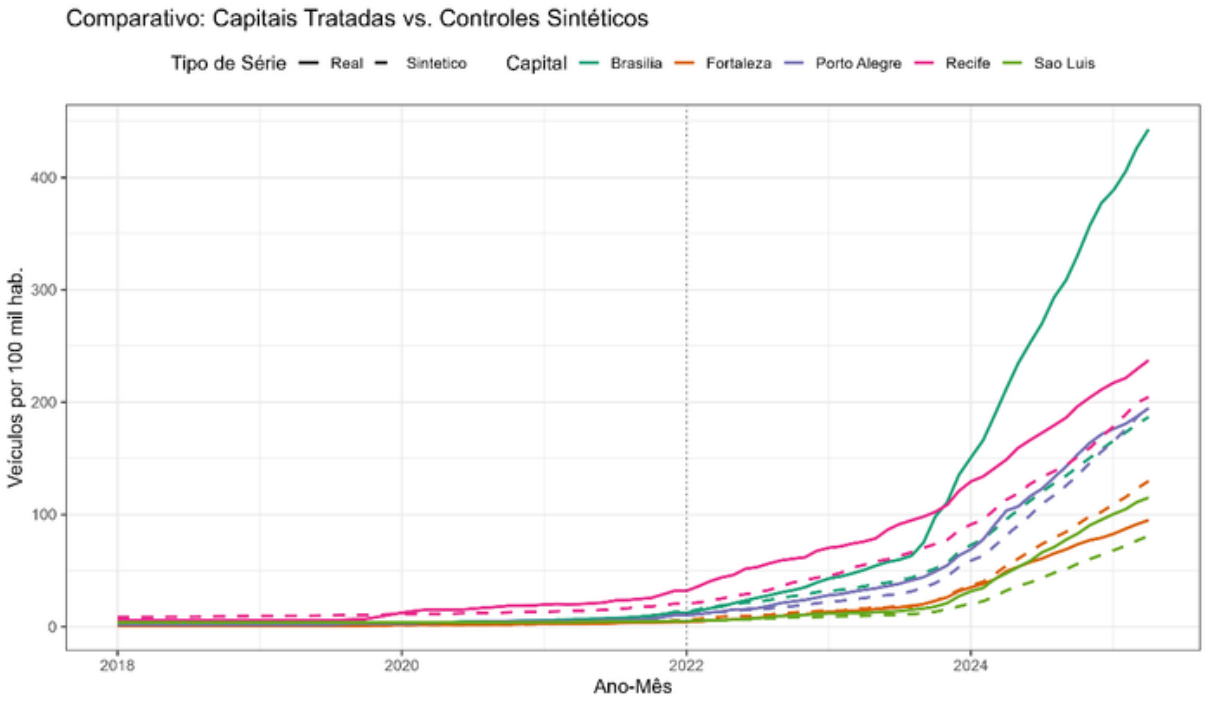
Gráfico 3 — SCM Comparativo dos Eletrificados



Nota: Os controles foram construídos com a data de tratamento do DF, marcada com a reta vertical tracejada. O "donor pool" (grupo de controle), para todas as capitais tratadas apresentadas, é composto pelas 10 capitais de estados sem políticas de incentivo similares no período: São Paulo (SP), Rio Branco (AC), Vitória (ES), Goiânia (GO), Cuiabá (MT), Belém (PA), Porto Velho (RO), Florianópolis (SC), Aracaju (SE) e Palmas (TO). Fonte: Elaboração própria.

Já o Gráfico 4 replica a análise para o grupo de veículos puramente "Elétricos". Os resultados, neste caso, mostram-se mais heterogêneos entre as capitais. O efeito em Brasília se destaca novamente pela magnitude e pela aceleração acentuada a partir de meados de 2023, e a capital Recife também demonstra um descolamento positivo, expressivo e sustentado em relação ao seu controle sintético. As demais capitais, no entanto, apresentam dinâmicas distintas. Porto Alegre exibe um efeito positivo durante a maior parte do período pós-tratamento, mas sua trajetória real converge com a do controle sintético ao final de 2024, sugerindo uma dissipação do efeito. Já Fortaleza apresenta uma trajetória real consistentemente abaixo da projetada por seu contrafactual, indicando um efeito nulo ou negativo para esta capital na análise SCM.

Gráfico 4 — SCM Comparativo dos Elétricos



Nota: As projeções sintéticas seguiram o mesmo padrão descrito no Gráfico 3. Fonte: Elaboração própria.

A análise comparativa sugere que o efeito positivo da política não é um fenômeno exclusivo do Distrito Federal, embora sua magnitude varie entre as capitais. Para avaliar a significância estatística desses desvios, a próxima seção apresenta os testes de placebo.

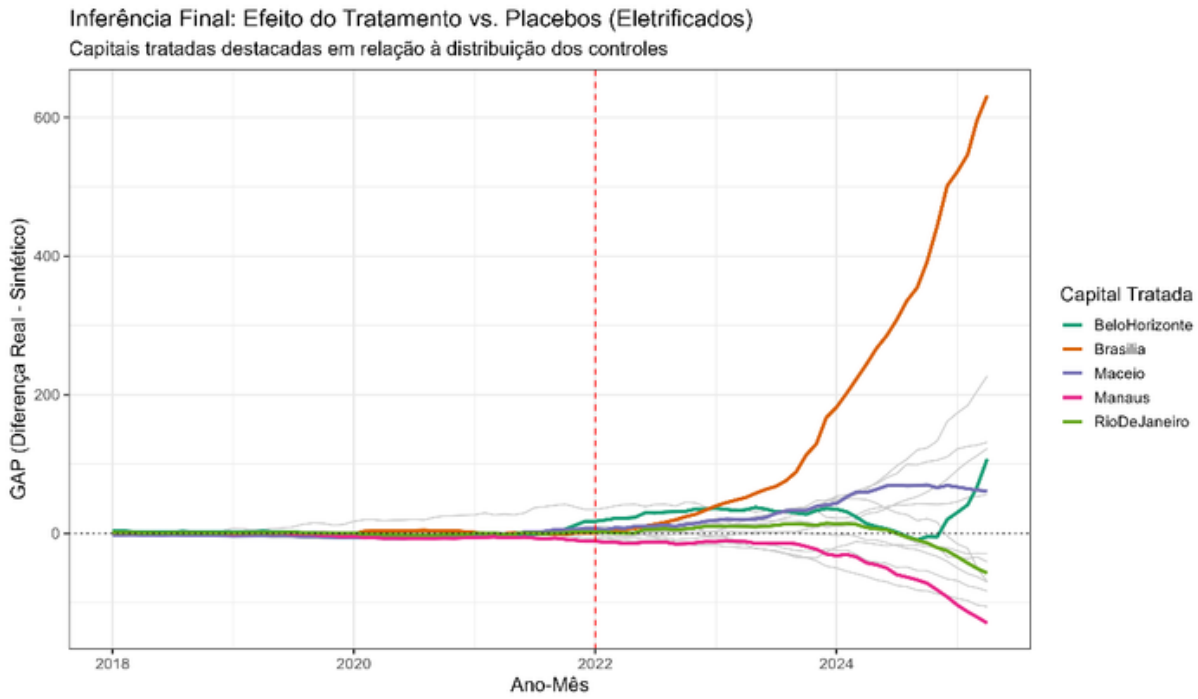
4.1.2 **Testes de Placebo:**

Para avaliar a significância dos desvios observados na análise SCM, o "gap" (diferença entre a série real e a sintética) de cada unidade tratada é comparado com a distribuição de todos os "gaps" das unidades de controle, que são usadas como placebos. Se o gap de uma unidade tratada for um outlier em relação à distribuição dos placebos, há evidência de um efeito significante.

O Gráfico 5 apresenta este teste para o grupo de "Eletrificados". As linhas coloridas representam os gaps das capitais tratadas, enquanto as linhas cinzas representam a distribuição dos gaps para as unidades de controle. O gap do Distrito Federal (Brasília) destaca-se como um outlier extremo e positivo, superando

largamente a distribuição de todos os placebos, principalmente a partir de meados de 2023. Os gaps de Maceió e de Belo Horizonte também se posicionam na extremidade superior da distribuição, enquanto os de Rio de Janeiro e Manaus permanecem dentro do intervalo da maioria dos placebos.

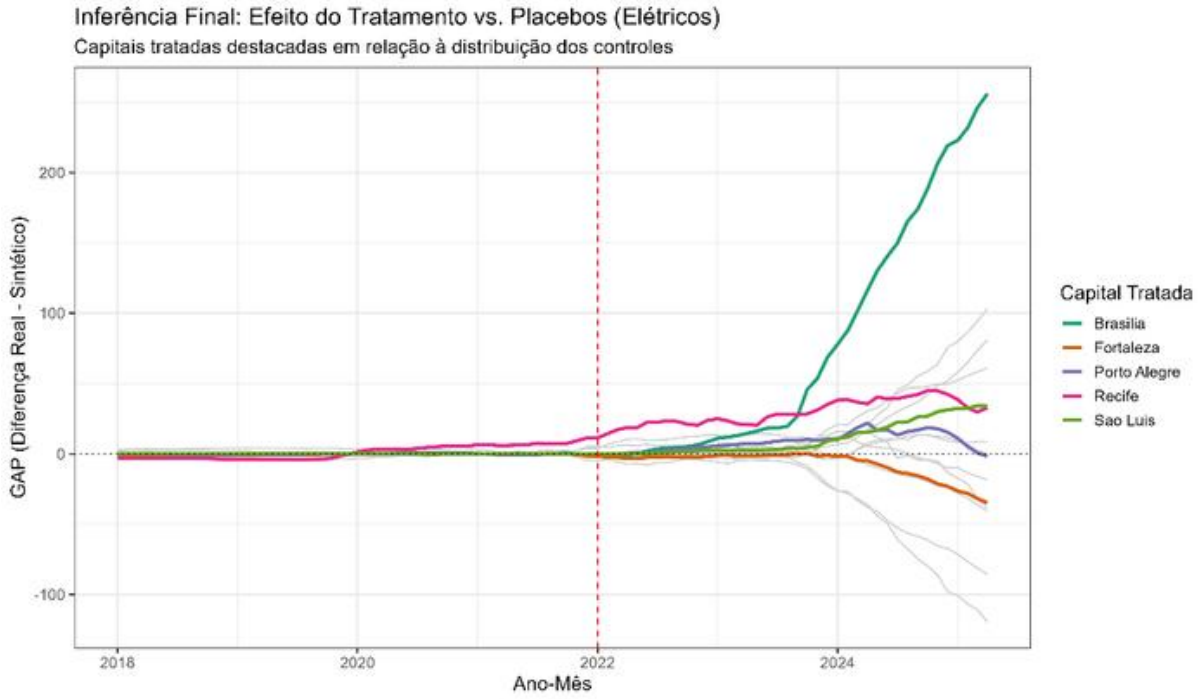
Gráfico 5 — Teste de Placebo: Gaps do Efeito do Tratamento para o grupo 'Eletrificados'



Fonte: Elaboração própria.

O mesmo exercício é replicado para a frota de "Elétricos" no Gráfico 6. Novamente, o gap de Brasília emerge como um outlier positivo proeminente em relação à nuvem de placebos. O gap de Recife também se descola e se torna um outlier positivo, convergindo com São Luís ao final de 2024. O gap de Porto Alegre permanece em grande parte no quadrante positivo da distribuição dos placebos, enquanto o de Fortaleza se posiciona na extremidade inferior.

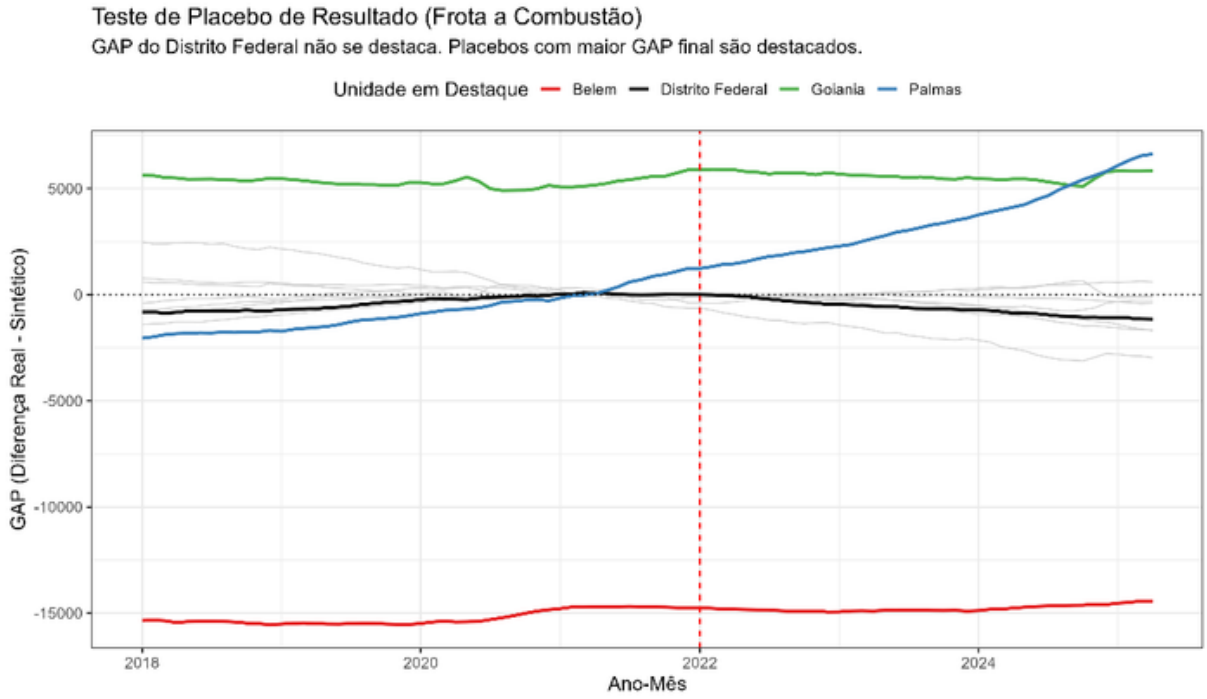
Gráfico 6 — Teste de Placebo: Gaps do Efeito do Tratamento para o grupo 'Elétricos'



Nota: As projeções sintéticas seguiram o mesmo padrão descrito no Gráfico 3 e as para as capitais que compõem o grupo de controle estão em cinza. Fonte: Elaboração própria.

Finalmente, o Gráfico 7 apresenta o teste de placebo de resultado para a frota a "Combustão". Neste caso, o gap do Distrito Federal (linha preta) permanece inteiramente contido dentro da distribuição dos gaps das demais unidades. A sua trajetória não se distingue da variação observada nos controles, com diversas capitais apresentando gaps de magnitude superior. Este resultado visual confirma a ausência de um efeito significante da política sobre a frota a combustão, reforçando a validade do modelo.

Gráfico 7 — Teste de Placebo de Resultado para a Frota a Combustão



Nota: As projeções sintéticas seguiram o mesmo padrão descrito no Gráfico 3. Fonte: Elaboração própria.

4.2 RESULTADOS DO MÉTODO DE DIFERENÇAS EM DIFERENÇAS SINTÉTICO (SDID)

A análise principal foi conduzida utilizando o estimador SDID. Foram estimados os efeitos da política para três grupos distintos de veículos — "Eletrificados" (híbridos e elétricos), "Elétricos" (apenas 100% elétricos) e "Combustão" (placebo) — sob três especificações de modelo distintas para garantir a robustez dos achados. A primeira, "Padrão", utiliza como variável de resultado a frota por 100 mil habitantes. As outras duas são testes de robustez: "Log", que aplica o modelo sobre o logaritmo da variável de resultado, e "Resíduos", que o aplica sobre os resíduos de uma regressão de efeitos fixos bidirecionais (TWFE) com variáveis socioeconômicas (escolaridade e renda) para controlar possíveis efeitos que variam no tempo.

4.2.1 **ANÁLISE GRÁFICA DAS TRAJETÓRIAS:**

A análise gráfica permite visualizar a dinâmica do impacto estimado na Tabela 3. Os gráficos a seguir ilustram a trajetória da variável de resultado para o Distrito Federal (a unidade tratada) em comparação com a trajetória de seu controle sintético, construído a partir da combinação ponderada das capitais doadoras.

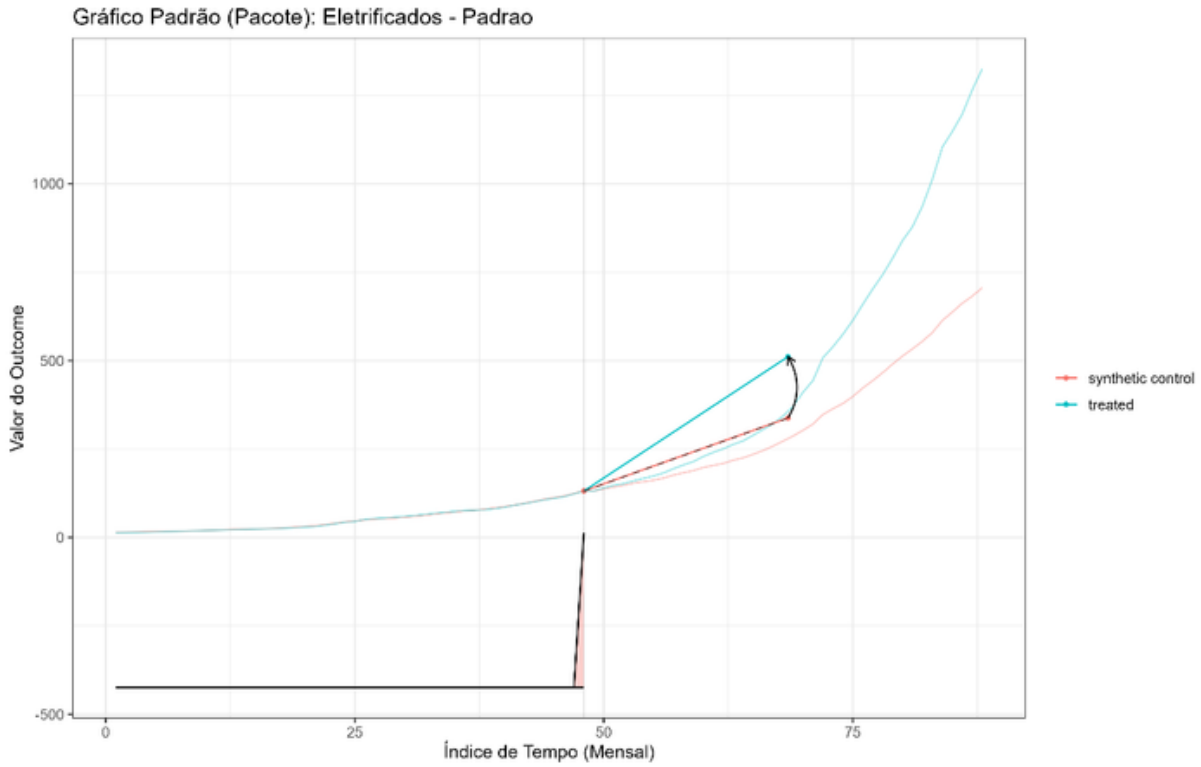
4.2.1.1 Gráficos da frota Eletrificada

O Gráfico 8 exibe o resultado para o modelo principal do grupo "Eletrificados". A linha preta, na parte de baixo do gráfico, indica a distribuição dos pesos temporais. Em todas as implementações, este peso recai quase que exclusivamente sobre o último período pré-tratamento.

No período pré-tratamento (de 2018 a 2021), a trajetória do controle sintético (em vermelho) acompanha de perto a trajetória real de Brasília (em azul), indicando um bom ajuste do modelo e validando a premissa de que o contrafactual é apropriado. Cerca de um ano e seis após a intervenção no início de 2022, em meados de 2023, nota-se um descolamento visual claro e crescente: a linha que representa o Distrito Federal passa a ter uma inclinação acentuadamente maior, distanciando-se da trajetória projetada na ausência da política. Essa diferença visual entre as curvas no período pós-tratamento representa o efeito causal da isenção de IPVA estimado pelo modelo.

É possível perceber que esta aceleração do crescimento da frota também está refletida no controle sintético, indicando que ela afeta também as capitais não tratadas, mas em intensidade significativamente menor.

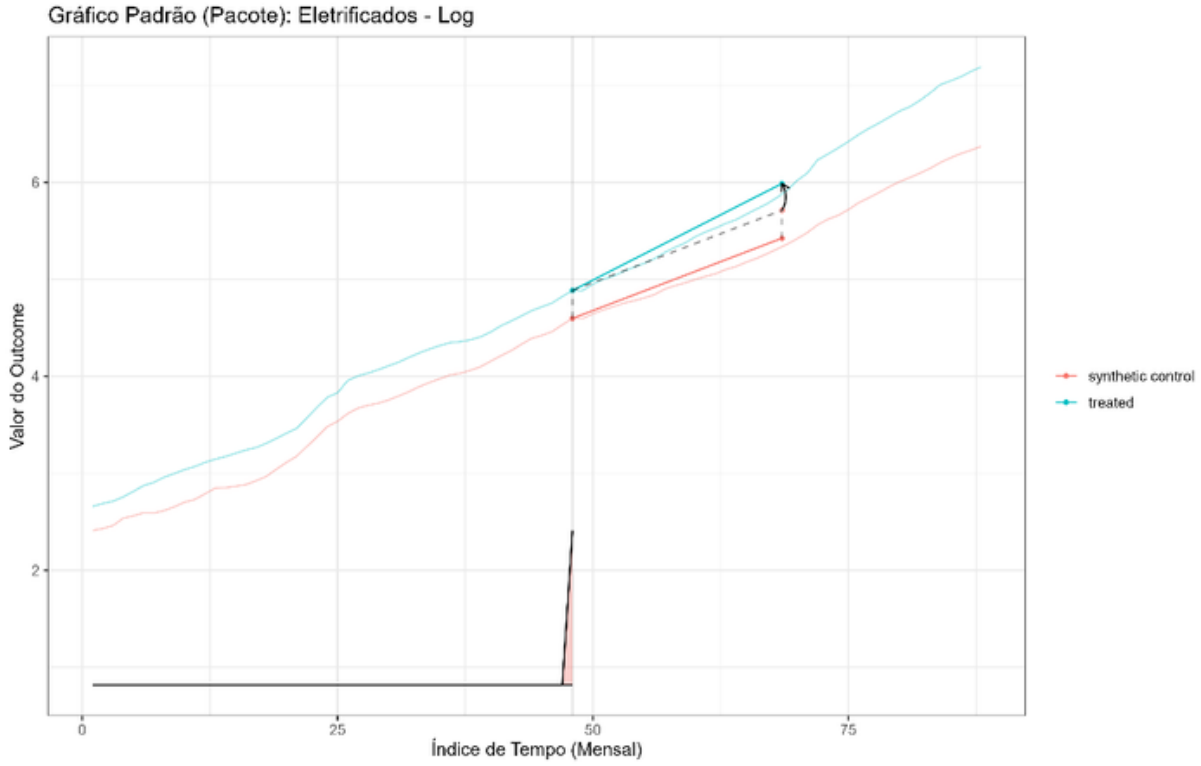
Gráfico 8 — SDID Eletrificados utilizando a frota Padrão



Fonte: Elaboração própria.

Os Gráficos 9 e 10 apresentam os resultados para os testes de robustez. No Gráfico 8, que utiliza o logaritmo da frota como variável de resultado, o mesmo padrão de descolamento positivo um ano e seis meses após a intervenção em 2022 é observado, confirmando que o efeito se mantém mesmo após a transformação da variável para suavizar o crescimento exponencial.

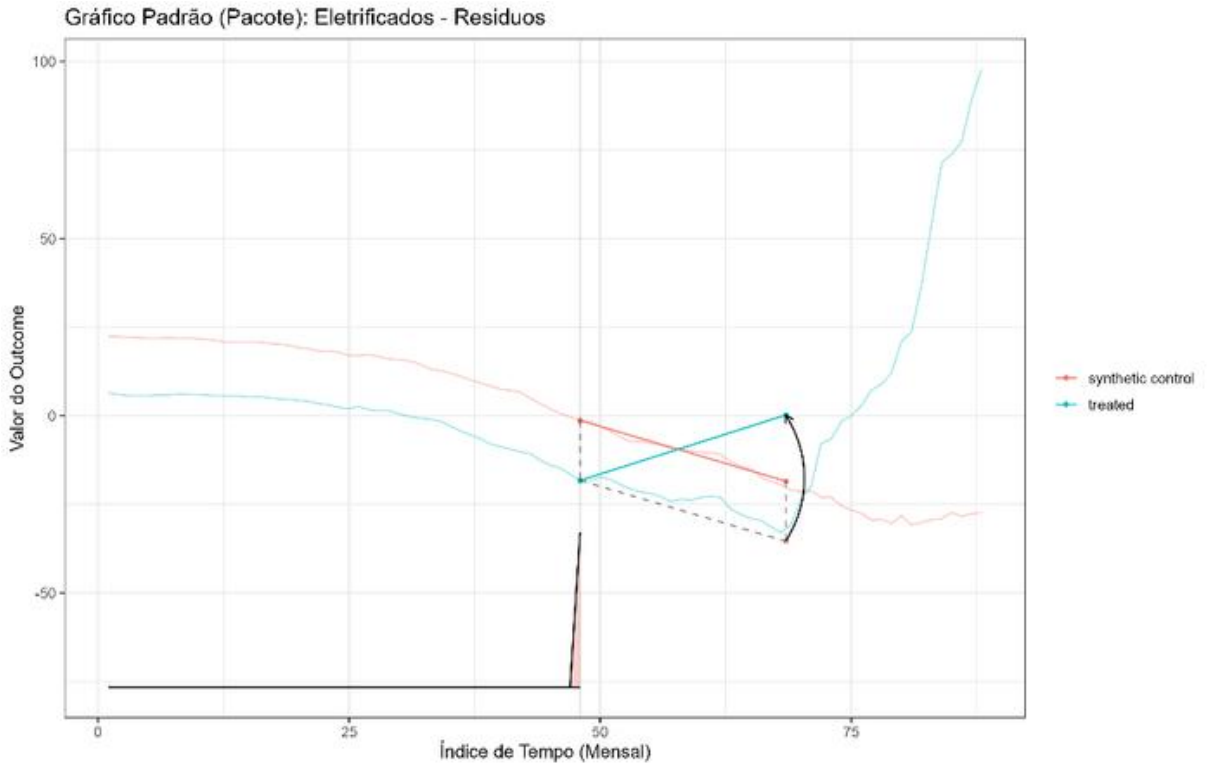
Gráfico 9 — SDID Eletrificados utilizando a frota Logarítmica



Fonte: Elaboração própria.

O Gráfico 10, por sua vez, exibe a análise sobre os resíduos da regressão de efeitos fixos com variáveis socioeconômicas. As trajetórias, que representam a variação da frota não explicada por fatores socioeconômicos, mantêm-se próximas de zero e uma da outra antes da intervenção. Um ano e seis meses após o início de 2022, a trajetória dos resíduos de Brasília torna-se consistentemente positiva, enquanto a do controle sintético permanece em patamar inferior. Esta é uma forte evidência visual de que o efeito da política é robusto e não é meramente um artefato de mudanças na influência da renda ou da escolaridade ao longo do tempo. Pode-se perceber ainda, que o contrafactual construído para os resíduos pelo SDID parece seguir de forma muito próxima o comportamento efetivamente observado de Brasília até meados de 2023, quando as tendências divergem dramaticamente.

Gráfico 10 — SDID Eletrificados dos Resíduos



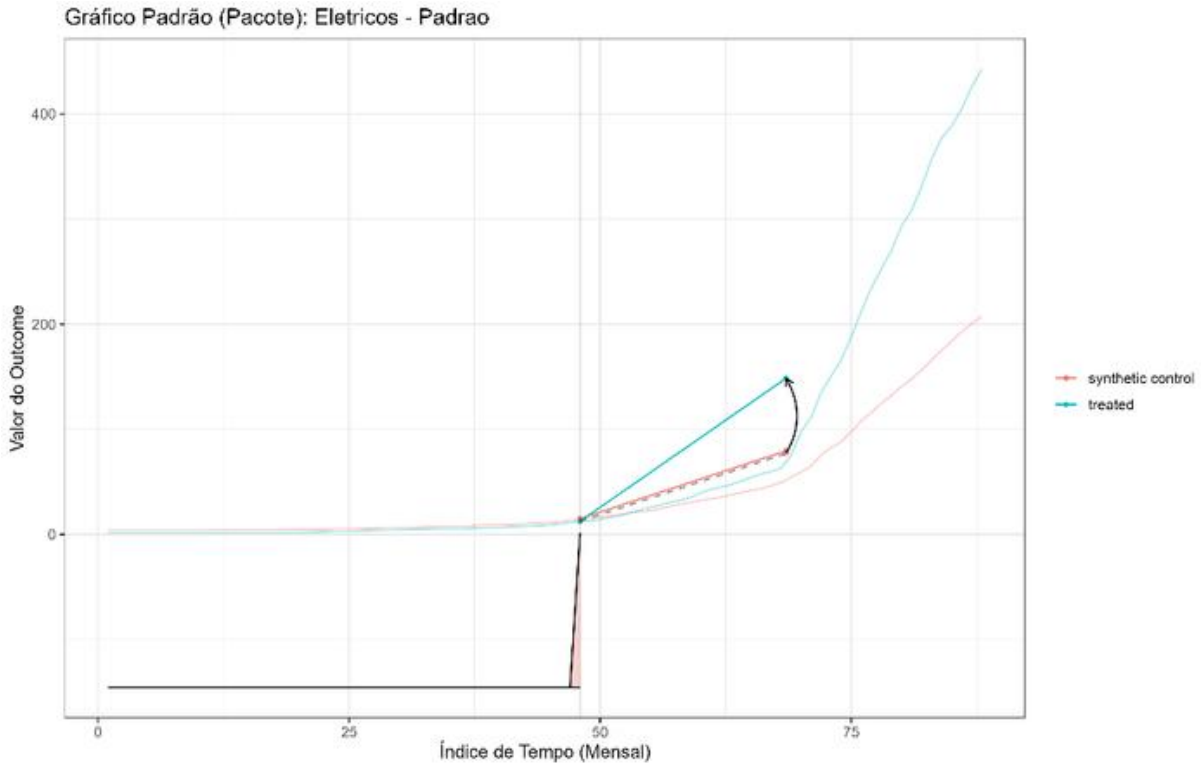
Fonte: Elaboração própria.

Em suma, a evidência visual para o grupo "Eletrificados" é consistente entre as três especificações e corrobora os achados numéricos, apontando para um impacto positivo, crescente e estatisticamente robusto da política de isenção de IPVA.

4.2.1.2 Gráficos da frota Elétrica

De forma análoga, a análise visual para a frota de veículos puramente elétricos reforça os achados numéricos. O Gráfico 11 apresenta o resultado do modelo padrão. Novamente, a aderência entre a trajetória real de Brasília e seu contrafactual sintético no período pré-tratamento é notável. Após a implementação da política em janeiro de 2022, a frota do Distrito Federal apresenta um crescimento modesto e similar ao do seu controle sintético por aproximadamente dezoito meses. Em meados de 2023 a trajetória real inicia um crescimento acelerado, descolando-se de forma acentuada e inequívoca do que seria esperado na ausência da política.

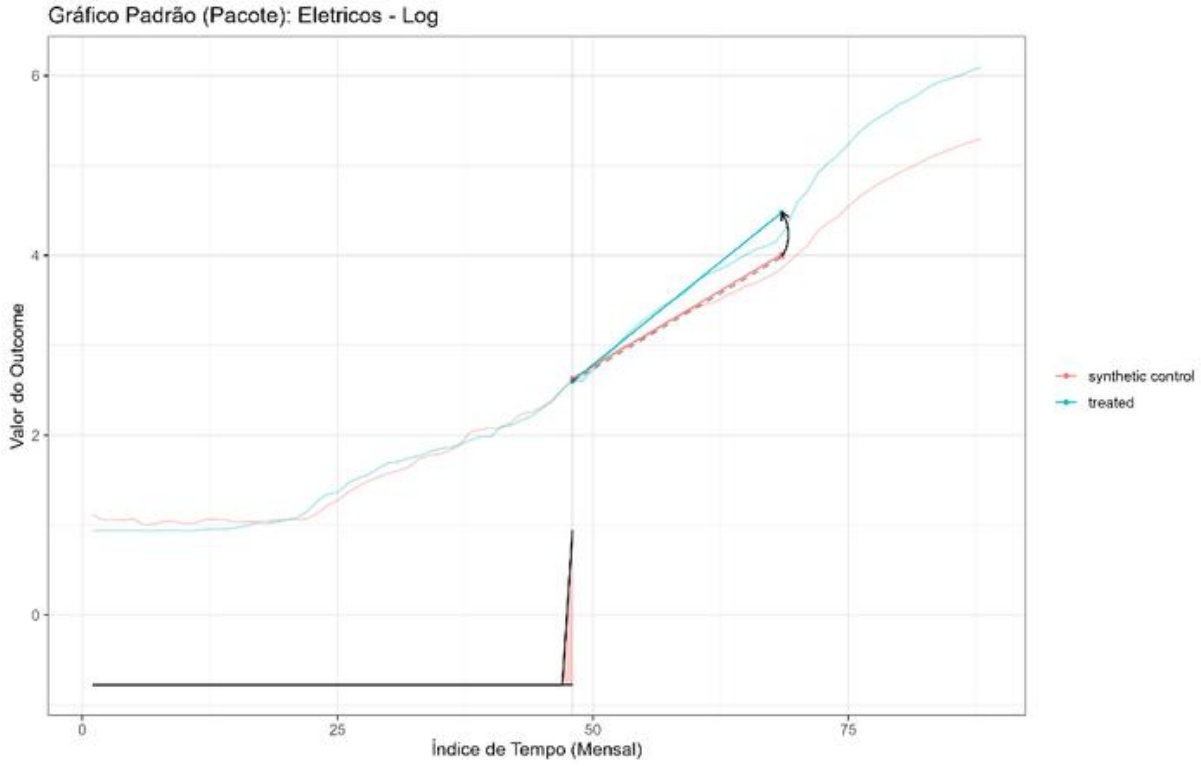
Gráfico 11 — SDID Elétricos utilizando a frota Padrão



Fonte: Elaboração própria.

Os testes de robustez, apresentados nos Gráficos 12 e 13, confirmam este padrão temporal do efeito. A análise com a variável em logaritmo (Gráfico 12) demonstra que, mesmo com a escala suavizada, o distanciamento entre as séries se torna mais pronunciado a partir de meados de 2023.

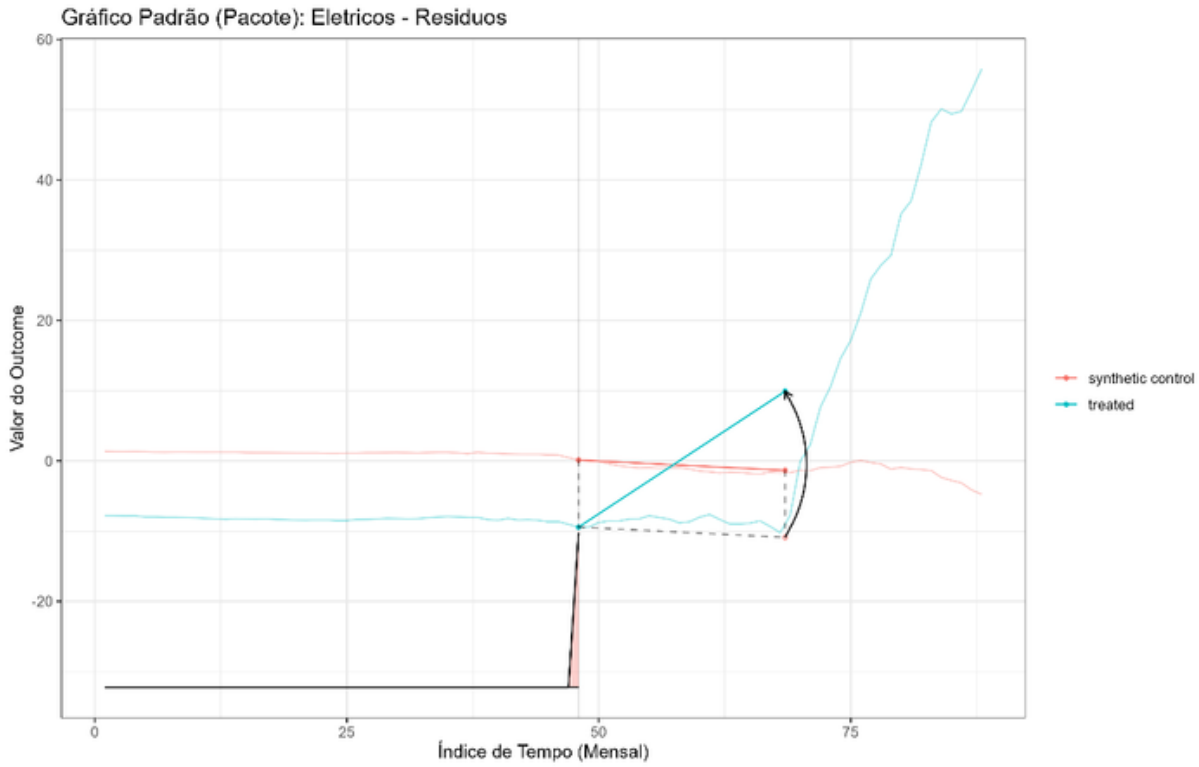
Gráfico 12 — SDID Elétricos utilizando a frota em escala logarítmica



Fonte: Elaboração própria.

O Gráfico 13, que analisa os resíduos da regressão TWFE, é particularmente elucidativo. Ele mostra que, mesmo após controlar para a influência de fatores socioeconômicos, os resíduos de Brasília permanecem próximos de zero e de seu contrafactual durante o primeiro ano e meio pós-intervenção. A partir de meados de 2023, contudo, a trajetória dos resíduos para a unidade tratada ascende de forma acentuada, indicando um efeito positivo e robusto da política que não é explicado por outros fatores observáveis.

Gráfico 13 — SDID Elétrico dos Resíduos



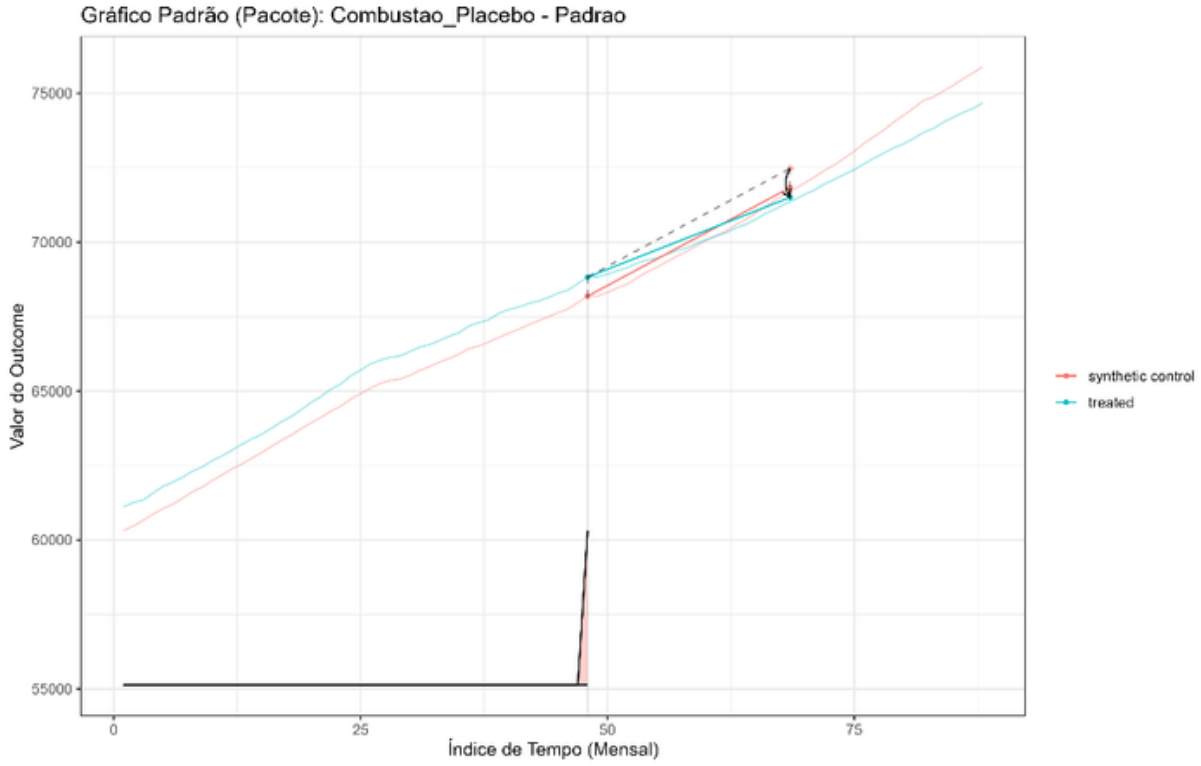
Fonte: Elaboração própria.

4.2.1.3 Gráficos do Teste de Placebo (Frota a Combustão)

Por fim, a análise visual do teste de placebo é apresentada para verificar se a política de isenção de IPVA gerou algum efeito espúrio na frota de veículos a combustão, um grupo que, em teoria, não deveria ser afetado.

O Gráfico 14 exibe a trajetória da frota a combustão para o Distrito Federal e seu respectivo controle sintético. A aderência entre as duas séries no período pré-tratamento é novamente precisa. De forma crucial, e em contraste direto com os resultados para os veículos eletrificados, não se observa qualquer descolamento sistemático ou visualmente discernível entre as trajetórias após a intervenção em janeiro de 2022. Ambas as linhas continuam a seguir tendências paralelas ao longo de todo o período pós-tratamento, indicando a ausência de um impacto causal da política sobre este grupo.

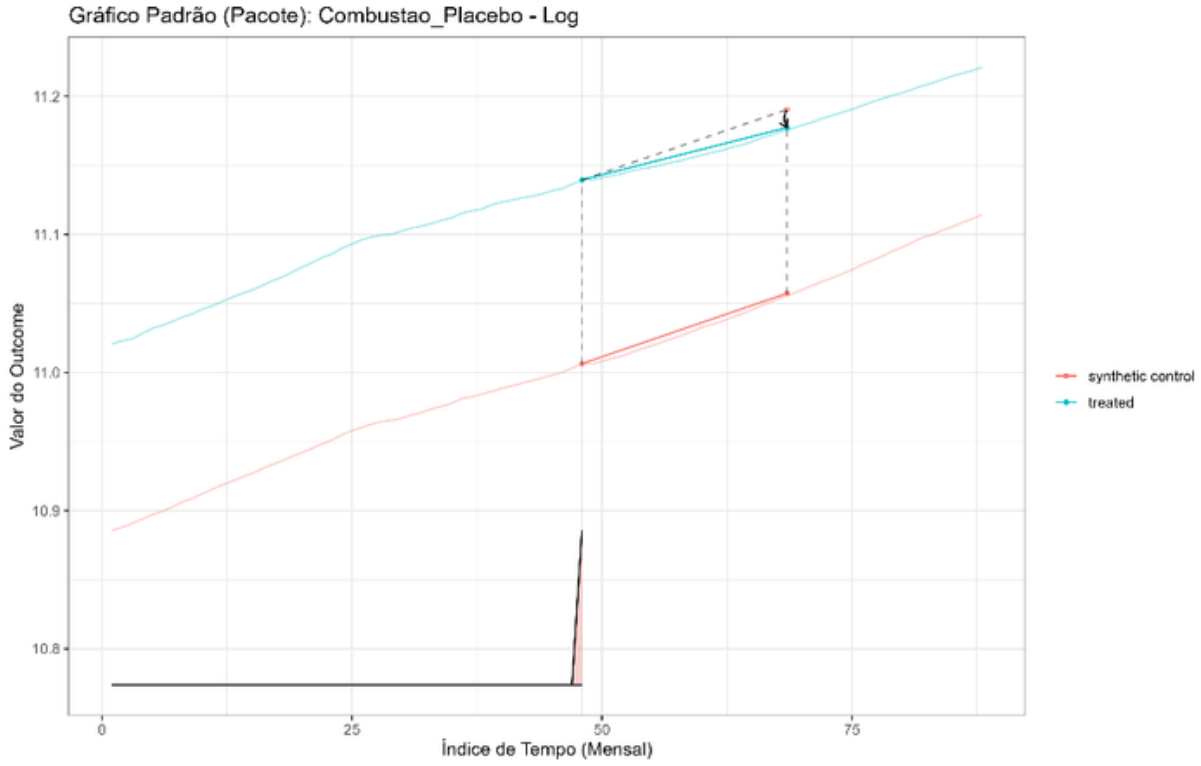
Gráfico 14 — SDID Combustão utilizando a frota Padrão



Fonte: Elaboração própria.

Os testes de robustez para o grupo de placebo corroboram a ausência de um efeito causal. No Gráfico 15, que utiliza a transformação logarítmica, as trajetórias do Distrito Federal e de seu controle sintético mantêm um paralelismo notável durante todo o período, tanto antes quanto depois da intervenção. A ausência de um descolamento sistemático é consistente com o resultado numericamente pequeno e estatisticamente não significante encontrado na Tabela 3.

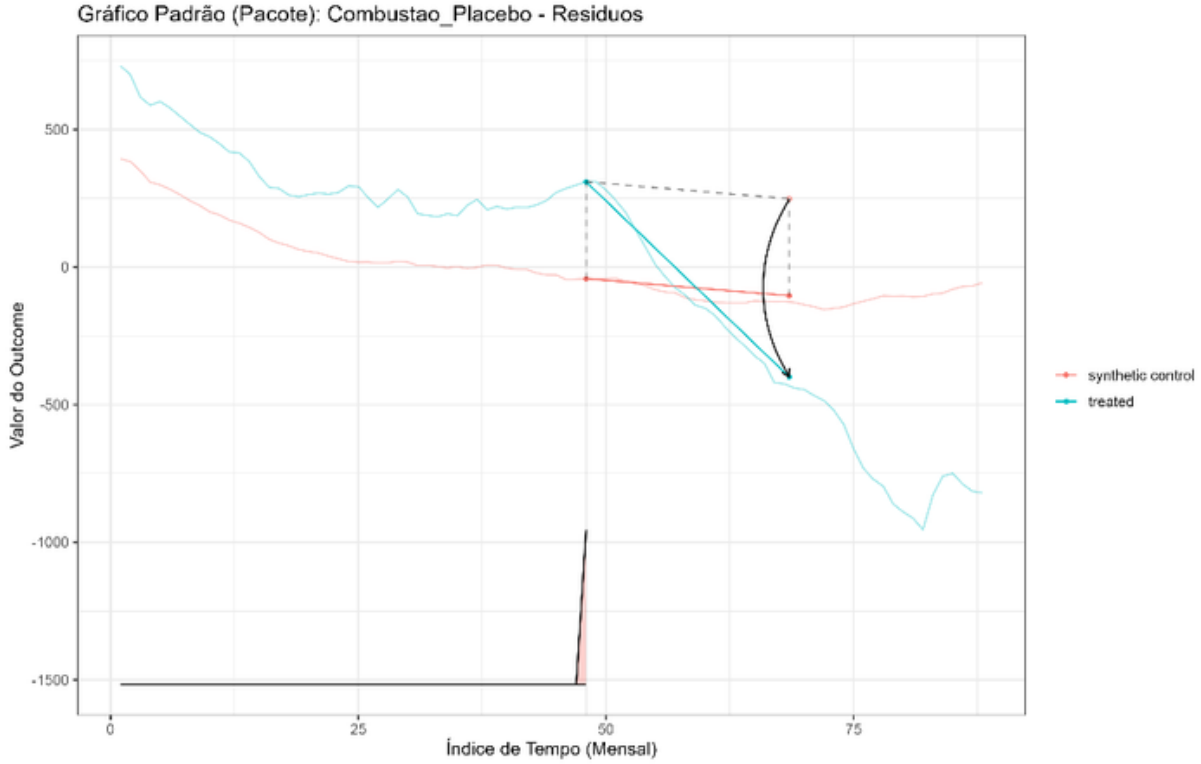
Gráfico 15 — SDID Combustão utilizando a frota Logarítmica



Fonte: Elaboração própria.

O Gráfico 16, por sua vez, exibe a análise sobre os resíduos e revela uma dinâmica mais complexa. Após a intervenção em 2022, observa-se que ambas as séries iniciam uma trajetória de queda. A linha que representa os resíduos de Brasília (em azul) apresenta uma queda mais acentuada que a do seu controle sintético, o que resulta no efeito negativo estimado de -647,42. Contudo, e este é o ponto central da análise de placebo, é fundamental interpretar este achado visual à luz do teste estatístico. Conforme a Tabela 3, o alto p-valor associado a esta estimativa (p=0,469) indica que a diferença observada entre as duas linhas não é estatisticamente significante. Em outras palavras, embora exista uma diferença visual, o modelo informa que ela é compatível com o ruído aleatório dos dados e não pode ser atribuída com segurança à política. Portanto, a conclusão de que não há um efeito causal estatisticamente robusto sobre a frota a combustão se mantém.

Gráfico 16 — SDID Combustão dos Resíduos



Fonte: Elaboração própria.

4.2.2 **Resultados Econométricos Consolidados:**

A Tabela 3 consolida os resultados das nove estimações, apresentando o Efeito Médio do Tratamento sobre os Tratados (ATT), o erro padrão (calculado pelo método de placebo), o p-valor e a significância estatística correspondente.

Tabela 3 — Resultados Consolidados da Análise SDID

Análise	Tipo	ATT	Erro Padrão	p-valor	Significância (*** p<0.01; ** p<0.05; * p<0.1)
Elétricos	Padrão	71,537	12,940	< 0,001	***
Elétricos	Log	0,495	0,256	0,053	*
Elétricos	Resíduos	20,803	10,818	0,054	*
Eletrificados	Padrão	173,507	34,943	< 0,001	***
Eletrificados	Log	0,276	0,142	0,052	*
Eletrificados	Resíduos	35,641	25,758	0,166	
Combustão	Padrão	-974,063	866,125	0,261	
Combustão	Log	-0,0130	0,010	0,194	
Combustão	Resíduos	-647,420	894,076	0,469	

Fonte: Elaboração própria

Os resultados indicam um impacto positivo e de alta magnitude da política de isenção de IPVA. Para o grupo de Eletrificados, o modelo padrão estima um aumento médio de 173,51 veículos por 100 mil habitantes no Distrito Federal, um resultado estatisticamente significante ao nível de 1%. A análise de robustez com a variável em escala logarítmica corrobora esse achado, com um efeito positivo e significante a 10% (p-valor = 0,052). O coeficiente para os eletrificados na análise em escala logarítmica indica que a frota de veículos eletrificados cresceu 31,8% a mais do que teria na ausência da política[5].

Para o grupo de Elétricos, o efeito também é expressivo. A estimativa principal aponta para um acréscimo de 71,54 veículos por 100 mil habitantes, também significante ao nível de 1%. Neste grupo, ambos os testes de robustez (Log e Resíduos) apresentam resultados positivos e estatisticamente significantes a 10%, com p-valores de 0,053 e 0,054. Do coeficiente em escala logarítmica obtemos que a frota de veículos elétricos cresceu 64% a mais do que teria crescido no contrafactual.

Finalmente, a análise de placebo, que avalia o impacto da política sobre a frota de veículos a Combustão, apresentou resultados consistentes com o esperado, o que

[5] Os coeficientes (ATT) dos modelos "Log" representam o impacto na escala logarítmica. O coeficiente de 0,495 para Elétricos indica um crescimento 64% maior ($e^{0,495} - 1$) que o contrafactual. O coeficiente de 0,276 para Eletrificados indica um crescimento 31,8% maior ($e^{0,276} - 1$) que o contrafactual.

serve como uma importante validação da estratégia empírica. É importante destacar que, apesar de denominarmos este teste de “placebo”, seria natural que a isenção do IPVA sobre os carros elétricos/eletrificados tivesse efeito negativo sobre as vendas de carros a combustão, isso porque estas categorias de veículos representam bens substitutos, de modo que a queda de custo de um influencia negativamente as vendas do outro. Conforme a Tabela 3, embora os modelos estimem coeficientes negativos (por exemplo, -974,06 no modelo Padrão), nenhum deles se mostrou estatisticamente significante aos níveis de confiança usuais.

Isso significa que, apesar dos valores estimados, a incerteza associada a eles (refletida nos altos erros padrão e p-valores, como p=0,261 para o modelo Padrão) é grande demais para se poder afirmar que o efeito real seja diferente de zero. Em outras palavras, a variação encontrada é compatível com o ruído amostral aleatório, não permitindo descartar a hipótese de que o efeito verdadeiro da política sobre a frota a combustão seja, na verdade, nulo.

A ausência de um efeito estatisticamente significante neste grupo de placebo é um resultado desejável. Ele fortalece a validade interna do estudo, aumentando a confiança de que o impacto positivo e significante medido para os grupos de eletrificados e elétricos pode ser atribuído causalmente à política de isenção, e não a tendências ou fatores não observados que poderiam ter afetado todos os tipos de frota simultaneamente.

5 **DISCUSSÃO**

Após a apresentação dos resultados econométricos no capítulo anterior, esta seção se dedica à sua interpretação, buscando construir uma narrativa coesa que explique os achados e discuta suas implicações. O objetivo é ir além da descrição dos efeitos e explorar os possíveis mecanismos por trás deles, dialogar com a literatura e avaliar a validade e o alcance das conclusões do estudo.

5.1 SÍNTESE E INTERPRETAÇÃO DOS PRINCIPAIS ACHADOS

A evidência empírica apresentada neste trabalho sugere que a política de isenção do IPVA implementada no Distrito Federal em janeiro de 2022 teve um efeito causal positivo e de grande magnitude na adoção de veículos elétricos e eletrificados. Esta conclusão é sustentada pela consistência dos resultados entre duas metodologias quase-experimentais distintas (Diferenças em Diferenças Sintético e Controle Sintético) e pela sua resiliência a diferentes especificações de modelo, incluindo transformações logarítmicas e análises sobre os resíduos de regressões com controles para efeitos variáveis no tempo. Ademais, o sucesso dos testes de placebo, que não encontraram efeito estatisticamente significante sobre a frota a combustão, fortalece a interpretação causal, sugerindo que o impacto medido não é um artefato de tendências macroeconômicas ou de outros fatores não observados que afetariam o mercado como um todo.

Em termos práticos, os coeficientes estimados (ATTs) pela análise SDID quantificam o impacto da política. O resultado principal para o grupo de "Eletrificados" (ATT = 173,51) pode ser interpretado da seguinte forma: em média, durante o período posterior à implementação da lei, a política foi responsável por um acréscimo de aproximadamente 174 veículos eletrificados para cada 100 mil habitantes no Distrito Federal, em comparação ao que teria ocorrido na ausência do incentivo.

Quando se isola o impacto sobre a frota de veículos puramente "Elétricos", o efeito se mantém expressivo (ATT = 71,54). Isso sugere que a política gerou um aumento médio de cerca de 72 veículos 100% elétricos para cada 100 mil habitantes entre 2022 e 2025. Em conjunto, esses números não apenas confirmam o impacto

positivo e substancial da política, mas também revelam a alta sensibilidade da demanda por essa nova tecnologia a incentivos fiscais diretos na capital federal.

5.2 O EFEITO RETARDADO (LAG) DA POLÍTICA: HIPÓTESES E EXPLICAÇÕES

Um dos achados mais intrigantes deste estudo é a existência de uma latência de aproximadamente um ano e meio entre a implementação da isenção de IPVA (janeiro de 2022) e a eclosão da aceleração do crescimento da frota eletrificada no Distrito Federal, em meados de 2023. Este fenômeno sugere que a política fiscal, embora fundamental, não atuou isoladamente. A sua efetividade parece ter dependido da maturação de outros fatores de mercado. Esta seção explora as possíveis causas para essa defasagem, analisando a interação entre os gargalos do lado da oferta e o comportamento do consumidor.

5.2.1 **A Maturação da Oferta como Fator-Chave**

A hipótese central para explicar o efeito retardado reside na maturação da oferta. A isenção de IPVA preparou o terreno e criou uma demanda latente significativa, que permaneceu represada por uma limitada disponibilidade de produtos e de infraestrutura de vendas no período inicial. A análise da cronologia dos eventos revela dois movimentos cruciais que destravaram essa demanda.

Primeiramente, a construção da infraestrutura de vendas. Embora a lei vigorasse desde janeiro de 2022, os canais de venda para as novas e agressivas marcas chinesas só se materializaram no final daquele ano. A BYD, em parceria com o Grupo Saga, inaugurou sua primeira concessionária em Brasília em outubro de 2022 (FÓRUM DE MACAU, 2022). A GWM, por sua vez, iniciou sua presença física na capital de forma faseada, com lojas temporárias em shoppings a partir de maio de 2023 (AUTODATA, 2023), antes de inaugurar uma estrutura permanente em setembro de 2024 (GWM MOTORS, 2024). A existência de pontos de venda físicos é um fator decisivo, pois reduz a percepção de risco do consumidor em relação ao suporte pós-venda e simplesmente torna os veículos visíveis e disponíveis para teste.

Em segundo lugar, e talvez o catalisador mais importante, foi a diversificação do portfólio de produtos. O mercado brasileiro de veículos elétricos passou por um

ponto de inflexão em meados de 2023. Até então, as opções de entrada eram limitadas e de baixo custo-benefício (MOBIAUTO, 2023; QUATRO RODAS, 2024). A chegada de uma nova geração de modelos, como o BYD Dolphin (INSIDE EVS, 2023) e o GWM Ora 03 (QUATRO RODAS, 2023), inaugurou um segmento de mercado inédito no país: o de veículos elétricos compactos com design, tecnologia e autonomia atraentes, em uma faixa de preço em torno de R$ 150.000. Essa súbita disponibilidade de uma categoria inteira de veículos competitivos ativou a demanda que o incentivo fiscal havia criado, mas que não encontrava produtos adequados para se concretizar.

É importante notar que a entrada dessas montadoras no Brasil foi uma decisão estratégica de expansão global, com anúncios de investimentos bilionários precedendo as principais políticas federais de incentivo (GWM NEWS, 2022; CNN BRASIL, 2023). O Programa Mover, por exemplo, foi instituído apenas no final de 2023 (BRASIL, 2023), funcionando como um acelerador e validador dos investimentos já em curso, e não como o gatilho inicial.

5.2.2 **Fatores do Lado da Demanda e o Comportamento do Consumidor**

Complementarmente aos fatores de oferta, a dinâmica do comportamento do consumidor também ajuda a explicar a defasagem. A literatura sobre a difusão de inovações e comportamento de compra de bens de alto valor oferece arcabouço teórico para essa análise.

Primeiro, o ciclo de adoção e a disseminação da informação. A teoria da difusão de inovações de Rogers (2003) postula que a adoção de uma nova tecnologia ou ideia não é instantânea, mas ocorre em estágios, começando com "inovadores" e "adotantes iniciais". A conscientização sobre uma nova política fiscal e a confiança em sua perenidade seguem um padrão similar. É plausível que 2022 tenha sido o período de adoção pelos consumidores mais informados e menos avessos ao risco, enquanto o efeito "boca a boca" e a cobertura da mídia levaram tempo para alcançar a "maioria inicial", o que explicaria o ponto de inflexão em meados de 2023.

Segundo, o processo de decisão de compra e a percepção de risco. A aquisição de um veículo é uma das decisões financeiras mais significativas para uma família. Conforme aponta a literatura sobre comportamento do consumidor, para bens de alto envolvimento, o processo de decisão é longo e complexo, envolvendo reconhecimento

da necessidade, busca de informações, avaliação de alternativas, decisão de compra e comportamento pós-compra (KOTLER; KELLER, 2012). Um consumidor pode levar meses ou mais de um ano para completar este ciclo. Além disso, a "ansiedade de autonomia" e a incerteza sobre a infraestrutura de recarga dos veículos elétricos e sua manutenção são barreiras significativas (EGBUE; LONG, 2012). A chegada das concessionárias e a maior visibilidade dos veículos e pontos de recarga em 2023 certamente contribuíram para mitigar essa percepção de risco, destravando a decisão de compra para um público mais amplo.

Em suma, a latência de um ano e meio pode ser entendida como uma sequência lógica de eventos: a política de isenção de IPVA (2022) criou o potencial de demanda; a chegada da infraestrutura de vendas (final de 2022/início de 2023) gerou a confiança e a disponibilidade; e a revolução no portfólio de produtos (meados de 2023) funcionou como o catalisador final, conectando a oferta à demanda e dando início ao crescimento exponencial.

5.3 DIÁLOGO COM A LITERATURA E ROBUSTEZ DOS RESULTADOS

O principal achado deste estudo — de que a isenção fiscal do IPVA estimulou significativamente a adoção de veículos elétricos e eletrificados — está em conformidade com uma vasta literatura que documenta a eficácia de incentivos governamentais na promoção de tecnologias limpas. Estudos para o mercado norte-americano, como o de Gallagher e Muehlegger (2011), já demonstram que subsídios e créditos fiscais aumentavam significativamente as vendas de veículos híbridos. Mais especificamente para o contexto brasileiro, os resultados aqui apresentados corroboram as conclusões de Hensen e Lima (2024), que também encontraram um efeito positivo, ainda que pouco expressivo, da isenção de IPVA na frota de elétricos do estado do Paraná analisando o período de 2016 a 2022. O presente trabalho, portanto, reforça a evidência de que os consumidores brasileiros, e em particular os do Distrito Federal, são altamente responsivos a incentivos fiscais diretos na decisão de compra de um veículo.

Políticas de incentivo fiscal para o setor automotivo não são uma particularidade brasileira. Um estudo clássico de Adda e Cooper (2000) analisou os programas de subsídio para a troca de carros antigos por novos na França,

conhecidos como reformas "Balladurette" e "Juppette". De forma análoga aos achados deste trabalho, os autores identificaram que a política de subsídio estimulou de forma significativa as vendas de veículos novos no curto prazo. No entanto, o estudo alerta para um efeito colateral de longo prazo: a política, ao alterar a distribuição de idade da frota, "criou a base para uma baixa atividade subsequente", com as vendas caindo drasticamente após o fim do incentivo. Esta dinâmica, onde o subsídio "antecipa" uma demanda que ocorreria de qualquer forma, é um ponto de atenção para a sustentabilidade de longo prazo da política do DF. Adicionalmente, Adda e Cooper (2000) concluíram que, no caso francês, a política reduziu a receita líquida do governo no longo prazo, pois o aumento da arrecadação de impostos (VAT) sobre as novas vendas *não* foi suficiente para compensar o custo direto do subsídio.

Contudo, se por um lado o estudo reforça a conclusão geral da literatura, por outro ele adiciona uma importante nuance sobre a *dinâmica temporal* do efeito. A identificação de uma latência de aproximadamente um ano e meio entre a promulgação da lei e a aceleração exponencial das vendas sugere que a eficácia dos incentivos pode ser mediada por gargalos de oferta e pelo ciclo de difusão da informação e decisão do consumidor, como discutido na seção anterior. Esta observação complementa a literatura existente, que frequentemente foca na magnitude do efeito, ao destacar também a importância do *timing* e das condições de mercado para a sua plena materialização.

A robustez da conclusão é significativamente fortalecida pela convergência de resultados de duas metodologias distintas e consolidadas na literatura de avaliação de políticas. Tanto o método de Diferenças em Diferenças Sintético (SDID), que incorpora ponderações para unidades e tempo (ARKHANGELSKY et al., 2021), quanto o método de Controle Sintético (SCM) tradicional (ABADIE; DIAMOND; HAINMUELLER, 2010), apontaram para um impacto de grande magnitude e visualmente discernível no Distrito Federal. As diferentes abordagens metodológicas reduzem a probabilidade de que os resultados sejam um artefato de uma única especificação de modelo, aumentando a confiança na validade do efeito encontrado.

Adicionalmente, a validade da inferência causal é robustecida pelo sucesso dos testes de placebo, que abordam as principais ameaças à identificação. Primeiramente, o teste de placebo de resultado demonstrou que a política não teve efeito estatisticamente significante sobre a frota a combustão, descartando a hipótese de

que o modelo estaria captando uma tendência geral do mercado automotivo do DF que não se relaciona com a política. Em segundo lugar, os testes de placebo, realizados na análise SCM, mostraram que a diferença de crescimento do Distrito Federal foi um evento extremo (um *outlier*) em comparação com a distribuição de "gaps" das unidades de controle que não receberam o tratamento. Em conjunto, estes testes validam o modelo e reforçam a conclusão de que o efeito observado pode ser atribuído com alto grau de confiança à política de isenção.

5.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Apesar da robustez dos métodos empregados e da consistência dos resultados, todo estudo empírico está sujeito a potenciais ameaças à validade e a limitações. É fundamental discuti-las de forma transparente para contextualizar o alcance das conclusões.

Primeiramente, aborda-se a questão da causalidade reversa. Esta hipótese sugere que não foi a política que causou o aumento das vendas, mas sim a expectativa de um "boom" de vendas que teria levado o governo a criar a lei, talvez para capitalizar politicamente sobre uma tendência já existente. A evidência empírica deste estudo, contudo, argumenta fortemente contra essa interpretação. A análise gráfica do pré-tratamento (2018-2021), tanto no método SDID quanto no SCM, demonstra que a trajetória de adoção de veículos elétricos no Distrito Federal não era anômala e seguia de perto a de seu controle sintético. Não havia um crescimento exponencial prévio que justificasse uma reação política; o "boom" ocorreu inequivocamente *após* a intervenção. A lógica da formulação de políticas também apoia a direção causal aqui defendida: incentivos fiscais são, por natureza, instrumentos para estimular e criar um mercado, e não para reagir a um que já está em plena expansão autônoma.

Uma segunda consideração é a potencial violação do Pressuposto de Valor de Tratamento da Unidade Estável (SUTVA). Este é um pressuposto fundamental para a inferência causal, que assume que o resultado potencial de uma unidade não é afetado pelo tratamento recebido por outras unidades (IMBENS; RUBIN, 2015). A principal ameaça ao SUTVA, neste caso, seria a de "vazamento" de indivíduos do grupo de controle para o grupo de tratamento. Ou seja, residentes de estados vizinhos

(como Goiás, uma unidade de controle) poderiam registrar fraudulentamente seus veículos no Distrito Federal para se beneficiarem indevidamente da isenção. Este fenômeno, se materializado em larga escala, levaria a uma superestimação do efeito da política, pois o aumento na frota registrada no DF não se deveria apenas à mudança de comportamento dos seus próprios residentes, mas também à atração de proprietários de outras localidades. Embora seja impossível descartar completamente essa possibilidade, o próprio governo local atuou para mitigar este risco. A legislação do incentivo foi posteriormente aprimorada, exigindo que a aquisição do veículo fosse feita em uma concessionária localizada no próprio Distrito Federal para a concessão do benefício. Essa medida, embora não elimine a possibilidade de fraude de domicílio, cria uma barreira adicional e fortalece a ligação entre a política e o mercado local, sugerindo que o efeito massivo observado é majoritariamente genuíno. Adicionalmente, como a implementação desta nova restrição em 2024 não resultou em uma desaceleração ou reversão da tendência de crescimento observada, reforça-se a hipótese de que o turismo fiscal não era o motor principal dos resultados.

Por fim, o estudo possui algumas limitações inerentes que devem ser reconhecidas. O horizonte de tempo pós-tratamento analisado, de aproximadamente dois anos e meio, é relativamente curto. Os resultados capturam o forte impacto inicial da política, mas não permitem inferir sobre efeitos de longo prazo, como a saturação do mercado ou mudanças de comportamento à medida que os veículos elétricos se tornam mais comuns. Além disso, embora os métodos controlem para uma vasta gama de fatores, a possibilidade de variáveis omitidas nunca pode ser totalmente eliminada. Um choque de preferência por sustentabilidade específico do DF e não correlacionado com as variáveis socioeconômicas, por exemplo, poderia ser um confundidor, ainda que os testes de placebo tornem essa hipótese menos provável. Por último, a validade externa dos resultados deve ser considerada com cautela. O Distrito Federal possui características únicas, como uma das maiores rendas per capita do país e um layout urbano específico, que podem tornar sua população particularmente receptiva à adoção de veículos elétricos. Portanto, a replicação da mesma política em outros estados ou municípios pode resultar em efeitos de magnitude distinta.

5.5 IMPLICAÇÕES PARA POLÍTICAS PÚBLICAS

Os resultados deste estudo oferecem implicações diretas e relevantes para a formulação de políticas públicas voltadas à descarbonização da frota veicular. A principal conclusão é a de que a isenção de IPVA, como implementada no Distrito Federal, mostra-se como uma ferramenta de potencial alta eficácia para acelerar a adoção de veículos elétricos e eletrificados. A evidência causal robusta de um efeito positivo e de grande magnitude responde afirmativamente à pergunta central: a política "funcionou" e atingiu seu objetivo primário. Para gestores públicos, isso valida o uso de incentivos fiscais diretos como um poderoso instrumento para induzir a mudança de comportamento do consumidor em direção a tecnologias mais sustentáveis.

Do ponto de vista do custo-benefício, a política representa uma troca direta entre a renúncia de receita fiscal e a aceleração da transição para uma frota de baixo carbono, alinhada a metas ambientais e de saúde pública (HENSEN; LIMA, 2024). Embora este estudo não tenha se aprofundado em uma análise de monetização dos benefícios, ele oferece uma nuance crucial para essa discussão: a existência do "lag" de um ano e meio. Isso implica que o retorno sobre o investimento da renúncia fiscal não é imediato. Os custos (impostos não arrecadados) são incorridos desde o primeiro dia, mas os benefícios em larga escala (o "boom" de vendas) podem levar tempo para se materializar, dependendo da maturação do mercado. Os formuladores de políticas devem, portanto, ter paciência estratégica e não avaliar o sucesso de tais programas por seus resultados de curtíssimo prazo.

A questão da replicabilidade do modelo do DF em outras unidades da federação, contudo, deve ser analisada com cautela. A análise de Controle Sintético (SCM), ao revelar uma notável heterogeneidade nos efeitos entre as diferentes capitais tratadas, é talvez a lição mais importante para outros estados. O fato de a política ter tido um impacto expressivo em Brasília, mas nulo ou negativo em outras capitais, como Fortaleza, sugere que o sucesso de um incentivo fiscal depende de condições de mercado preexistentes. A eficácia da isenção de IPVA parece ser condicional a uma gama de fatores locais, que incluem desde o perfil socioeconômico da população, onde regiões com maior renda per capita podem ser mais responsivas ao incentivo, até a estrutura do lado da oferta, pois a existência de uma rede de concessionárias robusta e a disponibilidade de um portfólio de produtos competitivo são precondições essenciais. Vale ressaltar, contudo, o caráter regressivo de uma

política de isenção irrestrita como a do DF, que beneficia desproporcionalmente indivíduos de alta renda capazes de adquirir veículos de luxo (por vezes de valores superiores a R$ 800 mil). Essa característica difere de modelos adotados por outros estados, como a Bahia, que estabeleceu um teto de valor (R$ 300.000) para o benefício, visando justamente mitigar essa distorção. Além disso, o próprio contexto urbano, com suas características de densidade e distâncias médias de deslocamento, pode influenciar a percepção de viabilidade de um veículo elétrico, mitigando ou agravando a "ansiedade de autonomia" do consumidor.

Portanto, a principal recomendação para outros entes federativos não é simplesmente replicar a lei, mas sim utilizar a isenção de IPVA como parte de uma estratégia mais ampla, que inclua um diagnóstico do mercado local e, se necessário, ações para remover gargalos do lado da oferta, a fim de maximizar o impacto do incentivo fiscal.

5.6 ESTIMATIVA DO CUSTO FISCAL DA POLÍTICA

Uma avaliação completa do impacto de uma política pública deve considerar não apenas sua eficácia, mas também seu custo. Nesta seção, apresenta-se uma estimativa do custo fiscal da isenção sob uma ótica causal. A abordagem a ser utilizada não calcula o imposto sobre os veículos adicionais gerados pela política — pois, em sua ausência, essa receita não existiria —, mas sim estima a receita que o governo deixou de arrecadar dos proprietários que teriam adquirido um veículo eletrificado mesmo sem o incentivo. As estimativas realizadas também não levam em consideração a perda de receita com o IPVA de carros à combustão que deixaram de ser comprados por terem sido substituídos por veículos eletrificados como consequência da isenção.

Para estimar os custos da política, utilizamos as trajetórias sintéticas obtidas pelo modelo SDID, ou seja, as frotas contrafactuais, que teriam sido observadas para o DF no caso de a isenção não ter sido implementada. Extraímos as frotas contrafactuais dos modelos padrão e log reportados na Tabela 4, omitindo o modelo de resíduos dado que seu contrafactual já envolve etapas prévias de complexidade.

Com base nesta frota contrafactual, estima-se a renúncia fiscal. O valor venal médio de um veículo elegível no período, apurado com dados da Secretaria de

Economia do DF, foi de R$ 222.321,39 e a alíquota do IPVA é de 3%. Levamos em consideração ainda que os veículos adquiridos em um dado ano pagarão o imposto apenas no ano seguinte, de modo que a frota tributada em 2023, por exemplo, seria aquela observada em dezembro de 2022.

É instrutivo comparar a estimativa de custo calculada ex-post com as projeções realizadas pelo próprio Governo do Distrito Federal durante a tramitação da lei (ex-ante). Conforme o Processo SEI nº 04023-00001824/2020-88, a projeção de renúncia fiscal para o benefício, incluída no Projeto de Lei Orçamentária Anual (PLOA) de 2021, estimava um custo de R$ 38.282.345 para o ano de 2022 e de R$ 54.891.487 para 2023.

A Tabela 4 relata os resultados encontrados. Podemos perceber que as estimativas *ex-ante* superdimensionaram o custo da política para os anos de 2022 e 2023, mas que o crescimento acelerado da frota de eletrificados faz com que estes custos essencialmente dobrem a cada ano.[6]

Tabela 4 – Custos estimados da isenção.

		Frotas Sintéticas (por 100 mil habitantes)		Custos Estimados (em milhões de R$)		
Ano	**Frota Real**	**Modelo Padrão**	**Modelo Logarítmico**	**Modelo Padrão**	**Modelo Logarítmico**	**Estimativa Ex-Ante (PLOA 2021)**
2022	131,33	131,33	132,33	24,68	24,87	38,28
2023	229,11	197,56	197,60	37,12	37,13	54,89
2024	507,81	346,95	347,49	65,20	65,30	-
2025	1103,58	612,92	659,93	115,17	124,01	-
2026*	1324,88	705,75	779,67	132,62	146,51	-

(*) Os custos estimados para 2026 consideram apenas a frota estimada até abril de 2025 e, portanto, subestimam sua real magnitude. Fonte: Elaboração Própria.

É crucial reconhecer que o valor calculado representa uma estimativa do custo fiscal direto. O custo total para os cofres públicos é, plausivelmente, ainda maior devido ao efeito substituição. Os resultados do teste de placebo sobre a frota a combustão, embora não tenham encontrado um efeito estatisticamente significante, apontaram para um coeficiente negativo. Isso sugere que parte dos consumidores que adquiriram um veículo eletrificado isento teria, na ausência da política, adquirido um veículo a combustão, gerando receita de IPVA. Esta perda de receita sobre os

[6] Esta diferença pode também ter origem em diferenças metodológicas para a estimativa realizada.

veículos a combustão não vendidos não foi incorporada ao cálculo, o que torna a estimativa aqui apresentada um piso para o custo fiscal total da política.

5.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Em síntese, a discussão apresentada neste capítulo buscou ir além da simples constatação da eficácia da política de isenção de IPVA, explorando as dinâmicas que podem ter influenciado seus resultados. Os achados, em conjunto com a análise do contexto de mercado, sugerem que o sucesso do incentivo fiscal no Distrito Federal pode ser interpretado como um fenômeno sequencial, no qual a política de estímulo à demanda teve sua eficácia potencializada – e sua materialização em larga escala retardada – pela maturação das condições de oferta. A exploração dessa plausível interação entre a criação de uma demanda latente e a superação dos gargalos de oferta representa, assim, uma contribuição analítica deste trabalho para a compreensão do tema.

A partir das conclusões e das limitações reconhecidas, emergem diversas oportunidades para futuras pesquisas. Uma extensão natural seria a análise de longo prazo, reavaliando o impacto com uma janela temporal maior para investigar a sustentabilidade do efeito e a possível saturação do mercado. Outra vertente de grande relevância seria uma análise de custo-benefício, que busque quantificar a renúncia fiscal em contraponto aos benefícios ambientais e sociais gerados pela política. No nível micro, estudos com dados de compradores poderiam traçar o perfil do adotante, respondendo a importantes questões sobre a equidade do incentivo, enquanto uma análise do impacto sobre o mercado de veículos usados poderia revelar efeitos secundários importantes. Finalmente, a heterogeneidade de resultados observada na análise SCM aponta para a necessidade de um estudo comparativo entre múltiplos estados, que modele explicitamente os fatores contextuais para entender por que políticas similares podem ter resultados distintos em diferentes localidades.

6 **CONCLUSÃO**

O presente trabalho buscou avaliar o impacto causal da política de isenção do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA), implementada no Distrito Federal em janeiro de 2022, na adoção de veículos elétricos e eletrificados. Para tanto, empregou-se uma abordagem quase-experimental robusta, utilizando dados em painel de frequência mensal e combinando as metodologias de Diferenças em Diferenças Sintético (SDID) e de Controle Sintético (SCM) para isolar o efeito da política de outras tendências de mercado e fatores socioeconômicos.

Os resultados forneceram fortes evidências de que a política foi eficaz. Foi identificado um efeito positivo e de grande magnitude, indicando que a isenção fiscal está associada a uma aceleração expressiva da transição para uma frota de baixa emissão na capital federal. A análise revelou uma importante nuance temporal: o impacto, embora presente desde o início, manifestou-se de forma exponencial apenas a partir de meados de 2023. A discussão dos resultados sugere que essa latência pode ser explicada pela interação entre a política de estímulo à demanda e a maturação de fatores do lado da oferta, como a expansão da rede de concessionárias e a chegada de um portfólio de produtos mais competitivo.

A validade da inferência causal foi fortalecida por uma série de testes de robustez e pela aplicação bem-sucedida de testes de placebo, que não encontraram efeitos espúrios sobre a frota a combustão. Como principal implicação, o estudo demonstra que incentivos fiscais diretos são uma ferramenta poderosa para a promoção de tecnologias limpas, mas sua eficácia e o tempo de sua maturação são condicionados por fatores de mercado preexistentes. Espera-se que as conclusões aqui apresentadas possam contribuir para o aprimoramento de futuras políticas públicas voltadas à mobilidade sustentável no Brasil.

REFERÊNCIAS

ABADIE, Alberto; DIAMOND, Alexis; HAINMUELLER, Jens. **Synthetic control methods for comparative case studies: estimating the effects of California's Tobacco Control Program**. Journal of the American Statistical Association, v. 105, n. 490, p. 493-505, 2010.

ABADIE, Alberto; GARDEAZABAL, Javier. **The economic costs of conflict: a case study of the Basque country**. American Economic Review, v. 93, n. 1, p. 113-132, 2003.

ADDA, Jérôme; COOPER, Russell. Balladurette and Juppette: a discrete analysis of scrapping subsidies. **Journal of Political Economy**, v. 108, n. 4, p. 778-806, 2000.

ALVES, Matheus Facure. **25 - Synthetic Difference-in-Differences**. In: ALVES, Matheus Facure. Causal Inference for the Brave and True. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em: https://matheusfacure.github.io/CausalInferenceForSocialScientists/25-Synthetic-Difference-in-Differences.html. Acesso em: 10 maio 2024.

ARKHANGELSKY, Dmitry. **synthdid: Synthetic Difference-in-Difference Estimation**. R package version 0.0.9. [S. l.], 2025. Disponível em: https://github.com/synth-inference/synthdid. Acesso em: 22 ago. 2025.

ARKHANGELSKY, Dmitry; ATHEY, Susan; HIRSHBERG, Daivid A.; IMBENS, Guido W.; WAGER, Stefan. **Synthetic difference-in-differences**. American Economic Review, v. 111, n. 12, p. 4088-4119, dez. 2021.

ANGRIST, Joshua D.; PISCHKE, Jörn-Steffen. **Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion**. Princeton: Princeton University Press, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO (ABVE). **Eletrificados superam previsões, passam de 170 mil e batem todos os recordes em 2024**. 2025. Disponível em: https://abve.org.br/eletrificados-superam-previsoes-passam-de-170-mil-e-batem-todos-os-recordes-em-2024/. Acesso em: 21 jul. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO (ABVE). **Geografia da Eletromobilidade (ABVE Data)**. [S. l.]: ABVE, [s.d.]. Disponível em: https://abve.org.br/abve-data/bi-geografia-da-eletromobilidade/. Acesso em: 21 jul. 2025.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2024**. 2024. Disponível em: https://anfavea.com.br/site/anuarios/. Acesso em: 25 jul. 2025.

AUTODATA. **GWM nomeia Gustavo Maranhão para seu novo escritório em Brasília**. AutoData, 8 maio 2023. Disponível em: https://www.autodata.com.br/curtas-algo-mais/2023/05/08/gwm-nomeia-gustavo-maranhao-para-seu-novo-escritorio-em-brasilia/55645/. Acesso em: 23 jul. 2025.

BRASIL. **Lei nº 7.431, de 17 de dezembro de 1985**. Institui no Distrito Federal o imposto sobre a propriedade de veículos automotores e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 dez. 1985. Disponível em: https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/a915cb5059cf4561a3bbbbe4285317ed/Lei_federal_7431.html. Acesso em: 24 mai. 2024.

BRASIL. Presidência da República. **Mover, programa de mobilidade verde, é lançado**. Agência Gov, 30 dez. 2023. Disponível em: https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202312/mover-programa-de-mobilidade-verde-e-lancado. Acesso em: 25 jul. 2025.

BRASÍLIA (Distrito Federal). **Lei nº 6.466, de 27 de dezembro de 2019**. Dispõe sobre os benefícios fiscais do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores - IPVA, do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana - IPTU, do Imposto sobre a Transmissão Causa Mortis e Doação de Quaisquer Bens ou Direitos - ITCD, do Imposto sobre a Transmissão Inter Vivos de Bens Imóveis e de Direitos a eles Relativos - ITBI e da Taxa de Limpeza Pública - TLP. Diário Oficial do Distrito Federal, Brasília, DF, 30 dez. 2019. Disponível em: https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/fa7ffe3f361e4953913e363ffb7a8a53/Lei_6466_27_12_2019.html. Acesso em: 24 mai. 2024.

CARVALHO, Paulo de Barros. **Curso de Direito Tributário**. 16. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

CNN BRASIL. **Montadora chinesa BYD anuncia investimentos de R$ 3 bilhões em complexo de fábricas na Bahia**. CNN Brasil, 4 jul. 2023. Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/auto/montadora-chinesa-byd-anuncia-investimentos-de-r-3-bilhoes-em-complexo-de-fabricas-na-bahia/. Acesso em: 25 jul. 2025.

COHEN, Mike X. Two-Way Fixed Effects. In: COHEN, Mike X. **An R-powered guide to a career in data analysis**. [S.l.]: Bookdown, 2024. Disponível em: https://bookdown.org/mike/data_analysis/sec-two-way-fixed-effects.html. Acesso em: 23 jul. 2025.

CORREIO BRAZILIENSE. **Vendas de veículos elétricos aumentam 111% em dois anos; veja os prós e contras**. 2023. Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/cidades-df/2023/10/5133133-vendas-de-veiculos-eletricos-aumentam-111-em-dois-anos-veja-os-pros-e-contras.html. Acesso em: 21 jul. 2025.

EGBUE, O.; LONG, S. **Barriers to widespread adoption of electric vehicles: an analysis of consumer attitudes and perceptions**. Energy Policy, v. 48, p. 717-729, 2012.

ELLERY JR., Roberto; NASCIMENTO JR., Antônio; SACHSIDA, Adolfo. **Controle sintético como ferramenta para avaliação de políticas públicas**. In: Políticas Públicas: avaliando mais de meio trilhão de reais em gastos públicos. [S. l.]: Ipea, 2018. cap. 12, p. 375-397. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/181009_politicas_publicas_no_brasil_cap12.pdf. Acesso em: 10 maio 2024.

FÓRUM DE MACAU. **BYD Brasil inaugura novas lojas concessionárias no Brasil**. Fórum para a Cooperação Económica e Comercial entre a China e os Países de Língua Portuguesa, out. 2022. Disponível em: https://forumchinaplp.org.mo/pt/economic_trade/view/2394. Acesso em: 25 jul. 2025.

GALLAGHER, Kelly Sims; MUEHLEGGER, Erich. **Giving green to get green? Incentives and consumer adoption of hybrid vehicle technology**. Journal of Environmental Economics and Management, v. 61, n. 1, p. 1-15, 2011.

GOODMAN-BACON, Andrew. **Difference-in-Differences with Variation in Treatment Timing**. Journal of Econometrics, v. 225, n. 2, p. 254–277, 2021.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. **Lei nº 7.028, de 27 de dezembro de 2021**. Disponível em: https://ww1.receita.fazenda.df.gov.br/legislacao/visualizar-legislacao?txtNumero=7028&txtAno=2021&txtTipo=5&txtParte=.&identificacao=Lei%20Ordin%C3%A1ria%20do%20DF%20n%C2%BA%207028%2F2021. Acesso em: 23 jun. 2024.

GWM MOTORS. **GWM inaugura nova concessionária em Brasília (DF)**. GWM Motors, 26 set. 2024. Disponível em: https://www.gwmmotors.com.br/pt/media-center/news/2024/gwm-inaugura-nova-concessionaria-em-brasilia-df. Acesso em: 25 jul. 2025.

GWM NEWS. **GWM Officially Acquires New Factory and Releases Brazil Strategy**. GWM News, 28 jan. 2022. Disponível em: https://www.gwm-global.com/news/gwm-officially-acquires-new-factory-and-releases-brazil-strategy/. Acesso em: 25 jul. 2025.

HAINMUELLER, Jens; DIAMOND, Alexis; ABADIE, Alberto. **Synth: An R Package for Synthetic Control Methods in Comparative Case Studies**. Journal of Statistical Software, v. 42, n. 13, p. 1-17, 2011. Disponível em: https://www.jstatsoft.org/v42/i13/. Acesso em: 22 ago. 2025.

HENSEN, Amarildo; LIMA, Fabrício Thimoteo Gomes de. **A isenção de IPVA sobre veículos elétricos no Paraná: mensuração de impacto de política pública**. Economia & Região, Londrina, v. 12, n. 2, p. 356-374, mai./set. 2024.

IMAI, Kosuke; KIM, In Song. **When Should We Use Unit Fixed Effects Regression Models for Causal Inference with Longitudinal Data?** American Journal of Political Science, v. 63, n. 2, p. 467–490, 2019.

IMBENS, Guido W.; RUBIN, Donald B. **Causal Inference for Statistics, Social, and Biomedical Sciences: An Introduction**. Cambridge: Cambridge University Press, 2015.

INSIDE EVS. **BYD Dolphin, carro elétrico 'puro', já tem data de lançamento no Brasil**. Inside EVs, 14 jun. 2023. Disponível em: https://insideevs.uol.com.br/news/672028/byd-dolphin-eletrico-lancamento-brasil/. Acesso em: 25 jul. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/38734-cadastro-nacional-de-enderecos-para-fins-estatisticos.html?edicao=38891&t=resultados. Acesso em: 25 jul. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022: Alfabetização: Resultados do universo**. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/10061. Acesso em: 25 jul. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua: Rendimento de todas as fontes 2023**. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/7531. Acesso em: 25 jul. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **População residente**. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/4714. Acesso em: 25 jul. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA DO DISTRITO FEDERAL (IPEDF). **Anuário Estatístico do Distrito Federal 2022**. Disponível em: https://anuario.ipe.df.gov.br/anuario/2022. Acesso em: 16 maio 2023.

KOTLER, P.; KELLER, K. L. **Administração de Marketing**. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

LI, Guangdong et al. **Mixed effectiveness of global protected areas in resisting habitat loss**. Nature Communications, v. 15, n. 1, p. 8389, 27 set. 2024.

LING, Shuai et al. **Transportation infrastructure upgrading and green development efficiency: Empirical analysis with double machine learning method**. Journal of Environmental Management, v. 358, p. 120922, maio 2024.

MAMEDE, Gladston. **IPVA: Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2002.

MARTINS, Ives Gandra da Silva. **IPVA e o direito dos contribuintes**. Jus Navigandi, Teresina, ano 12, n. 1635, 23 dez. 2007. Disponível em: https://jus.com.br/artigos/10045/ipva-e-o-direito-dos-contribuintes. Acesso em: 25 jul. 2025.

MOBIAUTO. **Catálogo de carros JAC e-JS1 2023**. Mobiauto, 2023. Disponível em: https://www.mobiauto.com.br/catalogo/jac/e-js1/2023. Acesso em: 25 jul. 2025.

ORGANISATION INTERNATIONALE DES CONSTRUCTEURS D'AUTOMOBILES (OICA). **Production Statistics**. OICA, 2023. Disponível em: https://www.oica.net/category/production-statistics/. Acesso em: 25 jul. 2025.

QUATRO RODAS. **GWM Ora 03 é elétrico com luxo e estilo que estreia por R$ 150.000**. Quatro Rodas, 2023. Disponível em: https://quatrorodas.abril.com.br/noticias/gwm-ora-03-e-eletrico-com-luxo-e-estilo-que-estreia-por-r-150-000. Acesso em: 25 jul. 2025.

QUATRO RODAS. **Renault Kwid elétrico usado é mais barato que 1.0 novo, vale a pena?**. Quatro Rodas, 2024. Disponível em: https://quatrorodas.abril.com.br/testes/como-e-o-renault-kwid-e-tech-carro-eletrico-mais-barato-do-brasil/. Acesso em: 25 jul. 2025.

ROGERS, E. M. **Diffusion of Innovations**. 5. ed. New York: Free Press, 2003.

SINDICATO DOS CONCESSIONÁRIOS E DISTRIBUIDORES DE VEÍCULOS NO DISTRITO FEDERAL (SINDICON-DF). **Vendas de veículos novos batem recorde no DF em 2022**. Disponível em: https://sincodivdf.com.br/noticia.php?id_noticia=96. Acesso em: 16 maio 2023.

SECRETARIA NACIONAL DE TRÂNSITO (SENATRAN). **Estatísticas de frota de veículos.** [S. l.]: Ministério dos Transportes, [s.d.]. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/estatisticas-frota-de-veiculos-senatran. Acesso em: 15 ago. 2025.

STEVENSON, Betsey; WOLFERS, Justin. **Bargaining in the Shadow of the Law: Divorce Laws and Family Distress**. The Quarterly Journal of Economics, v. 121, n. 1, p. 267–288, 2006.

GLOSSÁRIO

Expressão	Descrição
Contrafactual	Cenário hipotético que representa o que teria acontecido com o grupo de tratamento na ausência da política ou intervenção.
Donor Pool (Grupo de Doadores)	Conjunto de unidades de controle (neste caso, as capitais) disponíveis para formar o contrafactual sintético por meio de uma combinação ponderada.
Guerra Fiscal	Fenômeno de disputa tributária entre os estados, que concedem benefícios fiscais para atrair contribuintes, como proprietários de veículos.
Método de Controle Sintético (SCM)	Técnica estatística que cria um "clone sintético" para a unidade tratada, usando uma média ponderada das unidades de controle, para servir como contrafactual.
Regra-Matriz de Incidência Tributária (RMIT)	Ferramenta teórica do direito tributário usada para sistematizar e analisar os cinco critérios que definem um imposto (material, espacial, temporal, pessoal e quantitativo).
Teste de Placebo	Teste de robustez que aplica o modelo a um grupo ou resultado que não deveria ter sido afetado pela política. Um resultado nulo (sem efeito) nesse teste aumenta a confiança de que o efeito encontrado no grupo de interesse é causal.

APÊNDICE A — Mapeamento dos Incentivos Fiscais de IPVA para Veículos Eletrificados nas Unidades Federativas do Brasil

Com o avanço da eletrificação da frota veicular e a crescente preocupação ambiental nos centros urbanos, diversas unidades federativas no Brasil têm adotado políticas fiscais específicas para estimular a aquisição de veículos elétricos e híbridos. Dentre as medidas mais recorrentes, destaca-se a concessão de incentivos por meio do IPVA (Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores), tributo de competência estadual que incide anualmente sobre a propriedade de veículos automotores.

A presente seção tem como objetivo apresentar um mapeamento detalhado dos incentivos fiscais vigentes nos estados brasileiros voltados à eletromobilidade. O foco recai, particularmente, sobre os mecanismos de isenção ou de redução do IPVA aplicáveis aos veículos eletrificados, considerando tanto os elétricos puros (BEV – *Battery Electric Vehicles*) quanto os híbridos (HEV – *Hybrid Electric Vehicles* e PHEV – *Plug-in Hybrid Electric Vehicles*). Para cada ente federativo, foram sistematizadas as informações relativas à legislação aplicável, à data de entrada em vigor da norma e às condições técnicas ou comerciais que condicionam o acesso ao benefício.

A.1 Acre

As isenções previstas no artigo 13 da nova lei abrangem categorias como veículos de pessoas com deficiência, táxis, mototáxis, ambulâncias de instituições sem fins lucrativos, veículos de associações representativas de pessoas com deficiência, veículos com 20 anos ou mais de fabricação, entre outros. Também são contempladas isenções para veículos adquiridos em leilões públicos, veículos proibidos de circular por legislação específica, veículos agrícolas e máquinas de construção civil que não transitem em vias públicas. Para a maioria dos casos, a isenção depende de requerimento formal e comprovação dos requisitos previstos em regulamento.

No tocante às **alíquotas**, a norma estabelece 2% para veículos de passeio (inclusive de esporte e corrida), 1% para os demais veículos automotores, e isenção

total (0%) apenas para **veículos de duas rodas com até 170 cilindradas**, desde que o proprietário não possua mais de um veículo em seu nome (art. 25, III).

A Lei Complementar nº 483 entrou em vigor na data de sua publicação, em 18 de dezembro de 2024, produzindo efeitos a partir de 1º de janeiro de 2025, conforme estabelece o artigo 44.

Dessa forma, **não há benefício fiscal vigente no estado do Acre** voltado a estimular a aquisição ou uso de veículos eletrificados, sejam eles totalmente elétricos ou híbridos. Os veículos elétricos continuam sujeitos à alíquota geral de 2%, sem qualquer previsão de tratamento diferenciado

A.2 Alagoas

O estado de Alagoas adota um modelo híbrido de incentivo fiscal para veículos eletrificados, combinando um período inicial de isenção total com a aplicação posterior de alíquotas reduzidas e progressivas. O benefício foi instituído pela **Lei Estadual nº 9.093, de 11 de dezembro de 2023**, que alterou dispositivos da **Lei nº 6.555, de 2004**, para incluir regras específicas voltadas a veículos elétricos e híbridos. O novo regime fiscal entrou em vigor **na data de publicação da lei**, ou seja, a partir de **11 de dezembro de 2023**.

A norma prevê que os veículos automotores com mais de um motor de propulsão, sendo ao menos um deles elétrico — o que abrange veículos híbridos convencionais, plug-in ou a gás natural combinados com eletricidade —, sejam isentos do IPVA no primeiro ano de aquisição. A partir do segundo ano, inicia-se a aplicação de alíquotas diferenciadas conforme o tipo de tecnologia utilizada.

Para os veículos 100% elétricos, aplica-se uma alíquota de **0,5% no segundo ano**, que é elevada para **1% a partir do terceiro ano de propriedade**. No caso dos veículos híbridos, a alíquota inicial é de **0,75% no segundo ano**, com aumento para **1,5% a partir do terceiro ano**. Essas alíquotas reduzidas se aplicam sobre o valor venal do veículo, conforme apurado na Tabela Fipe.

Esse modelo de progressividade tributária adotado por Alagoas busca equilibrar o incentivo à renovação da frota por tecnologias menos poluentes com a preservação da arrecadação estadual no médio prazo. A legislação também apresenta um diferencial relevante ao vincular o benefício fiscal não apenas à

natureza do combustível utilizado, mas à presença de múltiplos motores de propulsão, ampliando o alcance da política a diferentes configurações tecnológicas.

A.3 Amapá

O estado do Amapá estabeleceu, por meio da **Lei Estadual nº 3.152, de 20 de dezembro de 2024**, a isenção do IPVA para veículos elétricos e híbridos, com vigência limitada às aquisições realizadas até **31 de dezembro de 2026**. O benefício é regulamentado pelo **Decreto nº 3.677, de 18 de março de 2025**, que detalha os critérios de aplicação do regime tributário diferenciado e as condições para a sua progressiva substituição por alíquotas reduzidas nos anos subsequentes.

De acordo com o artigo 37 da referida lei, a isenção se aplica exclusivamente a veículos automotores terrestres que operem integralmente com eletricidade, bem como àqueles que possuam mais de um motor de propulsão, sendo obrigatoriamente um deles acionado por energia elétrica — definição que contempla veículos híbridos. A partir de 1º de janeiro de 2027, a tributação será reintroduzida de forma escalonada, com alíquotas diferenciadas para elétricos puros e híbridos.

Para veículos elétricos, a alíquota do IPVA será de 0,5% em 2027, aumentando gradualmente para 1% em 2028, 2% em 2029 e atingindo 3% a partir de 2030. Já os veículos híbridos estarão sujeitos a uma alíquota inicial de 0,75% em 2027, que evoluirá para 1,5% em 2028, 2,5% em 2029 e também 3% a partir de 2030. Dessa forma, o Amapá opta por um modelo de incentivo temporário, com horizonte claramente definido de reintegração gradual desses veículos à carga tributária padrão aplicada ao IPVA estadual.

Tal estrutura progressiva permite prever, com antecedência, o aumento do encargo fiscal sobre os veículos eletrificados, ao mesmo tempo em que oferece um estímulo inicial significativo para fomentar sua adoção durante o período de isenção total. A legislação estadual, portanto, combina um incentivo fiscal imediato com uma estratégia de transição planejada.

A.4 Amazonas

O estado do Amazonas não concede isenção do IPVA para veículos elétricos ou híbridos, mas aplica uma alíquota diferenciada para esses modelos. A Lei Complementar nº 19, de 29 de dezembro de 1997, que institui o Código Tributário do Estado, não contempla os veículos eletrificados entre as hipóteses de isenção listadas em seu artigo 149, o qual permanece inalterado nesse ponto mesmo após sucessivas modificações.

No entanto, a Lei Complementar nº 259, de 14 de dezembro de 2023, introduziu, no artigo 150 da referida norma, o inciso VIII, que estabelece uma alíquota específica de 3% para os veículos que utilizarem motor elétrico ou motor combinado com propulsão a combustão — abrangendo, portanto, os veículos elétricos puros (BEV) e os híbridos (HEV e PHEV). Essa nova regra entrou em vigor na data de sua publicação, produzindo efeitos a partir de 1º de janeiro de 2024.

A alíquota de 3% representa uma redução em relação à alíquota padrão de 4% vigente no estado para veículos de passeio e comerciais leves com capacidade superior a 1000 cilindradas. No entanto, ela ainda é superior às alíquotas aplicadas por outros estados que adotaram políticas mais agressivas de incentivo à eletromobilidade, como isenções totais ou alíquotas progressivamente reduzidas.

Dessa forma, o Amazonas passa a reconhecer os veículos eletrificados como categoria tributária específica no âmbito do IPVA a partir do exercício de 2024, ainda que opte por um modelo de tributação diferenciada em vez de isenção, alinhando-se a uma política fiscal moderada de incentivo.

A.5 Bahia

Na Bahia, o regime de incentivo fiscal voltado a veículos eletrificados foi estabelecido pela **Lei Estadual nº 14.638, de 12 de dezembro de 2023**, que alterou o artigo 4º da **Lei nº 6.348, de 17 de dezembro de 1991**, norma que rege o IPVA no estado. O novo benefício fiscal passou a produzir efeitos a partir de 1º de janeiro de 2024.

De acordo com a redação vigente, ficam isentos do pagamento de IPVA os veículos que operam exclusivamente com propulsão elétrica, desde que possuam **valor venal de até R$ 300.000,00**. Para os veículos elétricos cujo valor ultrapasse esse limite, a norma estabelece uma alíquota diferenciada de **2,5%**, inferior à alíquota

padrão aplicada aos veículos convencionais no estado. Veículos híbridos, por sua vez, **não são contemplados por qualquer forma de isenção ou redução de alíquota**, permanecendo sujeitos à tributação integral conforme a regra geral.

A política adotada pela Bahia, portanto, se distingue por privilegiar exclusivamente os veículos 100% elétricos e por impor um **teto de valor** como condição para fruição da isenção. Essa limitação visa direcionar o incentivo a modelos mais acessíveis, evitando que benefícios fiscais sejam apropriados por consumidores de veículos de alto padrão. A inclusão de uma alíquota intermediária de 2,5% para os modelos acima do limite de isenção também evidencia uma estratégia de transição fiscal, buscando manter uma diferenciação tributária moderada em relação aos veículos a combustão.

A.6 Ceará

O estado do Ceará adota um modelo de incentivo fiscal exclusivo para veículos movidos a motor unicamente elétrico, excluindo qualquer forma de benefício para veículos híbridos. Inicialmente, a isenção integral do IPVA para veículos elétricos foi prevista no inciso IX do artigo 4º da Lei nº 12.023, de 20 de novembro de 1992. Contudo, o §7º do mesmo artigo estabeleceu que o benefício teria vigência apenas até 31 de dezembro de 2020, extinguindo a isenção a partir de 2021.

Com a revogação da isenção, entrou em vigor um novo regime de alíquotas progressivas por meio do artigo 6º-A, incluído pela Lei nº 16.735, de 26 de dezembro de 2018, com efeitos a partir de 1º de janeiro de 2021. Esse dispositivo fixou uma alíquota inicial de 0,5% para veículos elétricos, a ser acrescida do mesmo percentual a cada exercício fiscal, até que se atinja o valor da alíquota ordinária aplicável a cada categoria de veículo. Para motocicletas, motonetas, ciclomotores e triciclos elétricos, o §1º do artigo 6º-A estipula alíquotas máximas de 2%, 3% ou 3,5%, conforme a faixa de potência do motor. Adicionalmente, o §2º prevê uma redução de 50% na alíquota aplicável, a partir de 2024, para veículos com até 3 kW de potência que não apresentem infrações registradas no Detran-CE nos 12 meses anteriores ao exercício do benefício.

Em contrapartida, a legislação cearense não contempla qualquer forma de isenção, redução ou alíquota diferenciada para veículos híbridos, os quais seguem

sujeitos à tributação regular conforme a potência e a categoria. Os automóveis de passeio, por exemplo, estão sujeitos à alíquota de 2,5%, 3% ou 3,5%, conforme o disposto no artigo 6º da mesma lei.

Em síntese, o Ceará adotou, a partir de 2021, um regime fiscal de transição para veículos 100% elétricos, substituindo a antiga isenção por alíquotas progressivas e regras específicas por categoria e potência. Não há qualquer benefício vigente para veículos híbridos, que permanecem integralmente submetidos às regras gerais do IPVA estadual.

A.7 Distrito Federal

No caso do Distrito Federal, observa-se a política mais abrangente atualmente em vigor no território nacional. A isenção do IPVA aplica-se tanto a veículos elétricos quanto híbridos, sem qualquer restrição quanto ao preço do bem, ano de fabricação, potência do motor ou perfil do adquirente. Tal benefício foi instituído por meio da **Lei nº 7.028, de 27 de dezembro de 2021**, que entrou em vigor a partir de 1º de janeiro de 2022, tornando o DF o primeiro ente da federação a estender o tratamento favorecido de maneira irrestrita para ambas as tecnologias.

Contudo, a política sofreu alterações substanciais com a publicação da **Lei nº 7.591, de 5 de dezembro de 2024**. Esta norma restringiu o benefício aos veículos adquiridos em concessionárias situadas no próprio Distrito Federal, desde que o proprietário seja pessoa física sem débitos com o Governo local. A mudança foi uma tentativa de fomentar o comércio regional e evitar o chamado “turismo tributário”, em que consumidores adquiririam veículos em outros estados apenas para registrá-los no DF em razão do benefício fiscal.

O caso do Distrito Federal ilustra não apenas o potencial das políticas estaduais na promoção da mobilidade sustentável, mas também os desafios jurídicos e orçamentários que envolvem a implementação e a modificação desses incentivos.

A.8 Espírito Santo

No Espírito Santo, a Lei nº 6.999, de 27 de dezembro de 2001, que dispõe sobre o IPVA no estado, **não prevê qualquer isenção, alíquota diferenciada ou**

benefício fiscal específico para veículos elétricos ou híbridos, mesmo após suas alterações mais recentes.

As isenções existentes concentram-se em categorias como ambulâncias, veículos com mais de 15 anos de fabricação, táxis, veículos utilizados por pessoas com deficiência (limitados a R$ 100 mil), entidades assistenciais sem fins lucrativos, além de veículos utilizados exclusivamente em atividades pesqueiras ou no transporte público adaptado. Nenhuma dessas hipóteses abrange expressamente os veículos eletrificados.

Do ponto de vista da tributação, os veículos de passeio e utilitários — categoria que inclui os elétricos e híbridos — estão sujeitos à alíquota geral de **2%**, conforme o inciso I do art. 12 da mesma lei.

Assim, conclui-se que o Espírito Santo **não oferece incentivo fiscal por meio do IPVA para veículos elétricos ou híbridos**, mantendo esses veículos submetidos à mesma carga tributária dos demais automóveis convencionais a combustão.

A.9 Goiás

O estado de Goiás não concede isenção do IPVA para veículos elétricos ou híbridos, nem estabelece alíquotas específicas ou diferenciadas para esse tipo de motorização. A legislação atualmente em vigor é a Lei nº 11.651, de 26 de dezembro de 1991, que institui o Código Tributário do Estado.

As alíquotas aplicáveis a veículos de passeio e utilitários são de 3,75%, conforme disposto no inciso IV do art. 93. Veículos utilitários pagam 3,45% e motocicletas com potência até 100cv estão sujeitos a 3%. Não há previsão normativa que reduza ou isente veículos movidos exclusivamente a eletricidade, tampouco híbridos ou plug-in híbridos.

As isenções vigentes se aplicam a veículos com 10 anos ou mais de fabricação, veículos destinados a pessoas com deficiência (desde que o valor não ultrapasse o limite da isenção do ICMS), veículos agrícolas, de transporte coletivo escolar ou turístico, dentre outras situações específicas. Ainda que a legislação estadual trate de redução de base de cálculo para determinados veículos, como os destinados à locação ou com baixa cilindrada (arts. 94-A e 94-B), não contempla qualquer estímulo fiscal voltado à eletromobilidade.

Portanto, até o momento, veículos elétricos e híbridos continuam sujeitos às alíquotas gerais estabelecidas, sem qualquer incentivo tributário relacionado ao IPVA no estado de Goiás.

A.10 Maranhão

O estado do Maranhão adota um regime de isenção e de alíquotas diferenciadas do IPVA baseado na fonte de propulsão e no valor venal do veículo. A isenção total do IPVA aplica-se exclusivamente aos veículos automotores movidos integralmente por força motriz elétrica, conforme disposto na **Lei nº 7.799, de 19 de dezembro de 2002**, publicada no Diário Oficial do Estado em 26 de dezembro daquele ano. Desde então, os veículos 100% elétricos são beneficiados com a não incidência do imposto, sem imposição de critérios relacionados ao valor de mercado ou à origem da aquisição.

Para os demais veículos automotores, incluindo os modelos híbridos, a tributação é definida com base em faixas de valor venal, conforme estabelece o artigo 88 da mesma lei, com redação atualizada pela **Lei nº 10.283, de 17 de julho de 2015**. A norma prevê uma alíquota de 2,5% para veículos automotores de passeio com valor venal de até R$ 150.000,00, enquanto os veículos com valor superior a esse patamar são tributados à alíquota padrão de 3%. Dessa forma, ainda que não exista um dispositivo legal específico para os veículos híbridos, alguns modelos podem ser beneficiados indiretamente, desde que se enquadrem no limite de valor estabelecido para a alíquota intermediária.

Além da diferenciação por valor, a legislação estadual impõe uma condição adicional relacionada à origem da aquisição do veículo. A **Lei nº 10.956, de 5 de dezembro de 2018**, alterou dispositivos da legislação tributária do estado para determinar que os benefícios fiscais vinculados ao IPVA, incluindo tanto a isenção quanto as alíquotas reduzidas, somente serão aplicáveis aos veículos adquiridos em concessionárias estabelecidas no território maranhense. A regra passou a vigorar a partir de 1º de janeiro de 2019. Com isso, veículos adquiridos fora do estado, ainda que posteriormente registrados no Maranhão, não fazem jus aos incentivos.

Em síntese, a política adotada pelo Maranhão contempla a isenção integral do IPVA para veículos elétricos, concede uma alíquota reduzida baseada em valor venal

que pode abranger determinados modelos híbridos, e condiciona o acesso aos benefícios à aquisição local dos veículos. Essa estrutura normativa combina elementos ambientais e econômicos, refletindo uma tentativa de alinhar o estímulo à mobilidade sustentável à valorização da cadeia comercial automotiva regional.

A.11 Mato Grosso

O estado de Mato Grosso **não concede isenção nem aplica alíquota diferenciada de IPVA para veículos elétricos ou híbridos**, conforme estabelecido na Lei nº 7.301, de 17 de julho de 2000, que rege o imposto no estado. A legislação estadual prevê alíquotas variáveis de acordo com a categoria e a potência do veículo, mas **não contempla qualquer benefício específico voltado à eletromobilidade**.

Os veículos elétricos, portanto, estão sujeitos à tributação ordinária conforme sua classificação: **2% para automóveis de até 1.000 cilindradas**, **2,5% para utilitários**, e até **3,5% ou 4%** para veículos de maior potência ou de competição, conforme o artigo 6º da norma.

A legislação mato-grossense concede isenção do imposto em outras hipóteses, como para veículos de pessoas com deficiência, táxis, veículos com mais de 18 anos de fabricação, embarcações de pescador artesanal, e veículos movidos a Gás Natural Veicular (GNV) que atendam a critérios específicos, como a limitação de potência e o uso por motoristas de aplicativo. No entanto, **nenhum desses dispositivos alcança diretamente os veículos elétricos ou híbridos**.

Em resumo, **Mato Grosso ainda não adota política de incentivo fiscal no IPVA para estimular a aquisição de veículos elétricos ou híbridos**, mantendo para eles a tributação padrão aplicável a veículos convencionais.

A.12 Mato Grosso do Sul

O estado de Mato Grosso do Sul concede redução significativa da alíquota do IPVA para veículos elétricos, conforme disposto no artigo 153 da Lei nº 1.810, de 22 de dezembro de 1997, com redação dada pela Lei nº 6.074, de 14 de junho de 2023. Esta última norma entrou em vigor na data de sua publicação. A partir de então, os veículos com motor acionado a eletricidade passaram a ter direito à redução de 70% sobre o

valor do imposto. Não se trata de uma isenção integral, mas de um benefício fiscal relevante que torna a tributação dos veículos elétricos bastante inferior àquela incidente sobre veículos convencionais.

A alíquota cheia aplicada aos automóveis de passeio movidos a combustão é de 5%, conforme o artigo 157, inciso I, alínea “b”, da mesma lei. Portanto, com a aplicação do desconto de 70%, a alíquota efetiva para veículos elétricos fica em 1,5%.

Por outro lado, a legislação estadual não prevê qualquer isenção ou alíquota reduzida específica para veículos híbridos — sejam convencionais ou plug-in. Esses veículos seguem sujeitos às alíquotas integrais, de acordo com seu tipo e combustível predominante, variando geralmente entre 3% e 5%.

Além disso, Mato Grosso do Sul concede isenção integral do IPVA para veículos com mais de 15 anos de fabricação, veículos utilizados como táxi, veículos destinados ao transporte de pessoas com deficiência (com redução de 60%) e veículos com motor a gás natural veicular (GNV), que recebem isenção total do imposto.

Em resumo, o Mato Grosso do Sul adota, desde a vigência da Lei nº 6.074/2023, uma política de incentivo parcial aos veículos elétricos, com redução de 70% do IPVA, mas não estende tratamento tributário diferenciado aos veículos híbridos.

A.13 Minas Gerais

Em Minas Gerais, a legislação do IPVA estabelece isenção para veículos eletrificados apenas em casos bastante específicos. Nos termos do inciso XIX do artigo 3º da **Lei nº 14.937, de 23 de dezembro de 2003**, com redação dada pela **Lei nº 23.174, de 21 de dezembro de 2018**, são isentos do imposto os **veículos novos fabricados no estado, cujo motor de propulsão seja movido a gás natural ou energia elétrica**, bem como os **veículos novos híbridos, também fabricados no estado, que possuam mais de um motor de propulsão, sendo pelo menos um deles movido a gás natural ou energia elétrica**. A referida lei **entrou em vigor na data de sua publicação**, em 21 de dezembro de 2018.

Fora dessas hipóteses restritas, os veículos eletrificados — incluindo híbridos e elétricos não produzidos localmente — estão sujeitos à tributação regular. O artigo

10 da mesma lei fixa a **alíquota geral de 4%** para veículos automotores que não estejam contemplados por tratamento diferenciado em outros incisos. Dessa forma, veículos elétricos e híbridos adquiridos fora do estado, ou mesmo fabricados em Minas Gerais mas já usados ou fora do perfil previsto no inciso XIX, são tributados como qualquer outro veículo de passeio.

A legislação não prevê, portanto, uma isenção ampla ou progressiva para veículos eletrificados de modo geral, mas sim um benefício **pontual e condicionado** à origem da fabricação. Os demais veículos híbridos ou elétricos, não possuem qualquer forma de incentivo fiscal vigente no estado.

A.14 Pará

O estado do Pará não adota qualquer incentivo fiscal específico voltado à eletromobilidade. A legislação vigente, consolidada na **Lei nº 6.017, de 30 de dezembro de 1996**, **não prevê isenção nem alíquotas diferenciadas para veículos movidos a eletricidade ou dotados de propulsão híbrida**.

O artigo 3º da referida norma enumera exaustivamente as hipóteses de isenção do imposto, contemplando categorias como veículos com mais de 15 anos, veículos de transporte público individual (como táxis), embarcações de pesca artesanal, veículos adaptados para pessoas com deficiência, entre outros. **Não há qualquer menção a veículos elétricos ou híbridos.**

Adicionalmente, o **artigo 10 da mesma lei fixa a alíquota de 2,5%** para automóveis e caminhonetes, o que inclui, de forma indistinta, os veículos eletrificados.

Portanto, no Pará, **veículos elétricos e híbridos são tratados da mesma forma que veículos convencionais**, sem qualquer tipo de isenção, redução de alíquota ou regime especial de tributação no âmbito do IPVA.

A.15 Paraíba

O estado da Paraíba passou a adotar, a partir do exercício de 2025, política de incentivo fiscal voltada aos veículos elétricos por meio de isenção total do IPVA. A medida foi introduzida pela **Lei nº 13.347, de 27 de agosto de 2024**, que acrescentou o inciso XIX ao artigo 4º da **Lei nº 11.007, de 6 de novembro de 2017**, norma que

rege o imposto estadual. A isenção aplica-se exclusivamente aos **veículos movidos a motor unicamente elétrico**, sendo vedada a aplicação do benefício a veículos híbridos ou outras formas de propulsão combinada.

De acordo com o §2º do mesmo artigo, o benefício **não depende de requerimento formal**, o que simplifica o processo de fruição para o contribuinte. A isenção passou a **produzir efeitos a partir de 27 de agosto de 2024**.

Por outro lado, **não há qualquer previsão de isenção, alíquota diferenciada ou benefício fiscal** aplicável a veículos híbridos — sejam convencionais, plug-in ou que utilizem combustíveis alternativos como etanol ou GNV. Tais veículos estão, portanto, sujeitos à **alíquota geral de 2,5%**, conforme disposto no inciso II do artigo 12 da mesma lei.

A legislação paraibana também prevê alíquotas diferenciadas para veículos de transporte pesado (1%) e isenção para motocicletas de até 170 cilindradas, mas nenhum desses dispositivos se aplica diretamente aos veículos eletrificados de passeio.

Em síntese, a Paraíba adota, a partir de 2025, **isenção integral de IPVA apenas para veículos 100% elétricos**, sem limite de valor, exigência de fabricação local ou condição relacionada ao perfil do proprietário. Os veículos híbridos não recebem tratamento diferenciado e continuam tributados pela alíquota padrão estadual.

A.16 Paraná

O estado do Paraná não concede atualmente isenção do IPVA para veículos elétricos ou híbridos. A legislação aplicável é a **Lei nº 14.260, de 22 de dezembro de 2003**, que trata da cobrança do imposto no estado, e suas alterações posteriores. Até o exercício de 2023, o Paraná havia adotado políticas temporárias de isenção parcial ou total para veículos elétricos e híbridos; no entanto, tais benefícios **não foram renovados** a partir de **1º de janeiro de 2024**, conforme amplamente noticiado e verificado na ausência de dispositivo legal em vigor que mantenha esse regime.

Desde então, os veículos eletrificados — tanto 100% elétricos quanto híbridos — passaram a ser tributados pelas alíquotas regulares, estabelecidas pela legislação estadual com base no tipo de veículo. A **alíquota geral** do IPVA no estado é de **3,5%**

sobre o valor venal para automóveis de passeio, conforme disposto no artigo 4º, inciso II, da **Lei nº 14.260/2003**, com redação dada pela **Lei nº 18.371, de 15 de dezembro de 2014**, em vigor desde **1º de abril de 2015**. Para caminhões e ônibus a alíquota é **1%**.

Não há distinções ou exceções legais atualmente em vigor para veículos com motorização elétrica ou híbrida, tampouco regras específicas sobre valor do veículo, tipo de combustível ou potência do motor. Dessa forma, o Paraná adota, desde 2024, um regime uniforme de tributação que **equipara os veículos eletrificados aos veículos convencionais**, independentemente de seu menor impacto ambiental ou de sua configuração tecnológica.

A ausência de incentivos fiscais voltados à eletromobilidade representa uma inflexão em relação a anos anteriores e alinha o estado a uma política fiscal neutra quanto ao tipo de propulsão dos veículos.

A.17 Pernambuco

O estado de Pernambuco revisou recentemente sua política de incentivos fiscais voltada aos veículos eletrificados. Até o exercício de 2023, o estado concedia isenção do IPVA a veículos movidos a motor elétrico, conforme estabelecido pela redação anterior do inciso XI do artigo 6º da **Lei nº 10.849, de 28 de dezembro de 1992**. Contudo, com a publicação da **Lei nº 18.305, de 30 de setembro de 2023**, houve alteração significativa na definição legal do benefício, que passou a abranger apenas os veículos **movidos unicamente a motor elétrico**. A nova redação, disposta no atual inciso XIII do mesmo artigo, entrou em vigor a partir de **1º de janeiro de 2024**, excluindo expressamente os veículos híbridos do tratamento favorecido.

Com essa mudança, apenas os veículos puramente elétricos permanecem isentos do imposto, enquanto os veículos híbridos — sejam convencionais, plug-in ou de outras categorias mistas — passaram a ser tributados normalmente, à alíquota geral. A legislação vigente, em seu artigo 12-B, fixa a alíquota do IPVA em **2,4% do valor venal** para todos os veículos automotores não contemplados por categorias específicas como ônibus, caminhões, motocicletas de baixa cilindrada ou veículos movidos exclusivamente a Gás Natural Veicular (GNV), que têm alíquotas próprias.

Pernambuco, portanto, é um dos estados que passou a adotar uma **distinção explícita entre veículos elétricos e híbridos**, restringindo os incentivos àqueles que

operam exclusivamente por propulsão elétrica. Os veículos híbridos, por sua vez, não possuem qualquer tipo de alíquota diferenciada ou progressiva, sendo tributados à mesma alíquota aplicada à maioria dos veículos de passeio. Essa redefinição legal sinaliza uma mudança de enfoque na política estadual, ao limitar o benefício fiscal a tecnologias consideradas de emissão zero.

A.18 Piauí

O estado do Piauí adota uma política de incentivo fiscal voltada exclusivamente aos veículos movidos integralmente a eletricidade, por meio da aplicação de alíquota reduzida do IPVA. A legislação aplicável é a **Lei nº 4.548, de 29 de dezembro de 1992**, cujo **artigo 14** estabelece, no inciso I, a alíquota de **1%** para veículos **movidos exclusivamente a motor elétrico**, ao lado de ônibus, caminhões e cavalos mecânicos. A redação vigente deste dispositivo foi conferida pela **Lei nº 7.192, de 29 de março de 2019**, permanecendo em vigor desde a publicação da norma na mesma data.

Os veículos híbridos, por sua vez, **não são contemplados com isenção ou alíquota diferenciada**, uma vez que não se enquadram na definição de propulsão exclusivamente elétrica exigida pela legislação estadual. Dessa forma, o tratamento fiscal aplicável aos híbridos depende exclusivamente do **valor venal do veículo**, nos termos dos incisos IV, V e VI do mesmo artigo. Para automóveis e caminhonetes de valor venal de até **R$ 150.000,00**, a alíquota é de **2,5%**; já os veículos cujo valor exceda esse limite são tributados à alíquota de **3%**.

Essa estrutura normativa revela uma distinção objetiva entre os veículos totalmente elétricos e os demais veículos eletrificados. Enquanto os primeiros se beneficiam de um incentivo claro e direto, os híbridos estão sujeitos à tributação ordinária, ainda que possam, eventualmente, usufruir de uma alíquota intermediária em razão de seu valor de mercado.

A.19 Rio de Janeiro

O estado do Rio de Janeiro adota uma política de **alíquotas diferenciadas** no IPVA para veículos eletrificados, conforme estabelecido no artigo 10 da **Lei nº 2.877,**

de 22 de dezembro de 1997, com redação consolidada pela **Lei nº 7.068, de 1º de outubro de 2015**, em vigor desde 1º de janeiro de 2016. A legislação não prevê isenção total para veículos eletrificados, mas estabelece alíquotas reduzidas em função do tipo de tecnologia de propulsão adotada.

Para os veículos **movidos exclusivamente por energia elétrica**, a alíquota aplicável é de **0,5%** do valor venal, conforme inciso VII do artigo 10. Já os **veículos híbridos**, definidos pela legislação como aqueles que possuam mais de um motor de propulsão, sendo ao menos um deles alimentado por energia elétrica, são tributados à alíquota de **1,5%**, nos termos do inciso VI-A do mesmo artigo. Em ambos os casos, trata-se de percentuais significativamente inferiores à alíquota geral de **4%**, aplicada aos automóveis de passeio e camionetas movidos a gasolina ou diesel que não se enquadrem em qualquer das hipóteses de tratamento especial.

A norma não impõe restrições relacionadas ao valor do veículo, ano de fabricação, origem da aquisição ou local de emplacamento. Também não exige que o veículo tenha sido fabricado no estado. Dessa forma, o Rio de Janeiro oferece um dos tratamentos mais objetivos e abrangentes entre os entes federativos, ao contemplar tanto veículos 100% elétricos quanto híbridos com alíquotas fixadas em percentuais reduzidos e claramente diferenciados da regra geral.

A.20 Rio Grande do Norte

O estado do Rio Grande do Norte passou por uma reformulação recente em sua política de tributação de veículos elétricos, substituindo a antiga isenção integral por um regime de alíquotas progressivas. Até a entrada em vigor da Lei nº 12.026, de 27 de dezembro de 2024, os veículos movidos exclusivamente a motor elétrico estavam isentos do pagamento do IPVA, conforme o inciso XI do artigo 8º da Lei nº 6.967, de 1996. Contudo, essa isenção foi revogada com efeitos a partir de 28 de março de 2025.

Em substituição, a legislação passou a prever, a partir dessa mesma data, uma alíquota inicial reduzida de 0,5% para os veículos elétricos, conforme disposto no artigo 4º-A. A norma estabelece que essa alíquota será acrescida de 0,5 ponto percentual a cada 1º de janeiro, até atingir o limite correspondente à metade da alíquota aplicável à respectiva categoria de veículo definida no artigo 4º da mesma lei.

Por exemplo, para veículos de passeio que normalmente pagariam 3%, o teto da alíquota para elétricos será de 1,5%.

Não há qualquer menção a veículos híbridos na legislação vigente, tampouco previsão de isenção, alíquota reduzida ou progressiva para esse tipo de motorização. Dessa forma, os híbridos permanecem enquadrados nas alíquotas ordinárias aplicáveis aos veículos convencionais, que variam de 1% a 3%, conforme a categoria e especificações técnicas.

Em resumo, o estado do Rio Grande do Norte extinguiu a isenção integral anteriormente concedida a veículos elétricos e instituiu um regime de alíquota progressiva a partir de março de 2025. O novo modelo busca manter um estímulo fiscal inicial à eletromobilidade, mas reduz gradualmente o benefício ao longo dos anos. Veículos híbridos, por sua vez, não recebem qualquer tratamento tributário diferenciado e continuam sujeitos à tributação padrão do IPVA estadual.

A.21 Rio Grande do Sul

A legislação do estado do Rio Grande do Sul estabelece **isenção do IPVA para veículos de força motriz elétrica**, nos termos do **artigo 4º, inciso II, da Lei nº 8.115, de 30 de dezembro de 1985**, com redação dada pela **Lei nº 10.869, de 5 de dezembro de 1996**, vigente desde sua publicação em **6 de dezembro de 1996**. A redação da norma utiliza o termo genérico “veículos de força motriz elétrica”, abrangendo, com razoável segurança jurídica, os veículos 100% elétricos, desde que sua propulsão seja integralmente elétrica. A norma não estabelece limite de valor, ano de fabricação, nem condicionantes adicionais para a fruição da isenção.

Por outro lado, **veículos híbridos** — cuja força motriz é combinada entre energia elétrica e combustível fóssil — **não são contemplados por qualquer tipo de isenção ou alíquota diferenciada**. A legislação do IPVA no estado não menciona esses veículos de forma expressa, o que implica seu enquadramento nas alíquotas ordinárias.

Nos termos do **artigo 9º, inciso II, da Lei nº 8.115/1985**, com redação dada pela **Lei nº 10.869/1996**, os **automóveis e camionetas** — categorias em que se enquadra a maior parte dos veículos híbridos — são tributados à **alíquota de 3%**

sobre o valor venal. Essa alíquota é aplicada de maneira uniforme a todos os veículos dessa categoria que não estejam abarcados pelas hipóteses específicas de isenção.

Em resumo, o regime do Rio Grande do Sul prevê **isenção ampla e irrestrita para veículos elétricos puros**, desde que sejam movidos exclusivamente por força motriz elétrica, e **tributação integral para veículos híbridos**, independentemente do seu grau de eficiência ou tipo de tecnologia complementar. Trata-se de um modelo legal que favorece de forma clara os veículos de emissão zero, sem oferecer, no entanto, incentivos intermediários para tecnologias de transição.

A.22 Rondônia

No estado de Rondônia, a legislação vigente não prevê qualquer forma de isenção, alíquota diferenciada ou benefício fiscal específico para veículos elétricos ou híbridos no âmbito do IPVA. A Lei nº 950, de 22 de dezembro de 2000, que institui o imposto estadual, estabelece, em seu artigo 6º, as hipóteses de isenção aplicáveis, mas nenhuma delas contempla expressamente veículos eletrificados, sejam eles 100% elétricos ou híbridos. As isenções estão restritas a casos como máquinas agrícolas, veículos para pessoas com deficiência, táxis, transporte coletivo urbano com acessibilidade, veículos de socorro e ambulâncias, entre outros.

Adicionalmente, o artigo 5º da referida norma estabelece as alíquotas do IPVA conforme o tipo e as características dos veículos. A alíquota aplicável a automóveis de passeio e utilitários, categoria na qual usualmente se enquadram os veículos eletrificados, é de 3%. Não há, na legislação, qualquer menção à motorização elétrica como fator de redução de carga tributária. A única alíquota zero prevista aplica-se exclusivamente a motocicletas de até 170 cilindradas, conforme inclusão recente promovida pela Lei nº 5.706, de 20 de dezembro de 2023, com efeitos a partir de 1º de janeiro de 2024.

Dessa forma, constata-se que o estado de Rondônia adota um regime fiscal neutro em relação à eletromobilidade, tributando veículos elétricos e híbridos nas mesmas condições dos veículos convencionais a combustão.

A.23 Roraima

O estado de Roraima passou a adotar, a partir de 6 de maio de 2024, uma política de incentivo fiscal voltada à eletromobilidade, ao conceder isenção total do IPVA para veículos movidos a motor elétrico, inclusive os híbridos convencionais, os híbridos plug-in (recarregáveis externamente) e os movidos a hidrogênio. A medida foi introduzida pela Lei nº 1.983, de 6 de maio de 2024, que alterou o artigo 98 da Lei nº 59, de 28 de dezembro de 1993, norma que rege o sistema tributário estadual. O benefício aplica-se exclusivamente aos veículos adquiridos no estado e limita-se aos cinco primeiros anos após a sua primeira venda a consumidor final.

A isenção, portanto, não tem caráter vitalício e não se aplica a veículos adquiridos fora do estado ou usados. Ademais, para fins de fruição, exige-se que o contribuinte formalize requerimento perante a Secretaria da Fazenda antes do vencimento do imposto, conforme previsto no §9º do mesmo artigo. A norma não impõe teto de valor venal nem condiciona o benefício ao perfil do proprietário, ampliando, assim, o alcance da política para diferentes faixas de renda.

Em relação aos veículos eletrificados não contemplados pela isenção (por ultrapassarem o prazo de cinco anos, por exemplo), aplica-se a alíquota padrão de 3% para veículos de passeio, conforme o artigo 100 da Lei nº 59/1993. A alíquota é reduzida a 2% para motocicletas e veículos de carga, e a 1% para veículos de empresas de locação.

Dessa forma, o estado de Roraima adota uma política de isenção temporária, mas ampla, para promover a adoção de veículos de baixa emissão, incluindo diversas categorias de eletrificação. Trata-se de uma abordagem inovadora por incluir os híbridos e os movidos a hidrogênio, ainda que com prazo de fruição limitado.

A.24 Santa Catarina

Em Santa Catarina, o tratamento tributário do IPVA está disciplinado pela **Lei nº 7.543/1988**, que institui o imposto no estado e estabelece as respectivas alíquotas. A legislação não prevê qualquer isenção ou regime diferenciado para veículos movidos exclusivamente a eletricidade ou para veículos híbridos.

Dessa forma, aplicam-se as **alíquotas gerais** previstas no **Art. 5º** da referida lei, conforme o tipo de veículo. Para **veículos terrestres de passeio, utilitários e motor-casa**, inclusive os que eventualmente sejam elétricos ou híbridos, a alíquota é

de **2%**. Já para **veículos de duas ou três rodas** e **veículos de transporte de carga ou passageiros (coletivos)**, a alíquota aplicável é de **1%**.

Não há menção expressa, na legislação vigente, a veículos movidos por força motriz elétrica ou híbrida, tampouco a qualquer tipo de isenção ou redução de alíquota para tais categorias. Portanto, a tributação segue os critérios gerais, sem diferenciação específica em razão da tecnologia de propulsão.

A.25 São Paulo

O estado de São Paulo adota um modelo normativo seletivo para concessão de incentivos fiscais no âmbito do IPVA, com isenções e alíquotas diferenciadas previstas exclusivamente na legislação estadual. O regime geral de tributação está estabelecido na **Lei nº 13.296, de 23 de dezembro de 2008**, cujo artigo 9º define as alíquotas padrão aplicáveis aos veículos automotores. Desde a atualização promovida pela **Lei nº 17.473, de 16 de dezembro de 2021**, a alíquota do IPVA para automóveis de passeio e veículos não contemplados por regras específicas é de **4% sobre o valor venal**, vigente a partir de **1º de janeiro de 2022**.

Contudo, a **Lei nº 18.065, de 18 de dezembro de 2024**, que entrou em vigor em **1º de janeiro de 2025**, introduziu **isenções temporárias** para determinados veículos eletrificados e híbridos, com vigência específica. A nova lei estabelece **isenção total do IPVA, de 1º de janeiro de 2025 a 31 de dezembro de 2026**, para veículos que se enquadrem nos seguintes critérios: (i) estejam previstos no **inciso III do artigo 9º da Lei nº 13.296/2008**, ou seja, veículos com motor especificado para funcionar exclusivamente com eletricidade; (ii) sejam **movidos exclusivamente a hidrogênio**; ou (iii) sejam **híbridos com motor elétrico e motor a combustão que utilize etanol**, desde que o valor do veículo **não ultrapasse R$ 250.000,00**.

Para os veículos híbridos, o texto legal ainda exige que o motor elétrico atenda a **especificações técnicas definidas pela Secretaria da Fazenda e Planejamento**, conforme disciplina própria. O valor do veículo considerado para fins de isenção deverá incluir todos os tributos, pintura e acessórios de fábrica, mesmo que cobrados separadamente, e será **atualizado anualmente pelo IPCA**.

A mesma lei também prevê um regime de **progressão da alíquota** para os veículos beneficiários após o período de isenção. O cronograma é o seguinte: **1% em 2027**, **2% em 2028**, **3% em 2029**, e retorno à alíquota padrão de **4% a partir de 2030**.

Cabe destacar que a norma paulista **não concede isenção irrestrita aos veículos elétricos** em geral, mas somente àqueles que se enquadrarem nos critérios específicos da legislação. Dessa forma, veículos 100% elétricos cujo valor de mercado ultrapasse o limite estabelecido, ou híbridos que não utilizem etanol como combustível fóssil complementar, permanecem sujeitos à **alíquota padrão de 4%**.

Em síntese, a política de São Paulo combina incentivos temporários e condicionados com regras rígidas de enquadramento, adotando uma abordagem fiscal voltada tanto à sustentabilidade quanto à seletividade orçamentária.

A.26 Sergipe

Em Sergipe, o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) é disciplinado pela **Lei nº 7.655, de 17 de junho de 2013**, que estabeleceu as normas vigentes no estado. A legislação define os casos de isenção e as alíquotas aplicáveis conforme o tipo e o valor do veículo, mas **não contempla qualquer forma de isenção ou tratamento diferenciado para veículos elétricos ou híbridos**.

A norma traz um rol taxativo de hipóteses de isenção no artigo 6º, que abrange, por exemplo, veículos utilizados como táxi por motoristas profissionais, ônibus empregados exclusivamente no transporte público urbano ou metropolitano, veículos de pessoas com deficiência, motocicletas de baixa cilindrada e veículos com mais de 15 anos de fabricação. No entanto, não há qualquer menção a veículos movidos por **força motriz elétrica**, tampouco aos **veículos híbridos**, seja entre as hipóteses de isenção ou em seções relacionadas a alíquotas reduzidas.

Quanto à tributação, o artigo 9º da mesma lei fixa uma alíquota de **2,5% para automóveis e veículos utilitários** com valor venal de até R$ 120.000,00, e **3% para os que ultrapassarem esse valor**. Nessas faixas estão enquadrados os veículos elétricos e híbridos, visto que não há disposição específica para seu enquadramento. Assim, esses modelos são tributados nas mesmas condições dos veículos convencionais a combustão.

Dessa forma, a política tributária de Sergipe mantém um tratamento **neutro e indiferenciado** em relação aos veículos eletrificados, não adotando nenhum tipo de incentivo fiscal para fomentar a eletromobilidade até o momento.

A.27 Tocantins

No Tocantins, o tratamento tributário relativo ao IPVA é disciplinado pela **Lei nº 1.287, de 28 de dezembro de 2001**, que estabelece tanto as alíquotas quanto as hipóteses de isenção do imposto. A legislação vigente **não contempla qualquer forma de isenção ou alíquota diferenciada para veículos elétricos ou híbridos**, sendo estes enquadrados nas mesmas condições tributárias dos veículos convencionais movidos a combustão.

As alíquotas atualmente aplicáveis variam conforme o tipo e a potência do veículo. Veículos automotores de passeio, camionetas e motocicletas com maior potência estão sujeitos à alíquota máxima de **3,5%**, conforme o **artigo 78 da referida lei**, enquanto veículos de carga, transporte coletivo ou com motor de menor potência podem ser tributados à alíquota de **2%** ou **2,5%**, a depender do enquadramento técnico.

Quanto às isenções, o artigo 71 da mesma norma prevê uma série de hipóteses de desoneração, abrangendo veículos de uso agrícola, de transporte coletivo urbano, de socorro, bem como veículos adquiridos por pessoas com deficiência ou autismo, desde que observados certos requisitos, como limite de valor venal de R$ 70.000,00. No entanto, **não há qualquer menção na legislação à propulsão elétrica ou híbrida como critério para isenção ou redução de IPVA**, e tais veículos não são tratados como uma categoria específica para fins tributários.

Assim, constata-se que o Tocantins **não adota qualquer política fiscal voltada à promoção da eletromobilidade**, mantendo os veículos elétricos e híbridos integralmente sujeitos à tributação regular, conforme as regras gerais do imposto.

A.28 Referências

ACRE. Lei Complementar nº 483, de 17 de dezembro de 2024. Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA e revoga a Lei

Complementar nº 114, de 2002. **Diário Oficial do Estado do Acre**, Rio Branco, AC, 18 dez. 2024.

ALAGOAS. Lei nº 9.093, de 11 de dezembro de 2023. Altera a Lei Estadual nº 6.555, de 30 de dezembro de 2004, que dispõe sobre o tratamento tributário relativo ao Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Alagoas**, Maceió, AL, 12 dez. 2023.

AMAPÁ. Decreto nº 3.677, de 29 de janeiro de 2025. Dispõe sobre o Regulamento do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores, Aquáticos e Aéreos (IPVA) do Estado do Amapá. **Diário Oficial do Estado do Amapá**, Macapá, AP, 30 jan. 2025.

AMAPÁ. Lei nº 3.152, de 27 de dezembro de 2024. Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores, Aquáticos e Aéreos (IPVA). **Diário Oficial do Estado do Amapá**, Macapá, AP, 28 dez. 2024.

AMAZONAS. Lei Complementar nº 19, de 29 de dezembro de 1997. Institui o Código Tributário do Estado do Amazonas. **Diário Oficial do Estado do Amazonas**, Manaus, AM, 29 dez. 1997.

AMAZONAS. Lei Complementar nº 259, de 14 de dezembro de 2023. Modifica dispositivos do Código Tributário do Estado do Amazonas, instituído pela Lei Complementar nº 19, de 29 de dezembro de 1997. **Diário Oficial do Estado do Amazonas**, Manaus, AM, 14 dez. 2023.

BAHIA. Lei nº 6.348, de 17 de dezembro de 1991. Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA. **Diário Oficial do Estado da Bahia**, Salvador, BA, 17 dez. 1991.

BAHIA. Lei nº 14.638, de 7 de dezembro de 2023. Altera a Lei nº 6.348, de 17 de dezembro de 1991, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado da Bahia**, Salvador, BA, 8 dez. 2023.

CEARÁ. Lei nº 12.023, de 20 de novembro de 1992. Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA. **Diário Oficial do Estado do Ceará**, Fortaleza, CE, 20 nov. 1992.

CEARÁ. Lei nº 16.735, de 26 de dezembro de 2018. Altera, entre outras, a Lei nº 12.023, de 20 de novembro de 1992, que dispõe sobre o IPVA. **Diário Oficial do Estado do Ceará**, Fortaleza, CE, 27 dez. 2018.

CNN BRASIL. Ter um carro elétrico pode te isentar de pagar IPVA; entenda. **CNN Brasil**, 14 nov. 2024. Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/auto/ter-um-carro-eletrico-pode-te-isentar-de-pagar-ipva-entenda/. Acesso em: 13 maio 2025.

DISTRITO FEDERAL. Lei nº 7.028, de 27 de dezembro de 2021. Acrescenta dispositivo à Lei nº 6.466, de 27 de dezembro de 2019. **Diário Oficial do Distrito Federal**, Brasília, DF, 28 dez. 2021.

DISTRITO FEDERAL. Lei nº 7.591, de 4 de dezembro de 2024. Altera a Lei nº 6.466, de 27 de dezembro de 2019. **Diário Oficial do Distrito Federal**, Brasília, DF, 5 dez. 2024.

DUQUE, Felipe. IPVA para carros elétricos e híbridos: isenção impedida pelo STF. **Estratégia Carreiras Jurídicas**, 20 fev. 2025. Disponível em: https://cj.estrategia.com/portal/isencao-ipva-carros-eletricos-hibridos/. Acesso em: 13 maio 2025.

ESPÍRITO SANTO. Lei nº 6.999, de 27 de dezembro de 2001. Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA, consolidando e atualizando as normas do tributo. **Diário Oficial do Estado do Espírito Santo**, Vitória, ES, 28 dez. 2001.

GOIÁS. Lei nº 11.651, de 26 de dezembro de 1991. Institui o Código Tributário do Estado de Goiás. **Diário Oficial do Estado de Goiás**, Goiânia, GO, 26 dez. 1991.

MARANHÃO. Lei nº 7.799, de 19 de dezembro de 2002. Dispõe sobre o Sistema Tributário do Estado do Maranhão. **Diário Oficial do Estado do Maranhão**, São Luís, MA, 26 dez. 2002.

MARANHÃO. Lei nº 10.283, de 17 de julho de 2015. Institui o Programa Moto Legal, altera regras relativas aos Impostos sobre a Propriedade de Veículos Automotores, a Transmissão Causa Mortis e a Doação de Quaisquer Bens e Direitos, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Maranhão**, São Luís, MA, 17 jul. 2015.

MARANHÃO. Lei nº 10.956, de 5 de dezembro de 2018. Altera a Lei nº 7.799, de 19 de dezembro de 2002, que dispõe sobre o Sistema Tributário do Estado do Maranhão, e outras leis correlatas. **Diário Oficial do Estado do Maranhão**, São Luís, MA, 5 dez. 2018.

MATO GROSSO. Lei nº 7.301, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso**, Cuiabá, MT, 17 jul. 2000.

MATO GROSSO DO SUL. Lei nº 1.810, de 22 de dezembro de 1997. Dispõe sobre os tributos de competência do Estado e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso do Sul**, Campo Grande, MS, 22 dez. 1997.

MATO GROSSO DO SUL. Lei nº 6.074, de 14 de junho de 2023. Altera a redação e acrescenta dispositivos à Lei nº 1.810, de 22 de dezembro de 1997, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso do Sul**, Campo Grande, MS, 15 jun. 2023.

MINAS GERAIS. Lei nº 14.937, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA – e dá outras providências. **Diário do Executivo – Minas Gerais**, Belo Horizonte, MG, 24 dez. 2003.

MINAS GERAIS. Lei nº 23.174, de 21 de dezembro de 2018. Altera as Leis nºs 4.747, de 9 de maio de 1968; 5.960, de 1º de agosto de 1972; 6.763, de 26 de dezembro de 1975; 14.937, de 23 de dezembro de 2003; 15.424, de 30 de dezembro de 2004; e 21.527, de 16 de dezembro de 2014. **Diário do Executivo – Minas Gerais**, Belo Horizonte, MG, 22 dez. 2018.

MONTOIA, Vinicius. Isenção de IPVA: saiba quais estados liberam carros híbridos e elétricos do imposto. **G1 Carros**, 8 fev. 2025. Disponível em: https://g1.globo.com/carros/noticia/2025/02/08/isencao-de-ipva-saiba-quais-estados-liberam-o-imposto-de-carros-hibridos-e-eletricos.ghtml. Acesso em: 13 maio 2025.

PARÁ. Lei nº 6.017, de 30 de dezembro de 1996. Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA. **Diário Oficial do Estado do Pará**, Belém, PA, 31 dez. 1996.

PARAÍBA. Lei nº 11.007, de 6 de novembro de 2017. Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado da Paraíba**, João Pessoa, PB, 7 nov. 2017.

PARAÍBA. Lei nº 13.347, de 27 de agosto de 2024. Altera as Leis nº 5.123/1989, nº 10.094/2013 e nº 11.007/2017, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado da Paraíba**, João Pessoa, PB, 28 ago. 2024.

PARANÁ. Lei nº 14.260, de 22 de dezembro de 2003. Estabelece normas sobre o tratamento tributário pertinente ao Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA. **Diário Oficial do Estado do Paraná**, Curitiba, PR, 23 dez. 2003.

PARANÁ. Lei nº 18.371, de 15 de dezembro de 2014. Altera dispositivos da Lei nº 11.580, de 14 de novembro de 1996, que dispõe sobre o ICMS, e da Lei nº 14.260, de 22 de dezembro de 2003, que estabelece normas sobre o tratamento tributário do IPVA. **Diário Oficial do Estado do Paraná**, Curitiba, PR, 16 dez. 2014.

PERNAMBUCO. Lei nº 10.849, de 28 de dezembro de 1992. Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**, Recife, PE, 29 dez. 1992.

PERNAMBUCO. Lei nº 18.305, de 30 de setembro de 2023. Modifica diversas leis estaduais, inclusive a Lei nº 10.849, de 28 de dezembro de 1992, no que se refere ao novo disciplinamento do IPVA e à concessão de benefícios fiscais. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**, Recife, PE, 30 set. 2023.

PIAUÍ. Lei nº 4.548, de 29 de dezembro de 1992. Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA. **Diário Oficial do Estado do Piauí**, Teresina, PI, 30 dez. 1992.

PIAUÍ. Lei nº 7.192, de 29 de março de 2019. Altera as Leis nº 4.548, de 29 de dezembro de 1992, e nº 4.257, de 6 de janeiro de 1989, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Piauí**, Teresina, PI, 29 mar. 2019.

RIO DE JANEIRO. Lei nº 2.877, de 22 de dezembro de 1997. Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, RJ, 23 dez. 1997.

RIO DE JANEIRO. Lei nº 7.068, de 1º de outubro de 2015. Altera a Lei nº 2.877, de 22 de dezembro de 1997, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, RJ, 2 out. 2015.

RIO GRANDE DO NORTE. Lei nº 6.967, de 30 de dezembro de 1996. Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte**, Natal, RN, 31 dez. 1996.

RIO GRANDE DO NORTE. Lei nº 12.026, de 27 de dezembro de 2024. Altera a Lei nº 6.967, de 30 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o IPVA, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte**, Natal, RN, 28 dez. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 8.115, de 30 de dezembro de 1985. Institui o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, RS, 30 dez. 1985.

RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 10.869, de 5 de dezembro de 1996. Introduz modificações na Lei nº 8.115, de 30 de dezembro de 1985, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, RS, 6 dez. 1996.

RONDÔNIA. Lei nº 950, de 22 de dezembro de 2000. Institui o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA. **Diário Oficial do Estado de Rondônia**, Porto Velho, RO, 26 dez. 2000.

RORAIMA. Lei nº 59, de 28 de dezembro de 1993. Dispõe sobre o Sistema Tributário Estadual e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Roraima**, Boa Vista, RR, 29 dez. 1993.

RORAIMA. Lei nº 1.983, de 6 de maio de 2024. Altera a Lei nº 59, de 28 de dezembro de 1993, para instituir isenção de IPVA para automóveis elétricos, híbridos, híbridos plug-in e a hidrogênio. **Diário Oficial do Estado de Roraima**, Boa Vista, RR, 15 maio 2024.

SANTA CATARINA. Lei nº 7.543, de 30 de dezembro de 1988. Institui o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA. **Diário Oficial do Estado de Santa Catarina**, Florianópolis, SC, 30 dez. 1988.

SÃO PAULO. Lei nº 13.296, de 23 de dezembro de 2008. Estabelece o tratamento tributário do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 24 dez. 2008.

SÃO PAULO. Lei nº 17.473, de 16 de dezembro de 2021. Altera a Lei nº 13.296, de 23 de dezembro de 2008, que estabelece o tratamento tributário do IPVA [...]. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 17 dez. 2021.

SÃO PAULO. Lei nº 18.065, de 18 de dezembro de 2024. Altera a Lei nº 13.296, de 23 de dezembro de 2008, que estabelece o tratamento tributário do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 19 dez. 2024.

SERGIPE. 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. **Diário Oficial do Estado de Sergipe**, Aracaju, SE, 19 jun. 2013.

TOCANTINS. Lei nº 1.287, de 28 de dezembro de 2001. Dispõe sobre o Código Tributário do Estado do Tocantins, e adota outras providências. **Diário Oficial do Estado do Tocantins**, Palmas, TO, 31 dez. 2001.