Análise de Viabilidade da Substituição de Ônibus a Diesel por Ônibus a Gás e/ou Biometano em Goiás

CEHTES
CENTRO DE EXCELÊNCIA EM HIDROGÊNIO E TECNOLOGIAS ENERGÉTICAS SUSTENTÁVEIS

Rodrigo da Rocha Gonçalves
Sérgio Granato de Araújo
Marcelo Ferreira Tete

Relatório de Impacto Socioeconômico

Goiânia - 2025

SUMÁRIO

1. Introdução 5
2. Metodologia e dados 6
2.1 Considerações sobre Matriz Insumo-Produto 6
2. 2 Base de dados 9
3. Resultados e discussões das simulações 12
4. Análise do potencial de contribuição do biometano para a matriz energética de Goiás 24
5. Considerações finais 26
6. Referências 27

Lista de Figuras

Figura 1: Hierarquia dos Arranjos Populacionais 9
Figura 2 - Arranjo Populacional de Goiânia 10
Figura 3: Estrutura Setorial da Matriz de Insumo-Produto do Arranjo Populacional de Goiás 11
Figura 4: Panorama das plantas e da produção de biogás em Goiás – 2003 a 2022 24
Figura 5: Potencial de produção de biometano por fonte de resíduos animais 25

Lista de Tabelas

Tabela 1: Impactos socioeconômicos da aquisição de 50 ônibus por tipo de combustível..... 13
Tabela 2: Impactos socioeconômicos da aquisição de 200 ônibus por tipo de combustível ... 14
Tabela 3: Impactos socioeconômicos da aquisição de 450 ônibus por tipo de combustível ... 15
Tabela 4: Impactos socioeconômicos da aquisição de 600 ônibus por tipo de combustível ... 16
Tabela 5: Impactos socioeconômicos na demanda por combustíveis para frota de 50 ônibus por tipo de combustível 18
Tabela 6: Impactos socioeconômicos na demanda por combustíveis para frota de 200 ônibus por tipo de combustível 19
Tabela 7: Impactos Socioeconômicos na demanda por combustíveis para frota de 450 ônibus por tipo de combustível 21
Tabela 8: Impactos Socioeconômicos na demanda por combustíveis para frota de 600 ônibus por tipo de combustível 22

1. Introdução

Este relatório tem por objetivo analisar os impactos socioeconômicos da substituição de ônibus a diesel por veículos movidos a gás natural e biometano no Estado de Goiás. Os resultados evidenciam os potenciais efeitos econômicos setoriais, abordando aspectos como valor bruto da produção, salários, lucros e geração de empregos, no contexto da substituição da frota de ônibus nos municípios de Goiânia e Luziânia. Dessa forma, o estudo oferece insights valiosos para embasar decisões de políticas públicas relacionadas ao transporte público urbano em Goiás.

Conforme os dados do IBGE (2024), os municípios de Goiânia e Luziânia possuem uma população total de 1.646.495 habitantes[1], o que corresponde a 23,33% da população total do Estado de Goiás. Esses municípios também têm significativa representatividade econômica em termos de emprego, renda e arrecadação de impostos. Destaca-se o alto percentual da população ocupada no mercado de trabalho, evidenciando a existência de um contingente populacional para o qual o transporte coletivo deve desempenhar um papel fundamental em termos de mobilidade urbana.

Por isso, as políticas de transporte proporcionam ganhos econômicos e sociais expressivos, conforme a indica a literatura. A substituição de ônibus a diesel por ônibus a gás natural e biometano no Estado de Goiás possui impactos econômicos e sociais em diferentes horizontes temporais. No curto prazo, simula-se o impacto referente a choques de demanda na aquisição de ônibus para atender o padrão recomendando, considerando os diferentes tipos de combustíveis. Os resultados indicam os efeitos em termos de impactos socioeconômicos (produção, remunerações, lucros e empregos). Por outro lado, no médio e longo prazo, a substituição da frota terá impacto sobre a demanda de combustíveis no Estado, principalmente em virtude da formação de cadeias produtivas regionais.

[1] Goiânia totaliza uma população residente de 1.437.366 e Luziânia 209.129 de pessoas.

2. Metodologia e dados

2.1 Considerações sobre Matriz Insumo-Produto

A metodologia utilizada na análise de curto prazo foi um modelo de Inumo-Produto construído para o Estado de Goiás no ano base de 2021. Conforme destacam Miller e Blair (2022), a forma matemática de um sistema de insumo-produto consiste em um conjunto de *N* equações lineares com *N* incógnitas, fato que permite utilizar representações matriciais para descrever o sistema econômico e seus encadeamentos. Um modelo de insumo-produto (I-O) é construído a partir de dados observados em uma determinada área geográfica, como uma nação, Estado e/ou município.

Considerando que $\boldsymbol{x_i}$ é a produção total do setor ***i*** e $\boldsymbol{f_i}$ a demanda final pelo produto do setor ***i***, pode-se escrever uma equação que descreve a forma pela qual cada setor ***i*** distribui seu respectivo produto através de vendas a outros setores e a demanda final:

$$x_i = z_{i1} + \cdots + z_{ij} + \cdots + z_{in} + f_i \qquad (1)$$

$$x_i = \sum_{j=1}^{n} z_{ij} + f_i \qquad (2)$$

Por sua vez, na equação 2, os termos $\boldsymbol{z_{ij}}$ representam os fluxos intersetoriais do setor ***i*** para todos os setores ***j***, incluindo o próprio, ou seja, quando ***j = i***. A Equação (1) representa a distribuição do setor ***i***. Haverá, portanto, uma equação para cada setor de modo que suas respectivas vendas sejam distribuídas para cada um dos *n* setores:

$$\begin{aligned} x_1 &= z_{11} + \cdots + z_{1j} + \cdots + z_{1n} + f_1 \\ &\vdots \\ x_2 &= z_{21} + \cdots + z_{2j} + \cdots + z_{2n} + f_2 \\ &\vdots \\ x_n &= z_{n1} + \cdots + z_{nj} + \cdots + z_{nn} + f_n \end{aligned} \qquad (3)$$

Dessa forma, tem-se a representação de cada componente representado em termos matriciais:

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$$

$$Z = \begin{bmatrix} z_{11} & \cdots & z_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{n1} & \cdots & z_{nn} \end{bmatrix}$$

$$f = \begin{bmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_n \end{bmatrix} \quad (4)$$

Onde: **X** é o vetor de produção por setor. **Z** é a matriz de consumo intermediário por setor. **F** é o vetor de demanda final. Dessa forma, a equação que descreve a distribuição de vendas em cada setor pode ser representada como:

$$X = \boldsymbol{Zi} + f \quad (5)$$

Por sua vez, a razão entre um insumo $\boldsymbol{z_{ij}}$ e um produto $\boldsymbol{x_j}$ é chamada de coeficiente técnico. O coeficiente técnico fornece a quantidade em termos monetários do setor ***i*** necessária a produção de uma unidade monetária no setor ***j***. Matematicamente, o coeficiente técnico pode ser escrito como:

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j} \quad (6)$$

$$(I - A)X = f \quad (7)$$

Considerando que existe uma solução para o sistema linear, então **(I – A)** é não singular, o que significa que existe uma matriz inversa $\mathbf{B = (I - A)^{-1}}$, chamada matriz inversa de Leontief, tal que:

$$X = (I - A)^{-1} f \quad (1)$$

A Equação (10) demonstra como a produção dos setores se altera mediante uma mudança na demanda final, ou seja, um choque de demanda na economia em análise. Seguindo essa linha de raciocínio, pode-se entender que a produção intrassetorial é endógena e determinada pela demanda final, que por sua vez é composta de variáveis exógenas (consumo das famílias, investimento, gastos do governo e exportação), conforme demonstra Guilhoto (2011):

$$GV_j = \sum_{i=1}^{n} b_{ij}\, v_i \qquad GV_j = \sum_{i=1}^{n} b_{ij}\, v_i \quad (11)$$

Onde:

$\boldsymbol{GV_j}$ é *o* impacto total, direto e indireto, sobre a variável em questão;

$\boldsymbol{b_{ij}}$ é *o* ij-ésimo elemento da matriz inversa de Leontief;

$\boldsymbol{v_i}$ são o coeficiente direto da variável em questão.

Em termos, operacionais, a divisão dos geradores pelo respectivo coeficiente direto gera os multiplicadores, que mostram quanto é gerado, direta e indiretamente, de qualquer variável para cada unidade diretamente produzida deste item. O multiplicador do i-ésimo setor seria dado então por:

$$MV_i = \frac{GV_i}{v_i} \qquad MV_i = \frac{GV_i}{v_i} \tag{12}$$

Onde MV_i representaria o multiplicador da variável em questão e as outras variáveis. Já o multiplicador de produção mostra o quanto se produz para cada unidade monetária gasta no consumo final, e é definido como:

$$MP_j = \sum_{i=1}^{n} b_{ij} \qquad MP_j = \sum_{i=1}^{n} b_{ij} \tag{13}$$

A partir das equações anteriores, é possível construir um simulador que mensura como os choques de demanda afetam a demanda intermediária por setor, considerando os vazamentos dos vetores componentes da demanda. Tal simulador pode ser descrito matematicamente da seguinte forma:

$$\boldsymbol{SP_j = \sum_{i=1}^{n} b_{ij} \times choque_i} \tag{14}$$

Onde, $\boldsymbol{SP_j}$ representa qual o impacto em cada setor de um determinado choque de demanda na aquisição de diferentes tipos de ônibus (Diesel, GNV, Biometano e Dual); principalmente como o setor que recebe o choque reage direta e indiretamente, no caso desta análise. Dessa forma, pode-se mensurar, em valores monetários, o impacto de choques em determinadas variáveis, partindo dos multiplicadores de produção, valor adicionado e emprego.

Nesse contexto, as simulações foram realizadas considerando quatro cenários distintos: 1) 50 veículos; 2) 200 veículos; 3) 450 veículos; e 4) 600 veículos. Cabe ressaltar que as simulações com 300 veículos e 500 veículos foram excluídas da análise por apresentarem resultados semelhantes as simulações com 200 veículos e 450 veículos. Os impactos foram simulados simultaneamente em duas regiões do modelo: R1 (Goiânia) e R3 (restante do Estado, incluindo Luziânia), conforme o escopo do projeto. A distribuição dos veículos entre as regiões R1 e R3 foi feita com base no contingente populacional dos municípios de Goiânia e Luziânia no Estado de Goiás. Além disso, foram simulados efeitos de curto prazo (choques de investimentos necessários para substituição da frota, **custos totais de aquisição**) e de médio e longo prazo (choques de demanda por combustíveis, **custos anuais com combustível**).

2. 2 Base de dados

A base de dados utilizada nas simulações de insumo-produto será a Matriz Inter-regional de Insumo-Produto para o Arranjo Populacional de Goiás estimada pelo Núcleo de Economia Regional e Urbana da USP – NEREUS em 2015 e atualização para o ano de 2021 dos vetores de valor bruto de produção, valor adicionado e emprego.

O conceito de arranjo populacional descrito pelo IBGE (2016), refere-se à ligação funcional entre dois ou mais municípios. Essa ligação ocorre pelo fluxo diário entre moradores que transitam entre esses municípios por questões de trabalho ou estudos, conforme salientam (Haddad, Araújo e Perobelli, 2020). A utilização da base de dados para avaliação de impactos socioecnômicos da substituição de diversos tipos de ônibus no transporte coletivo em Goiás, justifica-se em virtude da Matriz Insumo-Produto do arranjo populacional de Goiânia considerar a relação da capital do estado com a região metropolitana em termos de fluxos econômicos e de pessoas entre os municipios em torno da capital e o restante do Estado.

Conforme Haddad Araújo e Perobelli (2020), a estrutura territorial comum para todas as matrizes iniciando pelo país, estado, arranjo populacional e por último o município a ser utilizado como base. Desta forma, é possível agregar do nível macro para micro o que atenua possíveis distorções nos dados utilizados, conforme desenho ilustrado na Figura 1.

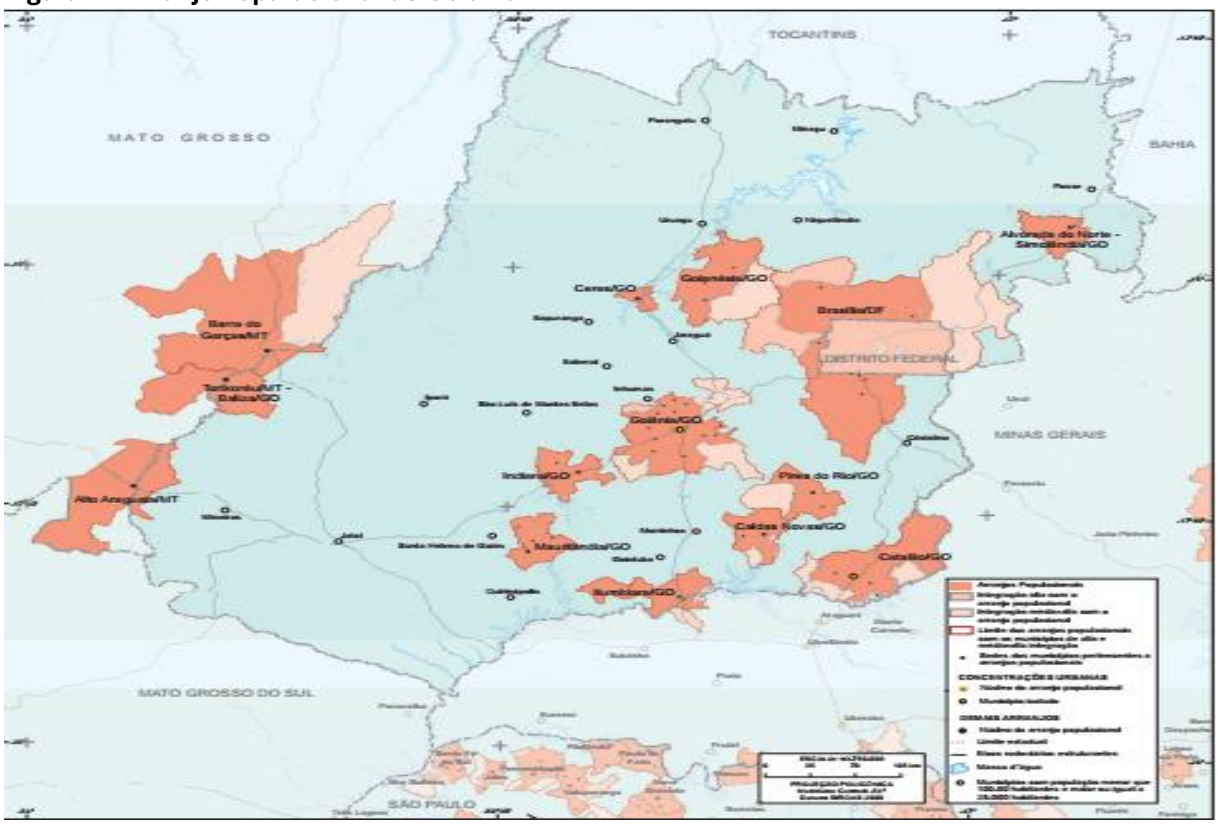
Figura 1: Hierarquia dos Arranjos Populacionais

Fonte: Adaptado de Haddad, Araújo e Perobelli (2020).

A construção da MIP é dividida em 4 regiões, são elas, a capital do estado (R1), o resto do arranjo populacional da capital (R2), o restante do estado (R3) e o restante do país (R4). Na presente análise, R1 corresponde ao município de Goiânia, R2 condiz ao resto do arranjo populacional de

Goiânia, a qual engloba 14 municípios: Goianira, Guapó, Abadia de Goiás, Aparecida de Goiânia, Aragoiânia, Bonfinópolis, Brazabrantes, Caldazinha, Hidrolândia, Nerópolis, Nova Veneza, Santo Antônio de Goiás, Senador Canedo e Trindade. A região R3 refere-se aos outros 231 municípios Goianos (incluindo o **município** de Luziânia) e o R4 representa o restante do Brasil. A Figura 2 demonstra de maneira detalhada o mapa da distribuição das regiões do modelo.

Figura 2 - Arranjo Populacional de Goiânia



Fonte: IBGE (2024).

A Figura 3 apresenta a estrutura setorial da Matriz Insumo-Produto referente ao arranjo populacional de Goiânia. A matriz está desagregada em 22 setores econômicos, conforme a classificação CNAE 2.0 do IBGE. É importante salientar que alterações de demanda final em um setor da MIP impactam os demais setores em virtude dos efeitos indiretos.

Figura 3: Estrutura Setorial da Matriz de Insumo-Produto do Arranjo Populacional de Goiás

Id	*Descrição*
1	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura
2	Indústrias extrativas
3	Produtos alimentares
4	Máquinas e equipamentos
5	Outras indústrias de manufatura
6	Eletricidade e gás
7	Agua, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação
8	Construção
9	Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas
10	Transporte, armazenagem e correio
11	Alojamento e alimentação
12	Informação e comunicação
13	Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados
14	Atividades imobiliárias
15	Atividades científicas, profissionais e técnicas
16	Atividades administrativas e serviços complementares
17	Administração pública, defesa e seguridade social
18	Educação
19	Saúde humana e serviços sociais
20	Artes, cultura, esporte e recreação
21	Outras atividades de serviços
22	Serviços domésticos

Fonte: Adaptado de Haddad, Araújo e Perobelli (2020).

3. Resultados e discussões das simulações

Os resultados das simulações dos impactos socioeconômicos de curto prazo da substituição da frota de ônibus a diesel por veículos movidos a gás natural e/ou biometano estão detalhados nas Tabelas 1, 2, 3 e 4. Os valores das variáveis produção, valor adicionado, remunerações, salários e lucros estão expressos em milhões de reais. Por outro lado, a variável emprego formal (direto e indireto) está apresentada em número de postos de trabalho.

Os resultados indicam que os maiores impactos socioeconômicos se concentram nos ônibus a GNV e a biometano em virtude do maior custo de aquisição. As regiões mais afetadas de Goiás foram R1 (Goiânia) e R3 (Resto do Estado) as quais recebem os investimentos. Além disso, os resultados demonstram o efeito transbordamento socioeconômico que a política de mobilidade urbana tem sobre as demais regiões (região metropolitana de Goiás e o restante do Brasil).

Os setores de transporte, armazenagem e correio (setor que recebeu os investimentos); comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas; atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados; atividades científicas, profissionais e técnicas; atividades administrativas e serviços complementares e outras indústrias de manufatura foram os mais impactados pelos investimentos. Os resultados sinalizam os efeitos indiretos da política de renovação da frota em outros setores econômicos.

A Tabela 1 demonstra que a aquisição de 50 veículos a diesel gera em termos de impactos no Estado de Goiás: R$ 61 milhões na produção; R$ 26 milhões de valor adicionado; R$ 16 milhões nas remunerações; R$ 13 milhões de salários; R$ 10 milhões de lucro e 502 empregos diretos e indiretos. No caso de GNV e biometano: R$ 70 milhões na produção; R$ 31 milhões de valor adicionado; R$ 18 milhões nas remunerações; R$ 15 milhões de salários; R$ 11 milhões de lucro e 583 empregos diretos e indiretos. Por sua vez, a aquisição da frota dual, R$ 67 milhões na produção; R$ 29 milhões de valor adicionado; R$ 17 milhões nas remunerações; R$ 14 milhões de salários; R$ 11 milhões de lucro e 552 empregos diretos e indiretos.

Tabela 1: Impactos socioeconômicos da aquisição de 50 ônibus por tipo de combustível

DIESEL						
REGIÃO	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	53,74	23,62	14,93	11,88	8,54	424
R2	0,39	0,17	0,08	0,07	0,08	5
R3	6,90	3,05	1,33	1,06	1,69	74
R4	25,44	9,10	4,55	3,61	4,37	663
Total Goiás	**61,02**	**26,84**	**16,35**	**13,01**	**10,31**	**502**
Total BR	**86,47**	**35,94**	**20,90**	**16,62**	**14,69**	**1166**
GNV						
REGIÃO	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	62,34	27,40	17,32	13,78	9,91	492
R2	0,45	0,20	0,10	0,08	0,09	5
R3	8,00	3,54	1,55	1,23	1,96	85
R4	29,51	10,56	5,28	4,19	5,07	187
Total Goiás	**70,79**	**31,13**	**18,97**	**15,09**	**11,96**	**583**
Total BR	**100,30**	**41,70**	**24,25**	**19,28**	**17,04**	**769**
BIOMETANO						
REGIÃO	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	62,34	27,40	17,32	13,78	9,91	492
R2	0,45	0,20	0,10	0,08	0,09	5
R3	8,00	3,54	1,55	1,23	1,96	85
R4	29,51	10,56	5,28	4,19	5,07	187
Total Goiás	**70,79**	**31,13**	**18,97**	**15,09**	**11,96**	**583**
Total BR	**100,30**	**41,70**	**24,25**	**19,28**	**17,04**	**769**
DUAL						
REGIÃO	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	59,11	25,99	16,43	13,06	9,39	466
R2	0,43	0,19	0,09	0,08	0,09	5
R3	7,59	3,35	1,47	1,17	1,86	81
R4	27,99	3,35	5,01	3,97	4,81	177
Total Goiás	**67,13**	**29,52**	**17,99**	**14,31**	**11,34**	**552**
Total BR	**95,11**	**32,88**	**22,99**	**18,28**	**16,16**	**730**

Fonte: Elaboração dos autores

A Tabela 2 demonstra que a aquisição de 200 veículos a diesel gera em termos de impactos no Estado de Goiás: R$ 244 milhões na produção; R$ 107 milhões de valor adicionado; R$ 65 milhões nas remunerações; R$ 52 milhões de salários; R$ 41 milhões de lucro e 2009 empregos diretos e indiretos. No caso de GNV e biometano: R$ 283 milhões na produção; R$ 124 milhões de valor adicionado; R$ 75 milhões nas remunerações; R$ 60 milhões de salários; R$ 47 milhões de lucro e 2330 empregos diretos e indiretos. Além disso, a aquisição da frota dual gera R$ 268 milhões na produção; R$ 118 milhões de valor adicionado; R$ 71 milhões nas remunerações; R$ 57 milhões de salários; R$ 45 milhões de lucro e 2210 empregos diretos e indiretos.

Tabela 2: Impactos socioeconômicos da aquisição de 200 ônibus por tipo de combustível

DIESEL						
REGIÃO	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	214,95	94,49	59,73	47,51	34,16	1696
R2	1,56	0,67	0,34	0,27	0,32	19
R3	27,59	12,19	5,33	4,24	6,77	295
R4	101,77	36,42	18,21	14,45	17,49	2653
Total Goiás	**244,09**	**107,36**	**65,40**	**52,02**	**41,25**	**2009**
Total BR	**345,87**	**143,78**	**83,62**	**66,47**	**58,75**	**4662**
GNV						
REGIÃO	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	249,34	109,61	69,29	55,11	39,62	1967
R2	1,81	0,78	0,39	0,32	0,38	22
R3	32,00	14,14	6,18	4,92	7,86	342
R4	118,06	42,24	21,13	16,76	20,29	748
Total Goiás	**283,15**	**124,54**	**75,87**	**60,35**	**47,85**	**2330**
Total BR	**401,21**	**166,78**	**96,99**	**77,11**	**68,15**	**3078**
Biometano						
REGIÃO	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	249,34	109,61	69,29	55,11	39,62	1967
R2	1,81	0,78	0,39	0,32	0,38	22
R3	32,00	14,14	6,18	4,92	7,86	342
R4	118,06	42,24	21,13	16,76	20,29	748
Total Goiás	283,15	124,54	75,87	60,35	47,85	2330
Total BR	401,21	166,78	96,99	77,11	68,15	3078
Dual						
REGIÃO	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	236,44	103,94	65,71	52,26	37,57	1865
R2	1,72	0,74	0,37	0,30	0,36	20
R3	30,34	13,41	5,86	4,67	7,45	324
R4	111,95	13,41	20,03	15,89	19,24	709
Total Goiás	**268,50**	**118,10**	**71,94**	**57,23**	**45,38**	**2210**
Total BR	**380,45**	**131,51**	**91,98**	**73,12**	**64,62**	**2919**

Fonte: Elaboração dos autores

Por sua vez, a Tabela 3 indica que a aquisição de 450 veículos a diesel gera em termos de impactos no Estado de Goiás: R$ 549 milhões na produção; R$ 241 milhões de valor adicionado; R$ 147 milhões nas remunerações; R$ 117 milhões de salários; R$ 92 milhões de lucro e 4520 empregos diretos e indiretos. No caso de veículos a GNV e biometano: R$ 637 milhões na produção; R$ 280 milhões de valor adicionado; R$ 170 milhões nas remunerações; R$ 135 milhões de salários; R$ 107 milhões de lucro e 5243 empregos diretos e indiretos. Por último, a

aquisição da frota dual, R$ 607 milhões na produção; R$ 265 milhões de valor adicionado; R$ 161 milhões nas remunerações; R$ 126 milhões de salários; R$ 102 milhões de lucro e 4972 empregos diretos e indiretos.

Tabela 3: Impactos socioeconômicos da aquisição de 450 ônibus por tipo de combustível

DIESEL						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	483,63	212,61	134,40	106,89	76,85	3815
R2	3,51	1,52	0,76	0,62	0,73	42
R3	62,07	27,43	11,99	9,55	15,24	663
R4	228,99	81,94	40,98	32,50	39,36	1450
Total Goiás	**549,21**	**241,56**	**147,16**	**117,05**	**92,82**	**4520**
Total BR	**778,20**	**323,50**	**188,13**	**149,56**	**132,18**	**5970**
GNV						
REGIÃO	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	561,02	246,63	155,90	123,99	89,15	4426
R2	4,07	1,76	0,89	0,71	0,85	48
R3	72,00	31,82	13,91	11,08	17,68	769
R4	265,63	95,05	47,53	37,71	45,66	1682
Total Goiás	**637,08**	**280,21**	**170,70**	**135,78**	**107,67**	**5243**
Total BR	**902,71**	**375,26**	**218,24**	**173,49**	**153,33**	**6925**
Biometano						
REGIÃO	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	561,02	246,63	155,90	123,99	89,15	4426
R2	4,07	1,76	0,89	0,71	0,85	48
R3	72,00	31,82	13,91	11,08	17,68	769
R4	265,63	95,05	47,53	37,71	45,66	1682
Total Goiás	**637,08**	**280,21**	**170,70**	**135,78**	**107,67**	**5243**
Total BR	**902,71**	**375,26**	**218,24**	**173,49**	**153,33**	**6925**
Dual						
REGIÃO	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	532,00	233,87	147,84	117,58	84,54	4197
R2	3,86	1,67	0,84	0,68	0,80	46
R3	68,27	30,18	13,19	10,51	16,76	729
R4	251,89	30,18	45,07	35,76	43,30	1595
Total Goiás	**604,13**	**265,72**	**161,87**	**128,76**	**102,10**	**4972**
Total BR	**856,02**	**295,90**	**206,95**	**164,51**	**145,40**	**6567**

Fonte: Elaboração dos autores

A Tabela 4 demonstra que a aquisição de 600 veículos a diesel gera em termos de impactos no Estado de Goiás: R$ 732 milhões na produção; R$ 322 milhões de valor adicionado; R$ 196 milhões nas remunerações; R$ 156 milhões de salários; R$ 124 milhões de lucro e 6026

empregos diretos e indiretos. No caso de GNV e biometano: R$ 849 milhões na produção; R$ 373 milhões de valor adicionado; R$ 207 milhões nas remunerações; R$ 181 milhões de salários; R$ 143 milhões de lucro e 6991 empregos diretos e indiretos. Por sua vez, a aquisição da frota dual, R$ 805 milhões na produção; R$ 354 milhões de valor adicionado; R$ 215 milhões nas remunerações; R$ 171 milhões de salários; R$ 136 milhões de lucro e 6629 empregos diretos e indiretos.

Tabela 4: Impactos socioeconômicos da aquisição de 600 ônibus por tipo de combustível

Diesel						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	644,85	283,48	179,20	142,52	102,47	5087
R2	4,68	2,02	1,02	0,82	0,97	56
R3	82,76	36,58	15,99	12,73	20,32	884
R4	305,32	109,25	54,64	43,34	52,48	1934
Total Goiás	**732,28**	**322,09**	**196,21**	**156,07**	**123,76**	**6026**
Total BR	**1037,60**	**431,34**	**250,85**	**199,41**	**176,24**	**7960**
GNV						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	748,02	328,84	207,87	165,32	118,87	5901
R2	5,43	2,35	1,18	0,95	1,13	65
R3	96,00	42,43	18,55	14,77	23,57	1025
R4	354,17	126,73	63,38	50,27	60,88	2243
Total Goiás	**849,44**	**373,62**	**227,60**	**181,04**	**143,56**	**6991**
Total BR	**1203,62**	**500,35**	**290,98**	**231,32**	**204,44**	**9234**
Biometano						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	748,02	328,84	207,87	165,32	118,87	5901
R2	5,43	2,35	1,18	0,95	1,13	65
R3	96,00	42,43	18,55	14,77	23,57	1025
R4	354,17	126,73	63,38	50,27	60,88	2243
Total Goiás	849,44	373,62	227,60	181,04	143,56	6991
Total BR	1203,62	,35	290,98	231,32	204,44	9234
Dual						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	709,33	311,83	197,12	156,77	112,72	5596
R2	5,15	2,23	1,12	0,90	1,07	61
R3	91,03	40,24	17,59	14,01	22,35	972
R4	335,85	40,24	60,10	47,67	57,73	2127
Total Goiás	**805,51**	**354,29**	**215,83**	**171,68**	**136,14**	**6629**
Total BR	**1141,36**	**394,53**	**275,93**	**219,35**	**193,87**	**8756**

Fonte: Elaboração dos autores

No curto prazo, a substituição de ônibus a diesel por GNV ou biometano gera um impacto positivo mais significativo em Goiás, tanto em termos de produção quanto na criação de empregos. O biometano, como alternativa mais sustentável, apresenta resultados equivalentes aos do GNV, evidenciando que, além dos benefícios ambientais apontados pela literatura empírica, a adoção desses combustíveis pode trazer ganhos econômicos e sociais. Em contrapartida, o cenário dual tem um impacto mais modesto, embora ainda relevante. A análise ressalta a importância das políticas públicas voltadas para a transição energética no transporte público, com benefícios expressivos tanto para as grandes cidades, como Goiânia, quanto para as regiões do interior do Estado.

De maneira geral, os resultados de curto prazo indicam que o investimento na renovação da frota de transporte urbano no Estado de Goiás produz efeitos positivos em diversos setores da economia estadual, impactando a produção, o valor adicionado, os rendimentos e a geração de empregos diretos e indiretos. No entanto, é importante destacar que, como o modelo de insumo-produto inter-regional utilizado nesta avaliação é estático, a análise possui limitações. Nesse contexto, a substituição da frota de ônibus no Estado provavelmente gerará efeitos de médio e longo prazo, como mudanças na demanda por diferentes tipos de combustíveis e a redução dos gastos com saúde pública devido à diminuição das emissões de poluentes.

Nesse sentido, as tabelas 5, 6, 7 e 8 indicaram os resultados de médio e longo prazo no tocante a demanda de combustíveis. Sendo considerada como hipótese que o padrão de importação[2] de Diesel e GNV em Goiás é semelhante ao Brasil, em virtude da indisponibilidade de dados desagregados do comércio entre os Estados por tipo de combustível.

Em termos setoriais, outras indústrias de manufatura; comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas; transporte, armazenagem e correio; atividades científicas, profissionais e técnicas; atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados; atividades administrativas e serviços complementares e informação e comunicação foram os setores mais sensíveis aos choques de demanda por combustíveis.

Por sua vez, a Tabela 5 indica os impactos socioeconômicos na demanda por diferentes tipos de combustíveis para uma frota de 50 ônibus. A frota a diesel gera em termos de impactos no Estado de Goiás: R$ 11,23 milhões na produção; R$ 3,92 milhões de valor adicionado; R$ 2,33 milhões nas remunerações; R$ 1,83 milhões de salários; R$ 1,55 milhões de lucro e 78 empregos diretos e indiretos. No caso de veículos a GNV: R$ 12,92 milhões na produção; R$ 4,51 milhões de valor adicionado; R$ 2,68 milhões nas remunerações; R$ 2,10 milhões de salários; R$ 1,78 milhões de lucro e 90 empregos diretos e indiretos. A biometano R$ 16,93 milhões na produção; R$ 5,91 milhões de valor adicionado; R$ 3,51 milhões nas remunerações; R$ 2,75 milhões de salários; R$ 2,34 milhões de lucro e 118 empregos diretos e indiretos. Por último, a frota dual, R$ 15,30 milhões na produção; R$ 5,34 milhões de valor adicionado; R$

[2] https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/sinteses/scc/2024/sintese-volumes-janeiro.pdf

3,17 milhões nas remunerações; R$ 2,49 milhões de salários; R$ 2,11 milhões de lucro e 107 empregos diretos e indiretos.

Tabela 5: Impactos socioeconômicos na demanda por combustíveis para frota de 50 ônibus por tipo de combustível

Diesel						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	9,48	3,38	2,09	1,64	1,26	67
R2	0,23	0,08	0,04	0,03	0,04	2
R3	1,52	0,46	0,20	0,16	0,26	9
R4	5,16	1,90	0,89	0,71	0,98	37
Total Goiás	**11,23**	**3,92**	**2,33**	**1,83**	**1,55**	**78**
Total BR	**16,39**	**5,82**	**3,22**	**2,54**	**2,53**	**115**
GNV						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	10,90	3,89	2,40	1,88	1,45	77
R2	0,26	0,09	0,04	0,04	0,04	2
R3	1,75	0,53	0,23	0,18	0,29	11
R4	5,93	2,19	1,03	0,82	1,13	42
Total Goiás	**12,92**	**4,51**	**2,68**	**2,10**	**1,78**	**90**
Total BR	**18,85**	**6,70**	**3,70**	**2,92**	**2,91**	**132**
Biometano						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	14,29	5,10	3,15	2,47	1,90	101
R2	0,34	0,12	0,06	0,05	0,06	3
R3	2,30	0,69	0,30	0,24	0,38	14
R4	7,77	2,87	1,35	1,07	1,47	55
Total Goiás	**16,93**	**5,91**	**3,51**	**2,75**	**2,34**	**118**
Total BR	**24,70**	**8,77**	**4,85**	**3,82**	**3,81**	**173**
Dual						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	12,91	4,61	2,84	2,23	1,71	91
R2	0,31	0,11	0,05	0,04	0,05	3
R3	2,08	0,63	0,27	0,21	0,35	13
R4	7,02	0,63	1,22	0,97	1,33	50
Total Goiás	**15,30**	**5,34**	**3,17**	**2,49**	**2,11**	**107**
Total BR	**22,32**	**5,97**	**4,39**	**3,45**	**3,45**	**157**

Fonte: Elaboração dos autores

A Tabela 6 demonstra os impactos socioeconômicos na demanda por diferentes tipos de combustíveis para uma frota de 200 ônibus. A frota a diesel gera em termos de impactos no Estado de Goiás: R$ 44,93 milhões na produção; R$ 15,68 milhões de valor adicionado; R$ 9,31 milhões nas remunerações; R$ 7,30 milhões de salários; R$ 8,40 milhões de lucro e 314 empregos diretos e indiretos. No caso de veículos a GNV: R$ 51,68 milhões na produção; R$

18,04 milhões de valor adicionado; R$ 10,70 milhões nas remunerações; R$ 8,40 milhões de salários; R$ 7,14 milhões de lucro e 361 empregos diretos e indiretos. A biometano R$ 67,71 milhões na produção; R$ 23,63 milhões de valor adicionado; R$ 14,03 milhões nas remunerações; R$ 11,01 milhões de salários; R$ 9,36 milhões de lucro e 473 empregos diretos e indiretos. Por último, a frota dual, R$ 61,21 milhões na produção; R$ 21,36 milhões de valor adicionado; R$ 12,68 milhões nas remunerações; R$ 9,95 milhões de salários; R$ 8,46 milhões de lucro e 428 empregos diretos e indiretos.

Tabela 6: Impactos socioeconômicos na demanda por combustíveis para frota de 200 ônibus por tipo de combustível

Diesel						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	37,92	13,53	8,35	6,55	5,04	268
R2	0,91	0,31	0,16	0,12	0,15	8
R3	6,10	1,84	0,80	0,63	1,02	38
R4	19,44	6,96	3,44	2,72	3,38	147
Total Goiás	**44,93**	**15,68**	**9,31**	**7,30**	**6,21**	**314**
Total BR	**64,37**	**22,65**	**12,75**	**10,03**	**9,59**	**460**
GNV						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	43,62	15,56	9,60	7,54	5,79	308
R2	1,05	0,36	0,18	0,14	0,17	10
R3	7,01	2,12	0,92	0,72	1,17	44
R4	22,36	8,01	3,96	3,13	3,88	130
Total Goiás	**51,68**	**18,04**	**10,70**	**8,40**	**7,14**	**361**
Total BR	**74,04**	**26,05**	**14,66**	**11,53**	**11,02**	**491**
Biometano						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	57,15	20,38	12,58	9,87	7,59	403
R2	1,38	0,47	0,23	0,19	0,23	13
R3	9,19	2,78	1,21	0,95	1,54	57
R4	29,29	10,50	5,19	4,10	5,09	170
Total Goiás	**67,71**	**23,63**	**14,03**	**11,01**	**9,36**	**473**
Total BR	**97,00**	**34,13**	**19,21**	**15,11**	**14,44**	**643**
Dual						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	51,66	18,43	11,38	8,93	6,86	365
R2	1,24	0,42	0,21	0,17	0,21	12
R3	8,31	2,51	1,09	0,86	1,39	52
R4	26,48	2,51	4,69	3,71	4,60	154
Total Goiás	**61,21**	**21,36**	**12,68**	**9,95**	**8,46**	**428**
Total BR	**87,69**	**23,87**	**17,37**	**13,66**	**13,06**	**581**

Fonte: Elaboração dos autores

Por sua vez, a Tabela 7 demonstra os impactos socioeconômicos na demanda por diferentes tipos de combustíveis para uma frota de 450 ônibus. A frota a diesel gera em termos de impactos no Estado de Goiás: R$ 101,10 milhões na produção; R$ 35,29 milhões de valor adicionado; R$ 20,94 milhões nas remunerações; R$ 16,43 milhões de salários; R$ 13,97 milhões de lucro e 706 empregos diretos e indiretos. No caso de veículos a GNV: R$ 116,28 milhões na produção; R$ 40,58 milhões de valor adicionado; R$ 24,09 milhões nas remunerações; R$ 18,90 milhões de salários; R$ 16,07 milhões de lucro e 812 empregos diretos e indiretos. A biometano R$ 152,35 milhões na produção; R$ 53,17 milhões de valor adicionado; R$ 31,56 milhões nas remunerações; R$ 24,77 milhões de salários; R$ 21,05 milhões de lucro e 1064 empregos diretos e indiretos. Por último, a frota dual, R$ 137,72 milhões na produção; R$ 48,07 milhões de valor adicionado; R$ 28,53 milhões nas remunerações; R$ 22,39 milhões de salários; R$ 19,03 milhões de lucro e 962 empregos diretos e indiretos.

Tabela 7: Impactos Socioeconômicos na demanda por combustíveis para frota de 450 ônibus por tipo de combustível

Diesel						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	85,33	30,44	18,79	14,74	11,33	602
R2	2,05	0,70	0,35	0,28	0,34	19
R3	13,72	4,15	1,80	1,41	2,30	85
R4	46,40	17,12	8,04	6,38	8,81	330
Total Goiás	**101,10**	**35,29**	**20,94**	**16,43**	**13,97**	**706**
Total BR	**147,50**	**52,40**	**28,98**	**22,82**	**22,77**	**1036**
GNV						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	98,14	35,01	21,61	16,96	13,03	692
R2	2,36	0,81	0,40	0,32	0,39	22
R3	15,78	4,77	2,07	1,62	2,64	98
R4	53,37	19,69	9,25	7,34	10,13	379
Total Goiás	**116,28**	**40,58**	**24,09**	**18,90**	**16,07**	**812**
Total BR	**169,64**	**60,27**	**33,34**	**26,24**	**26,19**	**1192**
Biometano						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	128,58	45,87	28,31	22,22	17,07	907
R2	3,10	1,06	0,53	0,42	0,51	29
R3	20,67	6,25	2,71	2,13	3,46	128
R4	69,92	25,80	12,12	9,62	13,27	497
Total Goiás	**152,35**	**53,17**	**31,56**	**24,77**	**21,05**	**1064**
Total BR	**222,27**	**78,97**	**43,68**	**34,39**	**34,32**	**1561**
Dual						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	116,23	41,46	25,60	20,08	15,43	820
R2	2,80	0,96	0,48	0,38	0,46	26
R3	18,69	5,65	2,45	1,92	3,13	116
R4	63,21	5,65	10,96	8,70	12,00	449
Total Goiás	**137,72**	**48,07**	**28,53**	**22,39**	**19,03**	**962**
Total BR	**200,93**	**53,72**	**39,48**	**31,08**	**31,02**	**1411**

Fonte: Elaboração dos autores

Por fim, a Tabela 8 explicita os impactos socioeconômicos na demanda por diferentes tipos de combustíveis para uma frota de 600 ônibus. A frota a diesel gera em termos de impactos no Estado de Goiás: R$ 134,80 milhões na produção; R$ 47,05 milhões de valor adicionado; R$ 27,92 milhões nas remunerações; R$ 21,91 milhões de salários; R$ 18,62 milhões de lucro e 942 empregos diretos e indiretos. A frota com GNV: R$ 155,04 milhões na produção; R$ 54,11 milhões de valor adicionado; R$ 32,11 milhões nas remunerações; R$ 25,20 milhões de salários; R$ 21,42 milhões de lucro e 1083 empregos diretos e indiretos. No caso de biometano R$ 203,13 milhões na produção; R$ 70,90 milhões de valor adicionado; R$ 42,08 milhões nas remunerações; R$ 33,02 milhões de salários; R$ 38,07 milhões de lucro e 1419 empregos

diretos e indiretos. Por último, a frota dual: R$ 185,12 milhões na produção; R$ 64,53 milhões de valor adicionado; R$ 38,24 milhões nas remunerações; R$ 30,01 milhões de salários; R$ 25,61 milhões de lucro e 1292 empregos diretos e indiretos.

Tabela 8: Impactos Socioeconômicos na demanda por combustíveis para frota de 600 ônibus por tipo de combustível

Diesel						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	113,77	40,58	25,05	19,66	15,11	803
R2	2,74	0,94	0,47	0,37	0,45	25
R3	18,29	5,53	2,40	1,88	3,06	114
R4	61,87	22,82	10,72	8,51	11,74	440
Total Goiás	**134,80**	**47,05**	**27,92**	**21,91**	**18,62**	**942**
Total BR	**196,67**	**69,87**	**38,65**	**30,43**	**30,37**	**1381**
GNV						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	130,85	46,67	28,81	22,61	17,38	923
R2	3,15	1,08	0,54	0,43	0,52	29
R3	21,04	6,36	2,76	2,17	3,52	131
R4	71,16	26,25	12,33	9,79	13,50	506
Total Goiás	**155,04**	**54,11**	**32,11**	**25,20**	**21,42**	**1083**
Total BR	**226,19**	**80,36**	**44,45**	**34,99**	**34,92**	**1589**
Biometano						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	171,44	61,15	37,75	29,62	22,77	1210
R2	4,13	1,41	0,70	0,56	0,68	38
R3	27,56	8,33	3,62	2,84	4,62	171
R4	93,23	34,40	16,16	12,83	17,69	663
Total Goiás	**203,13**	**70,90**	**42,08**	**33,02**	**28,07**	**1419**
Total BR	**296,36**	**105,29**	**58,24**	**45,85**	**45,76**	**2082**
Dual						
Região	**PRODUÇÃO**	**VALOR ADICIONADO**	**REMUNERAÇÕES**	**SALÁRIOS**	**LUCRO**	**EMPREGO**
R1	154,99	55,29	34,13	26,78	20,58	1094
R2	3,75	1,28	0,64	0,51	0,62	35
R3	26,39	7,97	3,47	2,72	4,41	164
R4	85,30	7,97	14,80	11,75	16,22	608
Total Goiás	**185,12**	**64,53**	**38,24**	**30,01**	**25,61**	**1292**
Total BR	**270**	**72**	**53**	**42**	**42**	**1900**

Fonte: Elaboração dos autores

Em síntese, os resultados de médio e longo prazo sinalizam que os veículos a biometano proporcionam os maiores impactos socioeconômicos, fato explicado em virtude dos setores de agricultura, pecuária e as indústrias de transformação (biocombustíveis) possuírem importância econômica no Estado de Goiás com cadeias produtivas consolidadas. Por outro lado, a demanda por diesel e a GNV será atendida, em grande parte, por importações de outras

regiões do Brasil. Por isso, o modelo utilizado na análise atribui os maiores impactos socioeconômicos ao combustível que será produzido em volume maior em Goiás.

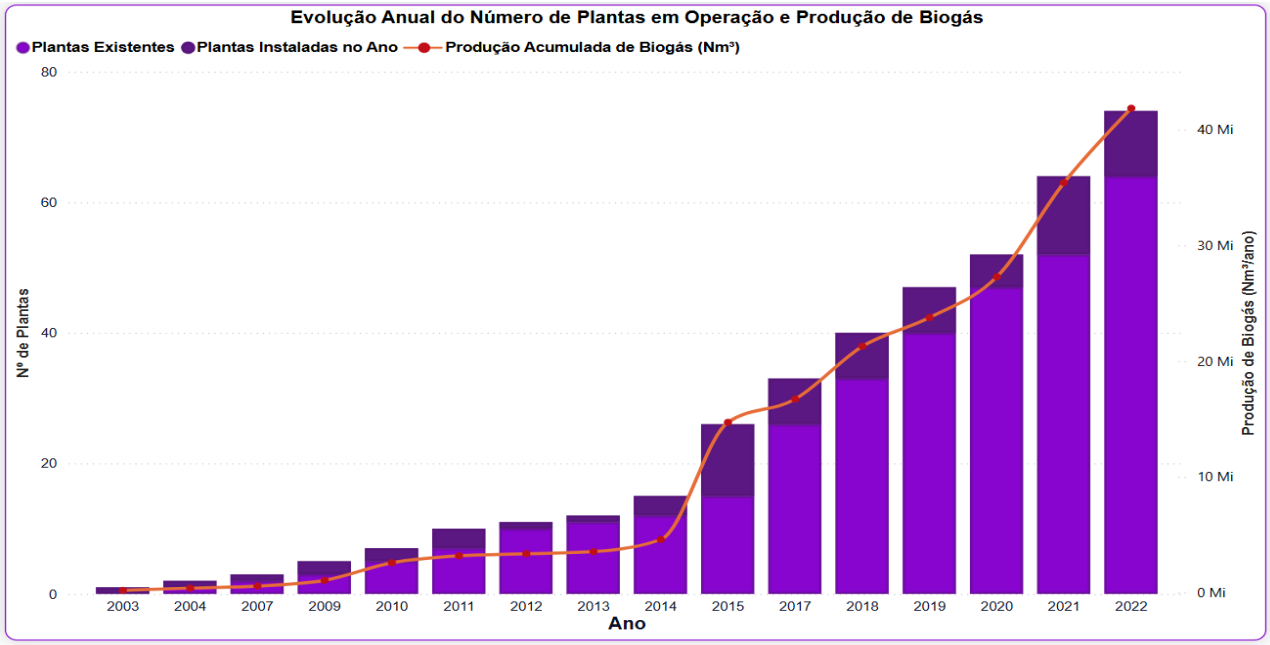
4. Análise do potencial de contribuição do biometano para a matriz energética de Goiás

O Estado de Goiás possui características estratégicas que favorecem a diversificação de sua matriz energética, com destaque para o potencial de expansão do biogás e do biometano. Tais biocombustíveis apresentam vantagens econômicas, ambientais e de segurança energética, que são relevantes diante do quadro de dependência do Estado em combustíveis fósseis e da busca pelo atingimento das metas globais de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE).

A produção do biogás e do biometano em usinas do setor sucroenergético no Estado apresenta potencial similar a produção em aterros sanitários (Empresa de Pesquisa Energética e CIBiogás, 2023). O Estado possui grande potencial para a produção de biometano dado sua robusta cadeia agropecuária, sobretudo com o bagaço de cana-de-açúcar de usinas de etanol, esterco bovino e resíduos de granjas da suinocultura que podem ser convertidos em biogás e biometano.

Goiás conta atualmente com uma produção anual de 86 Milhões de Nm^3 de biogás, ante uma produção Nacional anual de 4,14 Bilhões de Nm3, com 74 plantas instaladas até 2022. A Figura 4 mostra a evolução da produção deste biocombustível no Estado até 2022.

Figura 4: Panorama das plantas e da produção de biogás em Goiás – 2003 a 2022

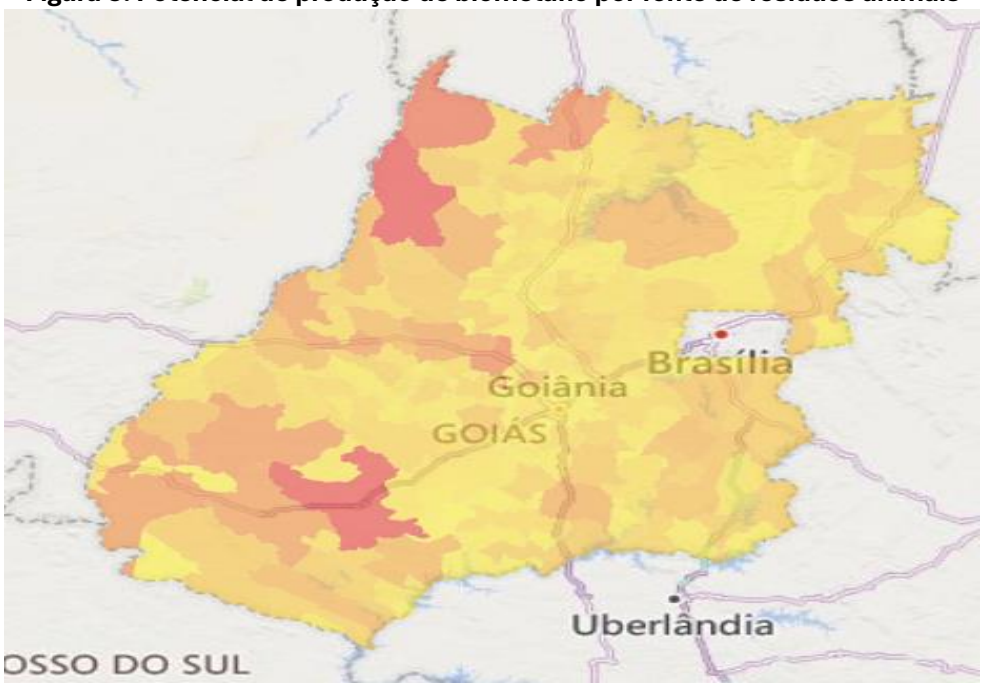


Fonte: Secretaria Geral de Governo (2023a)

Apesar de Goiás ser o 5º produtor nacional de biogás, ocupa a 2ª posição na produção de etanol de cana-de-açúcar e de milho, demostrando que há um grande potencial de exploração de

biogás e biometano na região. Os centros urbanos de Goiânia e Anápolis abrigam o maior potencial para produção do gás em aterros sanitários. Já no setor pecuário (resíduos animais), há vários polos a serem explorados, como mostra a Figura 5, destacando-se a região Oeste do Estado.

Figura 5: Potencial de produção de biometano por fonte de resíduos animais



Fonte: Secretaria Geral de Governo – Goiás (2023b)

Em se tratando da produção de biometano, Goiás conta com duas plantas em autorização, pertencentes à H2A SOLUÇÕES AMBIENTAIS LTDA, em Rio Verde, e TROPICAL BIOGÁS LTDA, em Edéia, com capacidade de 4.320 e 17.300 Nm^3/dia , respectivamente (Ministério de Minas e Energia, 2024a, 2024b) .

A geração de energia elétrica é a aplicação energética do biogás mais difundida no País e no Estado. Em 2023, as 1.184 plantas de biogás com infraestrutura para a geração de eletricidade representaram cerca de 86% das plantas em operação no País, sendo o volume de biogás destinado a esta aplicação correspondente a 2.359 milhões de Nm^3 (57% do total) naquele ano (CIBiogás, 2023).

Já o biometano reduz tem o potencial de reduzir a dependência de combustíveis fósseis em inúmeras aplicações em substituição ao GNV, já que é composto majoritariamente pela mesma molécula (CH4), podendo, portanto, ser misturado a este combustível fóssil, assim como já ocorre com o etanol e o Biodiesel na gasolina e Diesel.

5. Considerações finais

A avaliação de impactos socioeconômicos da substituição da frota de ônibus a diesel atual por ônibus a gás natural e/ou biometano demonstrou os principais impactos de curto, médio e longo prazo. Os resultados indicaram que a frota a biometano proporciona a melhor performance em termos de impactos socioeconômicos (produção, valor adicionado, rendimentos e emprego) no Estado de Goiás. Em seguida, o GNV coloca-se como a segunda alternativa com os maiores impactos socioeconômicos. Já, o diesel mostrou-se menos atrativo em comparação aos demais.

Em termos setoriais, transporte, armazenagem e correio; outras indústrias de manufatura; comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas; atividades científicas, profissionais e técnicas; atividades financeiras de seguros e serviços relacionados; atividades administrativas e serviços complementares e informação e comunicação foram os setores mais sensíveis aos choques de demanda por combustíveis. Sendo assim, constata-se que a substituição de frota de ônibus pode gerar efeitos transbordamentos para os demais setores econômicos e mudanças no perfil de demanda pelos usuários do transporte coletivo, proporcionando ganhos de eficiência em termos de mobilidade urbana e de impacto ambiental.

A partir dos resultados sugerem-se algumas recomendações de políticas públicas: (i) a necessidade de políticas de subsídios fiscais para o biogás e o biometano na busca de fomentar cadeias produtivas regionais; (ii) a avaliação econômica de projetos de construção de infraestrutura de abastecimento de gás natural no Estado e (iii) incentivos a qualificação profissional (técnica e superior) em energia renováveis.

6. Referências

CIBiogás. (2023). *Panorama do Biogás no Brasil em 2023*.

Empresa de Pesquisa Energética, & CIBiogás. (2023). *Panorama do Biometano*. https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-781/Panorama%20de%20Biometano.pdf

GUILHOTO, J. Análise de Insumo-Produto: Teoria e Fundamentos. 2011.

HADDAD, E.; ARAÚJO, I.; PEROBELLI, F. Estrutura das Matrizes de Insumo-Produto dos Arranjos Populacionais do Brasil, 2015 (Nota Técnica). [s.l: s.n.].

HADDAD, E. A.; JÚNIOR, C. A. G.; NASCIMENTO, T. O. MATRIZ INTERESTADUAL DE INSUMO-PRODUTO PARA O BRASIL: UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO IIOAS. Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, v. 11, n. 4, p. 424–446, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Arranjos Populacionais e Concentrações Urbanas do Brasil. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/tipologias_do_territorio/arranjos_populacionais/mapas_2ed/mapa126.pdf. Acesso em 17 de dezembro de 2024.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. Input-output analysis: foundations and extensions. 3. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

Ministério de Minas e Energia. (2024a). PORTARIA Nº 128/SNPGB/MME. In *Diário Oficial da União* (p. 13). Imprensa Nacional.

Ministério de Minas e Energia. (2024b). PORTARIA Nº 129/SNPGB/MME. In *Diário Oficial da União* (p. 61). Imprensa Nacional. https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-129/snpgb/mme-de-29-de-janeiro-de-2024-540570044

Secretaria Geral de Governo. (2023). *Biogás*. Sistema de Inteligência Energética de Goiás. Disponível em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNmVjY2I1NzgtMmI5OS00ZjQ0LThlM2UtZDZhMjExODY2M2E3IiwidCI6IjY3ZmQ0MzFjLWIyYWQtNDg2Ny04MWJjLWQ3NTYyMjBiNTZkNCJ9&&pageName=ReportSection48a721f2b43d4fa43a91

Secretaria Geral de Governo - Goiás. (2023). *Biometano*. Sistema de Inteligência Energética de Goiás. Disponível em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNmVjY2I1NzgtMmI5OS00ZjQ0LThlM2UtZDZhMjExODY2M2E3IiwidCI6IjY3ZmQ0MzFjLWIyYWQtNDg2Ny04MWJjLWQ3NTYyMjBiNTZkNCJ9&&pageName=ReportSection48a721f2b43d4fa43a91