



NOTA TÉCNICA

Impactos Socioeconômicos dos Cenários de Demanda de Etanol via Matriz Insumo Produto – 2023 - 2032

DEZEMBRO DE 2022

Ministério de
Minas e Energia



Coordenação Executiva

Angela Oliveira da Costa

Coordenação Técnica

Rachel Martins Henriques

Rafael Barros Araujo

Equipe Técnica

Angela Oliveira da Costa

Carlos Augusto Góes Pacheco

Euler Geraldo Silva

Marina Damião Besteti Ribeiro

Paula Isabel da Costa Barbosa

Rachel Martins Henriques

Rafael Barros Araujo

Suporte Administrativo

Sergio Augusto Melo de Castro

Imagens da Capa

1. Divulgação livre. Obtido em [Freepik](#)
2. Divulgação livre. Obtido em [Freepik](#)
3. Divulgação livre. Obtido em [Freepik](#)
4. Divulgação livre. Obtido em [Freepik](#)

Ministério de
Minas e Energia 

Ministro de Estado
Adolfo Sachsida

Secretário-Executivo
Hailton Madureira de Almeida

**Secretário de Planejamento e Desenvolvimento
Energético**

José Guilherme de Lara Resende

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

<http://www.mme.gov.br>



Presidente

Thiago Vasconcelos Barral Ferreira

**Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e
Ambientais**

Giovani Vitória Machado

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Thiago Vasconcelos Barral Ferreira (interino)

**Diretora de Estudos do Petróleo, Gás e
Biocombustíveis**

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretora de Gestão Corporativa

Angela Regina Livino de Carvalho

<http://www.epe.gov.br>

■ Identificação do Documento e Revisões



Área de estudo

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

Superintendência de Derivados de Petróleo e Biocombustíveis (SDB)

Estudo

Impactos Socioeconômicos dos Cenários de Demanda de Etanol via
Matriz Insumo Produto – 2023 - 2032

Revisão	Data de emissão	Descrição
r0	28/12/2022	Publicação no site da EPE

■ Sumário

Objetivo.....	1
1. Introdução	1
2. Caracterização	2
3. Metodologia e tratamento de dados.....	4
4. Premissas.....	5
5. Resultados e Discussão	7
6. Considerações Finais	10
7. Referências bibliográficas	11

■ Lista de Tabelas

Tabela 1. Demanda do Ciclo Otto	3
Tabela 2. Atividade/PIB, renda, emprego e importação de gasolina A, de 2012 a 2021	3
Tabela 3. Variações da demanda de etanol hidratado (bilhão de litros)	6

■ Lista de Gráficos

Gráfico 1 –Demanda de Etanol Combustível.....	6
Gráfico 2 – Incremento no PIB nos Cenários Baixo, Médio e Alto	7
Gráfico 3 – Incremento de renda nos Cenários Baixo, Médio e Alto	7
Gráfico 4 – Empregos gerados nos Cenários Baixo, Médio e Alto.....	8
Gráfico 5 – Redução de despesas com importação de gasolina A no Cenário Baixo	9

Objetivo

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) tem por finalidade realizar estudos e pesquisas destinados a subsidiar o planejamento energético nacional. Este documento pretende contribuir para as discussões acerca das políticas de incentivo ao uso de biocombustíveis para motores do ciclo Otto e o seu impacto socioeconômico, de forma que a política energética nacional conjugue a diversificação e o equilíbrio no uso dos recursos (fósseis ou renováveis), garantindo a segurança no abastecimento e o alinhamento às políticas nacionais de combate às mudanças climáticas.

A presente Nota Técnica tem por objetivo apresentar considerações sobre os impactos socioeconômicos de cenários de expansão da demanda de etanol, através da adoção da metodologia de Matriz Insumo-Produto (MIP).

1. Introdução

Desde 2016, a Superintendência de Derivados de Petróleo e Biocombustíveis (SDB/EPE) elabora, anualmente, o estudo *Cenários de oferta de etanol e demanda do ciclo Otto 2023 – 2032* (EPE, 2022c). O trabalho tem por propósito contribuir na identificação de oportunidades e ameaças ao abastecimento nacional dos veículos leves de ciclo Otto, assim como para a discussão acerca das alternativas de políticas públicas. Complementarmente, o referido documento apresenta cenários de Crescimento Alto, Médio e Baixo, além do cenário Box, que se distinguem em função da amplitude dos incentivos governamentais e de melhorias nos fatores de produção, por meio dos agentes do setor.

A Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) (BRASIL, 2017) elenca dentre seus objetivos fomentar a participação competitiva dos biocombustíveis na matriz energética brasileira, além de realçar o seu papel na mitigação das emissões de gases do efeito estufa (GEE) e na segurança do abastecimento nacional. A EPE tem realizado vários estudos de suporte ao RenovaBio¹, desde a sua promulgação, em dezembro de 2017, como o modelo de Matriz Insumo-Produto (MIP), cujo escopo é avaliar os impactos na atividade econômica, renda, geração de emprego e na substituição da importação de combustíveis (EPE, 2020a).

Estima-se que a adoção das diversas políticas públicas, incluindo o RenovaBio, deverá impactar positivamente inúmeros indicadores socioeconômicos de setores direta ou indiretamente ligados à cadeia produtiva dos biocombustíveis (tais como máquinas e equipamentos utilizados no setor agrícola e industrial). O emprego da matriz insumo produto, amplamente adotada na área acadêmica e nas instituições públicas para avaliação e monitoramento de impactos socioeconômicos de políticas públicas, permite calcular os multiplicadores de atividade, renda e emprego para estes setores. A MIP é um instrumento que possibilita descrever a relação de interdependência dos setores de uma economia, registrando todas as relações de produção (oferta) e consumo (demanda), em determinado ano².

¹ Elaboração de Notas Técnicas e fluxogramas de suporte (EPE, 2017a e 2017b), acompanhamento da política e do mercado de CBIO (EPE, 2022b), elaboração de modelagem matemática de apoio e participação no Comitê RenovaBio desde 2019.

² Para saber mais sobre a metodologia, pede-se acessar o documento EPE (2021b).

A presente Nota Técnica permite conectar os estudos Cenários de oferta de etanol e Matriz Insumo-Produto. Através da comparação das trajetórias de crescimento do mercado nacional de combustíveis do ciclo Otto, procura-se contribuir para o melhor entendimento dos possíveis impactos socioeconômicos resultantes da adoção de políticas públicas, as quais afetam diretamente os setores de combustíveis renováveis e fósseis, como também produzem desdobramentos sobre outros setores na economia, por meio de impactos diretos e indiretos.

Emprega-se, na MIP³, os resultados obtidos a partir dos estudos de cenários de oferta de etanol e demanda de combustíveis do ciclo Otto (EPE, 2022c). Com isso, avalia-se o impacto da política do RenovaBio sobre os indicadores socioeconômicos. Ressalta-se que os coeficientes multiplicadores utilizados neste estudo são extraídos da MIP calculada pelo IBGE⁴. Apresenta-se o tratamento adotado neste estudo para compatibilizar a matriz insumo produto aos resultados dos cenários de demanda de etanol.

2. Caracterização

A matriz energética brasileira e sua matriz de transportes possuem as mais altas participações de fontes renováveis comparadas ao restante do mundo (EPE, 2022a). Em 2021, a contribuição dos biocombustíveis no setor de transportes rodoviário nacional alcançou 22,6% (EPE, 2022a) e o total de renováveis na demanda do ciclo Otto atingiu 38,2% (EPE, 2022a). Isto foi possível graças a dois fatores: a utilização obrigatória do etanol anidro combustível como parte integrante da formulação da gasolina C (composta por 73% de gasolina A e 27% de anidro) e o fato do etanol hidratado se constituir em substituto ao combustível fóssil.

No período de 2011 a 2021, o consumo nacional de gasolina C cresceu 4,2 bilhões de litros (1,1% a.a.) e o de etanol hidratado aumentou 5,3 bilhões de litros (3,7% a.a.) (EPE, 2022a). O teor obrigatório de adição de etanol anidro na gasolina C cresceu de 25% em 2012 para 27% em 2014, permanecendo neste valor até então.

A Tabela 1 apresenta a série histórica da demanda de combustíveis do ciclo Otto, através da qual é possível observar, entre 2011 e 2021, a evolução do consumo de gasolina C e etanol hidratado combustível no Brasil. De forma agregada, o consumo do ciclo Otto cresceu 8 bilhões de litros, totalizando 52 bilhões de litros de gasolina equivalente em 2021, um aumento de 1,7% a.a. no intervalo. Destaca-se, como desdobramento da pandemia, uma retração de 2,7 bilhões de litros de gasolina equivalente de 2019 para 2021, em função das medidas de restrição à mobilidade de pessoas e alteração dos regimes de trabalho em algumas atividades (presencial para híbrido ou remoto).

³ A MIP foi desenvolvida por Leontief (1948), sistematizada e expandida por Miller e Blair (1985), e utilizada para a análise de questões nacionais por Guilhoto e Sesso (2005), a partir das contas nacionais. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apresenta os resultados dessa matriz a cada cinco anos, aproximadamente.

⁴ Ver estudo *Impactos Socioeconômicos dos Cenários de Demanda de Etanol via MIP – 2022 – 2031* (EPE, 2021c).

Tabela 1. Demanda do Ciclo Otto

Milhões de litros de gasolina equivalente	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Gasolina A	27.062	31.758	31.679	33.353	30.204	31.404	32.229	27.997	27.860	26.151	28.702
Etanol Anidro	8.435	7.759	9.686	11.016	10.940	11.100	12.072	10.214	10.554	9.778	11.037
Gasolina C	35.497	39.518	41.365	44.369	41.144	42.504	44.301	38.211	38.414	35.930	39.738
Etanol Hidratado	8.551	7.909	9.219	9.781	13.152	10.916	10.160	14.087	16.273	13.884	12.279
Etanol Total	16.987	15.669	18.905	20.796	24.092	22.016	22.232	24.301	26.826	23.662	23.316
Ciclo Otto Total	44.049	47.427	50.584	54.149	54.296	53.420	54.461	52.298	54.687	49.814	52.017

Fonte: EPE, 2022a.

Nota: A linha Ciclo Otto Total é a soma das linhas Gasolina C e Etanol Hidratado.

O país possui uma indústria de base relevante no atendimento a essa demanda, tanto no setor de refino (para a gasolina), quanto no setor de etanol, majoritariamente o sucroenergético (cana-de-açúcar) e, mais recentemente, com a ampliação da produção do etanol a partir do milho. Ressalta-se que houve importação líquida de gasolina A entre 2011 e 2021, média de 2,4 bilhões de litros/ano (EPE, 2022a) e para o etanol, apenas entre 2017 e 2019, de 0,5 bilhão de litros por ano (EPE, 2022a).

PIB, Renda, Emprego e Importação de Gasolina A

A Tabela 2 apresenta os valores da atividade/PIB e renda (em milhões de reais constantes de dezembro de 2021)⁵, emprego (em número de postos de trabalho) da economia, e volume de importações de gasolina A, para embasar a discussão dos números e as conclusões a serem apresentadas nas seções 5 e 6.

Tabela 2. Atividade/PIB, renda, emprego e importação de gasolina A, de 2012 a 2021

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Varição 2021/2012
PIB ou Atividade (R\$ bilhões)*	8,8	9,2	9,4	9,0	8,6	8,7	8,9	9,1	9,1	9,8	10,8%
Renda (R\$ bilhões)*	3,8	4,0	4,1	4,0	3,8	3,9	3,9	4,0	3,8	3,7	-2,7%
Emprego (ocupações X 1.000.000)	101,0	102,5	105,5	102,0	100,4	101,6	104,3	106,0	96,3	100,8	-0,2%
Importação de gasolina A (Bilhões litros)	3.786,0	2.265,0	2.111,0	2.935,0	3.810,0	4.489,0	3.238,0	4.888,0	4.942,0	2.755,0	-27,2%

Fonte: IBGE, Contas Nacionais, Tabela 6 - Produto Interno Bruto, Produto Interno Bruto per capita, população residente e deflator - 1996-2020; Tabela 17 - Conta de produção e geração da renda, por setor institucional, segundo grupos de atividades - 2010-2020 (IBGE, 2021b); Tabela 2.21, Capítulo 2 em (EPE, 2022a). Nota: * em R\$ bilhões constantes de 2021. ** Estimativas, conforme dados divulgados pelos IBGE e pelo Banco Central.

Observa-se que, enquanto o total de empregos aumentou 15,0% até 2018, a renda avançou 16,6%. Considerando até 2021, a renda decresceu 2,7% e o emprego em 0,2%. Por sua vez, no período 2012 a 2021, o PIB (atividade) aumentou 10,8%, enquanto as importações de gasolina aumentaram cerca de 27%, ou 3,5% a.a. A queda da renda e do emprego em 2020 é atribuída aos reflexos da pandemia da Covid-19. Por outro lado, estima-se que a política RenovaBio promova impactos positivos sobre a demanda de biocombustíveis e sobre estes quatro indicadores.

⁵ Note-se que, neste estudo, todos os valores monetários são apresentados em valores constantes de dezembro de 2021, tendo-se utilizado o IPCA (IBGE, 2021a) como deflator.

Em 2014, o total de empregos ligados ao setor de biocombustíveis foi estimado em 1,2 milhão de ocupações (MARKSTRAT, 2016). Sabe-se que o processo de mecanização e automação no campo reduziu o número dessas posições ligadas ao agronegócio (CASTRO *et al.*, no prelo, 2022). Dados do Ministério da Economia, oriundos da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) de 2019, indicam que o setor sucroalcooleiro empregou formalmente 712 mil pessoas, desde o cultivo da cana até a fabricação do açúcar e do etanol (MTE, 2020). Tendo como base os dados da IRENA (2020) e do CEPEA/ESALQ (2021), estima-se que o número total de empregos diretos e indiretos no setor de biocombustíveis no Brasil seria de 1,5 milhão em 2020. Com a pandemia de Covid-19, houve estímulo ao agronegócio, mas não necessariamente ao emprego no setor (CEPEA-ESALQ, 2020, 2021).

Considerando as projeções para o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2031), a EPE publicou estudo de apoio com as premissas econômicas e demográficas para o horizonte de dez anos, de 2022 a 2031 (EPE, 2021b). Conforme o Cenário Macroeconômico de Referência, espera-se que o PIB nacional volte a crescer 2,8% ao ano, no quinquênio de 2021 a 2026, e 3% a.a. de 2026 a 2031. Em um cenário inferior, “a expectativa é de que a economia brasileira cresça, em média, 1,9% a.a. entre 2021 e 2031” (EPE, 2021b). Já em um cenário superior, a taxa média de crescimento do PIB é de 3,9% a.a. no decênio.

No presente estudo, as expectativas de crescimento do PIB, dadas por esses cenários macroeconômicos, ajudam a balizar a análise dos impactos socioeconômicos de choques da demanda nos biocombustíveis, avaliados sob a metodologia da MIP.

3. Metodologia e tratamento de dados

As equações apresentadas na seção 3 do estudo *Impactos Socioeconômicos dos Cenários de Demanda de Etanol via Matriz Insumo Produto – 2022 - 2031* (EPE, 2021c) representam o componente matemático do modelo da matriz insumo-produto. É importante ressaltar que a adoção do modelo implica na existência prévia de uma matriz de insumo-produto, que, no caso brasileiro, é fornecida pelo IBGE. A compatibilização dessa matriz com os cálculos das equações apresentadas em EPE (2021c) é condição desejável, mas não imprescindível, para a utilização eficiente do modelo da Matriz Insumo-Produto (MIP). A validação dessa compatibilização pode ser feita em quatro etapas.

A primeira etapa é a obtenção da Matriz Insumo-Produto do Brasil, publicada pelo IBGE (IBGE, 2016). A seguir, é necessário recalcular a Matriz Inversa de Leontief. Na terceira etapa, procede-se à avaliação da consistência da matriz e validação dos resultados com a Matriz Inversa de Leontief publicada pelo IBGE. Por fim, são realizadas adaptações e simplificações nos cálculos, visto que atualmente a versão publicada da MIP do IBGE não faz a desagregação dos combustíveis comerciais, gasolina C, em etanol anidro e gasolina A, assim como do diesel B, em diesel A e em biodiesel. Ressalta-se que a mensuração da produção e da demanda dos respectivos setores da economia utiliza como referência os preços ao consumidor.

Por essa razão, os produtos analisados neste modelo são os combustíveis comerciais, a saber: etanol hidratado e gasolina C. O ciclo diesel não será analisado nesta fase do modelo da MIP para o RenovaBio⁶.

⁶ Para realizar o estudo do caso do diesel B, similar ao da gasolina C, seria necessário recorrer ao método da hibridização, que envolve compatibilizar o conteúdo energético com os aspectos econômicos.

Tratamento de Dados

Para o cálculo dos impactos em atividade, emprego, renda e importação de combustíveis, utilizaram-se as projeções de demanda de etanol hidratado e gasolina C do documento “Cenários de Oferta de Etanol e Demanda ciclo Otto – 2023-2032” (EPE, 2022c). O documento possui apenas uma projeção de demanda total de combustíveis do ciclo Otto e, como indicado anteriormente, três cenários de oferta de etanol e mais um cenário de crescimento inercial da oferta, chamado BOX. Como resultado, do balanço entre a demanda ciclo Otto e as diferentes ofertas de etanol, obtém-se as demandas de etanol combustível e gasolina A para cada cenário.

Desta forma, tomou-se como base para este estudo o Cenário BOX, menor crescimento da demanda de etanol (anidro e hidratado). Os diferenciais (pulsos) na demanda de gasolina C e etanol hidratado são calculados como a diferença entre as demandas destes combustíveis nos Cenários de Oferta de Etanol Baixo, Médio e Alto, comparados aos volumes do Cenário BOX. Desta forma, para realizar a análise da variação (“pulso”) da demanda de combustíveis no ciclo Otto entre os cenários “Base” e “de Estudo”, por meio da diferença entre as receitas do setor em cada cenário, adotou-se uma simplificação no Cálculo do Impacto na Receita de Etanol Total, de forma a reduzir as imprecisões que, porventura, possam ocorrer. Considerou-se que os preços da gasolina C e do etanol hidratado são dados exógenos, permanecendo constantes ao longo do tempo e iguais em todos os cenários, seja o de estudo (alto, médio ou baixo), seja o cenário Box.

De modo a calcular o impacto sobre a atividade anual, multiplicam-se os choques na demanda de etanol, ou pulsos, pela Matriz Inversa de Leontief (ou Matriz B), disponibilizada pelo IBGE, assumindo-se a hipótese de *ceteris paribus*, isto é, tudo o mais constante.

Para calcular as resultantes sobre o emprego (ou sobre a renda, ou sobre a importação de combustíveis), multiplica-se o pulso anual pelo multiplicador de emprego (ou da renda), sendo este obtido a partir da pré-multiplicação da matriz dos coeficientes de emprego (ou da renda) pela Matriz B. A matriz dos coeficientes de emprego (ou da renda, ou das importações de combustíveis) é criada a partir da tabela de total de ocupações (ou renda ou importações de combustíveis) por atividades, fornecida pelo IBGE.

De modo a contextualizar os resultados dos impactos, foram realizados cálculos adicionais utilizando as tabelas de PIB, emprego e renda, disponibilizadas pelo IBGE. Tais cálculos consistem em estimar, de modo linear, os valores finais de PIB, emprego, renda e importações de combustíveis, adotando as taxas de crescimento disponibilizadas pelo estudo de cenários do PIB (EPE, 2021b).

4. Premissas

A demanda nacional de combustíveis do ciclo Otto é projetada através de um modelo contábil desenvolvido pela EPE (2010), que considera, além do cenário econômico (EPE, 2021b), diversos outros aspectos, como o licenciamento de veículos leves, a oferta interna de etanol, o preço doméstico da gasolina e a preferência do consumidor entre gasolina e etanol, no abastecimento de veículos *flex fuel*⁷.

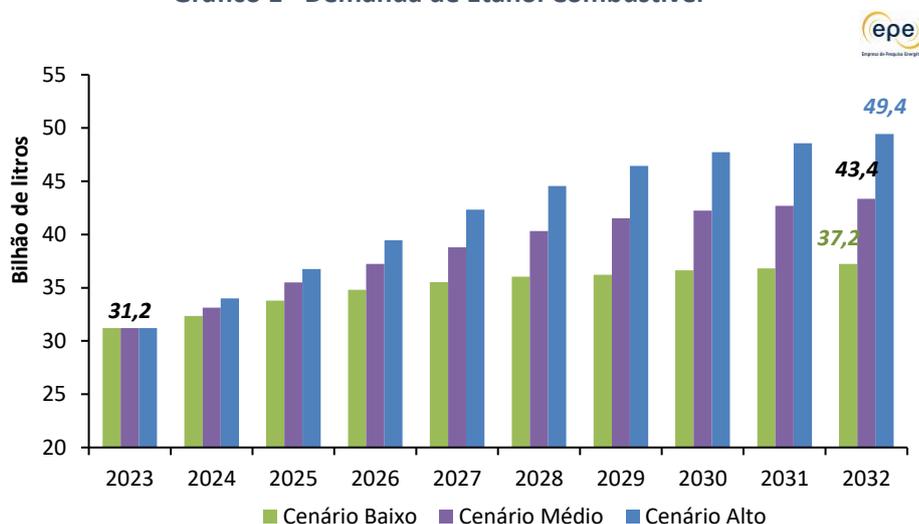
Os preços de gasolina C adotados nos cálculos deste artigo foram obtidos a partir de EPE (2022d). Ressalta-se que o preço de etanol hidratado foi fixado em 69% do preço da gasolina C, que corresponde à média histórica da relação PE/PG de 2011 a 2021.

⁷ Para maiores detalhes, ver EPE (2021a) e EPE (2022c).

Para o valor adicionado bruto, ocupações e renda por setor de atividade, foram utilizadas informações conforme Contas Nacionais, Sistema de Contas Nacionais, Tabelas de usos e recursos – 2010-2017, Tabela 2 – Nível 68 (IBGE, 2020), conforme explicado na seção 4.

As projeções de demanda de etanol total (anidro e hidratado), apresentadas no Gráfico 1, foram calculadas no estudo *Cenários de Oferta de Etanol e Demanda do Ciclo Otto 2023-2032*⁸.

Gráfico 1 – Demanda de Etanol Combustível



Fonte: EPE, 2022c.

Nota: Em 2021, a demanda de etanol combustível foi de 28,6 bilhões de litros (EPE, 2022a).

A Tabela 3 apresenta as variações de demanda de etanol hidratado, obtidas a partir de cada cenário de oferta de etanol. As variações são tomadas em relação ao Cenário BOX, em que não há expansão significativa da produção de etanol, e a oferta do biocombustível, em todo o período, permanece em patamar similar ao observado em 2021. Conseqüentemente, neste cenário BOX, a participação do etanol hidratado na demanda do ciclo Otto apresenta uma redução.

Tabela 3. Variações da demanda de etanol hidratado (bilhão de litros)

Varição Demanda	2024	2028	2032
Cenário Baixo	3,3	7,2	8,8
Cenário Médio	4,2	12,6	16,4
Cenário Alto	5,3	17,8	23,9

Fonte: Elaboração própria, com base em EPE (2022c).

Os choques da demanda/receita de etanol total (anidro e hidratado), apresentados na Tabela 3, foram calculados a partir das premissas de preços, com base em estudos internos, e das variações da oferta de etanol, relativos a um cenário de base, denominado BOX, conforme mencionado (EPE, 2022c)⁹. Os efeitos socioeconômicos apresentados são calculados a partir destes choques de demanda, originados a partir da Tabela 3, aos quais se aplicam os multiplicadores explanados na Seção 3 (subseções 3.2. a 3.6 de EPE, 2021c).

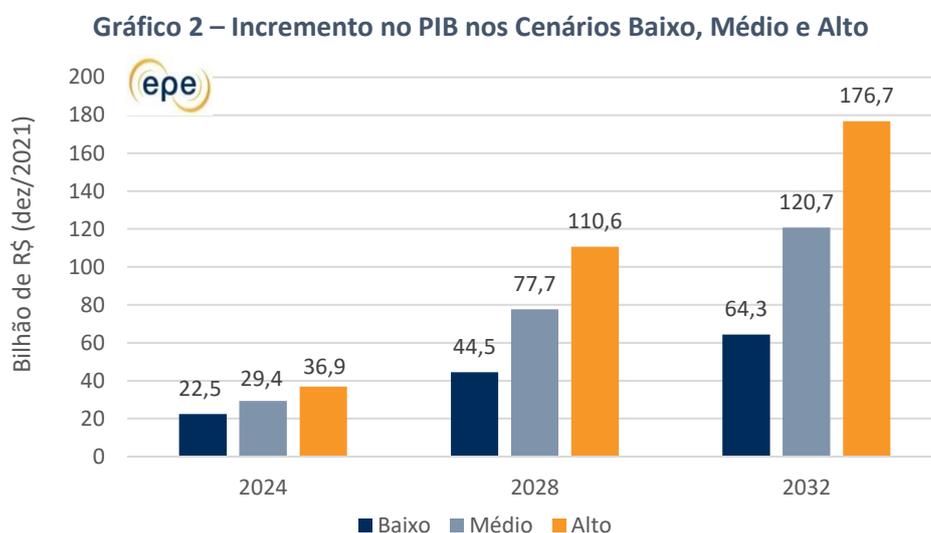
⁸ Para maiores esclarecimentos sobre a metodologia e o resultado das projeções, sugere-se consultar o documento (EPE, 2022c).

⁹ O impacto na demanda de gasolina A, a partir de sua produção nacional também é considerado na análise.

5. Resultados e Discussão

Na discussão a seguir, são apresentados os resultados obtidos através das variações de demanda, conforme EPE (2022c), e os multiplicadores da MIP 2015 (IBGE, 2016) para atividade, renda, emprego e importação de gasolina A.

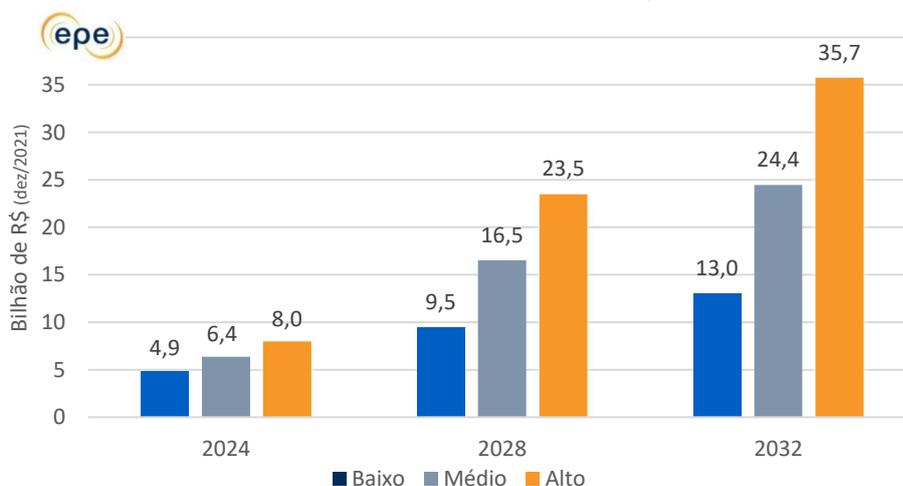
O Gráfico 2 apresenta os resultados de incremento no PIB, nos cenários baixo, médio e alto.



Fonte: Elaboração própria.

Destaca-se que o incremento no PIB é resultante de um choque na demanda/receita de etanol total, mensurado como a diferença entre o cenário selecionado e o cenário BOX (referência). Assim, para cada acréscimo na demanda de etanol, conforme a Tabela 3, o nível de atividade econômica ou PIB poderá ter um aumento em 2032 que variará entre R\$ 64 bilhões no Cenário Baixo, R\$ 121 bilhões, no Cenário Médio e R\$ 177 bilhões no Cenário Alto. Tais aumentos em relação ao PIB projetado nos cenários econômicos variam de 0,21% na combinação do cenário baixo (demanda etanol) com o cenário macroeconômico referência (PIB projetado) em 2024, até 1,2% na combinação do cenário alto (demanda etanol) com o cenário macroeconômico superior (PIB projetado) em 2032 (EPE, 2021b). Para obtenção desses valores, o multiplicador de atividade utilizado foi 2,38 (IBGE, 2016). O Gráfico 3 apresenta os resultados para a renda, sob os cenários baixo, médio e alto.

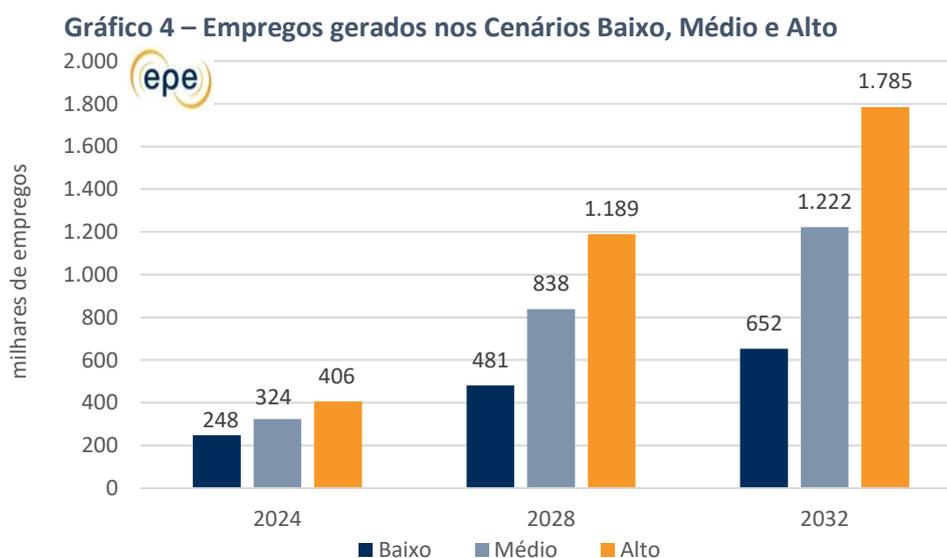
Gráfico 3 – Incremento de renda nos Cenários Baixo, Médio e Alto



Fonte: Elaboração própria.

Este resultado consiste em aumento da renda das famílias, quando ocorrem os choques de receita/demanda de etanol apresentados na Tabela 3. Assim, a cada ano, a renda das famílias como um todo, poderá ter um aumento que variará entre R\$ 13,0 bilhões (Cenário Baixo) a R\$ 35,7 bilhões (Cenário alto) em 2032. Destaca-se que, como proporção da renda total projetada de 2023 a 2032 (EPE, 2021b), os impactos descritos variam de 0,12% na combinação do Cenário Baixo (demanda etanol) com o cenário macroeconômico Referência (renda projetada¹⁰) em 2024, até 0,64% na combinação do Cenário Alto (demanda etanol) com o cenário macroeconômico superior (renda projetada) em 2032. Para obtenção destes resultados, o multiplicador da renda empregado foi 0,43 (IBGE, 2016).

O Gráfico 4 apresenta os resultados para o emprego, sob os cenários baixo, médio e alto, conforme discutido.



Fonte: Elaboração própria.

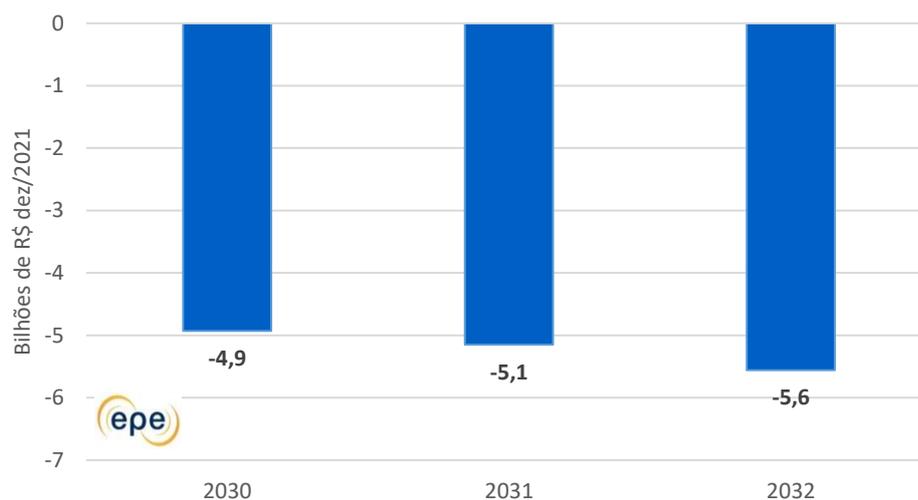
Observa-se que em 2032 o cenário baixo aponta um aumento de 652 mil empregos diretos e indiretos; no cenário médio, uma elevação de 1,22 milhão e, no cenário alto, um crescimento de 1,78 milhão. Segundo os cenários de PIB (EPE, 2021b), nota-se que, como proporção do total projetado de empregos de 2023 a 2032, os impactos descritos variam de 0,22% na combinação do Cenário Baixo (demanda etanol) com o cenário macroeconômico Referência (total de empregos projetados para o País¹¹) em 2024, até 1,13% na combinação do cenário alto (demanda etanol) com o cenário macroeconômico superior (projetado) em 2032. Para obtenção destes resultados o multiplicador do emprego utilizado foi 20,73 (IBGE, 2016).

O Gráfico 5 apresenta os resultados para a substituição de importações, sob o Cenário Baixo, conforme discutido. Observa-se que a importação de gasolina A no horizonte do PDE 2031 só acontece nos anos de 2030 a 2032 (EPE, 2022d).

¹⁰ Destaca-se que foram adotadas as mesmas taxas de crescimento do PIB, nos diferentes cenários, para projetar o crescimento da renda e dos empregos do estudo EPE (2021a).

¹¹ Conforme já destacado, foram adotadas as mesmas taxas de crescimento do PIB, nos diferentes cenários macroeconômicos (EPE, 2021b), para projetar o crescimento da renda e dos empregos deste.

Gráfico 5 – Redução de despesas com importação de gasolina A no Cenário Baixo



Fonte: Elaboração própria.

A redução de despesas apontada no Gráfico 5 corresponde ao montante não gasto com importações de gasolina A, substituída por etanol combustível, no Cenário Baixo, quando ocorrem os choques de receita/demanda de etanol apresentados na Tabela 3. Assim, a cada ano, um choque de demanda de etanol pode contribuir para diminuir a conta de importação de gasolina A, que pode variar entre R\$ 4,93 bilhões em 2030 e R\$ 5,56 bilhões em 2032, no Cenário Baixo. Para obtenção desses valores, o multiplicador utilizado foi de 0,21 (IBGE, 2016). Nos cenários Médio e Alto, estima-se que ocorra exportação de gasolina A¹².

Destaca-se que o uso de biocombustíveis diminui os impactos ambientais locais e globais. A EPE, através da sua Nota Técnica “Impacto na saúde humana pelo uso de biocombustíveis na Região Metropolitana de São Paulo” (EPE, 2021a) apresenta diferentes cenários do grau de utilização de biocombustíveis e da redução de emissões de materiais particulados, revelando resultados cruciais sobre os efeitos na saúde pública.

Cabe ressaltar que, dentre outros multiplicadores da MIP não incluídos neste estudo, existe o multiplicador da tributação que, ainda que não seja objeto desta análise, representa mais um indicador da relevância dos biocombustíveis, em particular o etanol, e que deve ser levado em conta na formulação e implementação de políticas públicas.

É importante destacar que essas estimativas não pretendem ser exatas, mas sim indicar, em ordem de grandeza, os impactos dos diferentes eventos econômicos na geração de emprego, renda, atividade econômica e importação de gasolina A. Isto porque todo e qualquer cálculo econômico possui uma margem de erro intrínseca aos modelos adotados.

Em adição às limitações do modelo da matriz insumo-produto, o presente estudo não inclui uma hibridização dos setores fabricação de biocombustíveis e refino de petróleo e coquerias, o que acrescenta uma camada adicional à margem de erro do cálculo. Ainda assim, o modelo retrata de forma satisfatória os impactos buscados e tem sido amplamente utilizado, por permitir estimativas macroeconômicas de impactos derivados de variações setoriais (COSTA & GUILHOTO, 2010; CASTRO *et al.*, 2017; SILVA e FERRARO, 2017).

¹² A partir da oferta de gasolina A estimada no PDE 2031 (EPE, 2021d), observa-se a importação de gasolina entre 2030 e 2032, apenas no cenário baixo (EPE, 2022c).

6. Considerações Finais

Nas últimas décadas, a crescente importância dos biocombustíveis na matriz energética nacional tem sido realçada pelas políticas energéticas. A participação crescente do etanol no ciclo Otto, passando de 26% em 2012 para 38% em 2021 (EPE, 2022a) reafirma essa relevância. Estima-se que, com o RenovaBio, essa participação deverá ampliar-se ainda mais.

A ferramenta MIP permite avaliar os impactos socioeconômicos do aumento da demanda de biocombustíveis, através da adoção de diferentes cenários, o que foi feito neste estudo para o caso específico do etanol.

Os resultados apresentados apontam os impactos socioeconômicos de choques da demanda final de etanol, que poderão decorrer do consórcio de ações exitosas, tais como as iniciativas do setor de biocombustíveis voltadas à melhoria dos fatores de produção com a implementação de políticas públicas como o RenovaBio e, mais recentemente, o Programa Combustível do Futuro.

Para cada choque ou aumento de demanda final de etanol em 2032, variando entre 8,8 bilhões de litros no Cenário Baixo e 23,9 bilhões de litros no Cenário Alto, a atividade econômica como um todo, incluindo a cadeia produtiva do etanol e setores conectados a ela direta e indiretamente, poderá aumentar entre R\$ 64 bilhões, no Cenário Baixo, a R\$ 177 bilhões, no Cenário Alto. Isto poderá corresponder ao aumento do PIB de 0,21% no cenário baixo em 2024 a 1,2% no cenário alto em 2032.

Por sua vez, a variação da renda das famílias poderá aumentar entre R\$ 13 bilhões (Cenário Baixo) a R\$ 36 bilhões (Cenário Alto), o que abrange a cadeia produtiva do etanol e setores conectados direta e indiretamente. Estes aumentos poderão representar um acréscimo à renda total de 0,12% no Cenário Baixo em 2024 a 0,64% no Cenário Alto em 2032.

O número de empregos no País, tanto os alocados na cadeia produtiva de biocombustíveis, quanto em setores direta e indiretamente conectados, poderá elevar-se entre 652 mil empregos (Cenário Baixo) até 1,8 milhão de empregos (Cenário Alto). Estes novos postos de trabalho poderão equivaler a uma adição ao total de empregos no Brasil de 0,22% no Cenário Baixo em 2024 a 1,13% no Cenário Alto em 2032.

De acordo com os cálculos efetuados, o choque da demanda de etanol poderá contribuir para reduzir as importações de gasolina A no Cenário Baixo, que poderá resultar em quedas nos dispêndios avaliadas entre R\$ 4,93 bilhões e R\$ 5,56 bilhões, respectivamente para 2030 e 2032. Dado que a média das importações de gasolina A projetadas para o Cenário de Referência do presente estudo (BOX) é de 8,1 bilhões de litros em 2032, o valor calculado para o Cenário Baixo indica que esse volume poderá se retrair em cerca de 42%.

A efetividade de políticas públicas e melhorias dos processos produtivos poderão expandir a demanda final de etanol e as variações do nível de atividade, renda e número de empregos conforme estas estimativas, bem como reduzir a conta de importação de gasolina A.

Em relação aos totais projetados, é curioso notar que, proporcionalmente, os impactos mais elevados ocorrem na geração de empregos e, em seguida, no PIB, na renda e, por último, na substituição de importação de gasolina A. Isto indica que estímulos ao setor de biocombustíveis são muito benéficos à economia como um todo, e contribuem para a segurança do abastecimento nacional e para a melhoria no saldo das contas externas nacionais.

7. Referências bibliográficas

- BRASIL. (2017). **Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017**. “Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências”. Diário Oficial da União, Brasília. Fonte: www.planalto.gov.br.
- CASTRO, N. R., GILIO, L., MACHADO, G. C. (2022). “**Impactos da mecanização na produtividade agrícola agregada da cana-de-açúcar no estado de São Paulo de 2007 a 2013**”. Revista de Economia e Sociologia Rural. Disponível em: <https://www.revistasober.org/article/doi/10.1590/1806-9479.2021.235496>; <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9479.2021.235496resr>, vol.60, n2, e235496, 2022 (no prelo).
- CEPEA-ESALQ (2021). **Planilha Mercado de Trabalho**. Disponível em: www.cepea.esalq.usp.br; acesso em 10 junho 2021.
- _____ (2020). **Especial Coronavírus e o Agronegócio**. Disponível em: www.cepea.esalq.usp.br; acesso em 10 junho 2021.
- COSTA, C. C., GUILHOTO, J. J. M. (2010). **O Papel da Tributação Diferenciada dos Combustíveis para o Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo**. Economia Aplicada, v. 15, n. 3, 2011.
- EPE – Empresa de Pesquisa Energética; (2017a). **RenovaBio – Documentos Produzidos pela EPE**. Disponível em: www.epe.gov.br. Acesso em: 15 mai. 2018
- _____ (2017b). **Fluxograma de funcionamento RenovaBio**. Disponível em: www.epe.gov.br. Acesso em 07 mar. 2018.
- _____ (2020a). **Impactos socioeconômicos dos cenários de oferta e demanda do ciclo Otto via Matriz Insumo-Produto**. Rio Oil & Gas Expo and Conference 2020. ISSN 2525-7579. Disponível em: www.ibp.org.br/biblioteca/rioilegas. Acesso em 23.11.2022.
- _____ (2021a). **Impacto na saúde humana pelo uso de biocombustíveis na Região Metropolitana de São Paulo**. Rio de Janeiro, fevereiro 2021. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-570/NT-EPE-DPG-SDB-2020-01_NT_Impacto_saude_uso_bios.pdf. Acesso em: 7 dez. 2022
- _____ (2021b). **Premissas Econômicas e Demográficas – PDE 2031**. Rio de Janeiro, 2021e. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-607/topico-591/Caderno%20de%20Economia%20PDE%202031_Revisao_vf.pdf. Acesso em: 7 dez. 2022.
- _____ (2021c). **Impactos Socioeconômicos dos Cenários de Demanda de Etanol via Matriz Insumo Produto – 2022 - 2031**. Disponível em: www.epe.gov.br.
- _____ (2021d). **Plano Decenal de Expansão de Energia 2022-2031**. Disponível em: www.epe.gov.br. Acesso em: 20 nov. 2022.
- _____ (2022a). **Balço Energético Nacional 2022**. Disponível em: www.epe.gov.br. Acesso em: 04 out. 2022.
- _____ (2022b). **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis 2022 – ano base 2021**. Disponível em: www.epe.gov.br. Acesso em: 04 out. 2022.
- _____ (2022c). **Cenários de oferta de etanol e demanda ciclo Otto 2023 – 2032**. Disponível em: www.epe.gov.br.
- _____ (2022d). **Estudos internos no horizonte 2032**.
- GUILHOTO, J.J.M. e U.C. SESSO FILHO (2005). **Estimação da Matriz Insumo Produto a partir de Dados Preliminares das Contas Nacionais**. Economia Aplicada. Vol. 9, No 2, 2005.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2016). “**Matriz Insumo Produto 2015**”. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>, acesso em 13.12.2021.
- _____ (2021a). **Dados Estatísticos, Séries de Preços**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>, acesso em 13.12.2021.
- _____ (2021b). **Dados Estatísticos, Contas Nacionais**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>, acesso em 13.12.2021. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novportal/economicas/contas-nacionais/9085-matriz-de-insumo-produto.html?=&t=o-que-e>

IRENA – International Renewable Energy Agency (2020). **Renewable Energy and Jobs - Annual Review 2020**. Disponível em: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Sep/IRENA_RE_Jobs_2020.pdf. Acesso em 25.11.2022.

LEONTIEF, W. (1948). **Input-Output Economics**. Segunda Edição (1986). New York: Oxford University Press.

MARKSTRAT (2016). **A Cana e o Desenvolvimento Econômico**. Disponível em: www.markestrat.org/agribusiness. Acesso em 24 Nov 2021.

MILLER, R., BLAIR, P. D. (1985). **Input-output analysis: foundations and extensions**. New Jersey: Prentice-Hall.

MTE - Ministério do Trabalho e Previdência (2020). **Relação Anual de Informações Sociais – RAIS 2019 e 2020**. Disponível em; <http://www.rais.gov.br/sitio/index.jsf>. Acesso em: 25 Nov 2022.

SILVA, N. R., FERRARO, M. C. (2017). **A Crise da Indústria Petrolífera Brasileira e seus Impactos nos Indicadores Macroeconômicos**. Revista Brasileira de Energia, Vol. 23 | Nº 1 | 1º Trim. 2017.