



Empresa de Pesquisa Energética

NOTA TÉCNICA

Impactos Socioeconômicos dos Cenários de Demanda de Etanol via Matriz Insumo Produto – 2022 - 2031

Dezembro de 2021

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

Igor Francisco Manzollillo (estagiário)

Marina Damião Besteti Ribeiro

Paula Isabel da Costa Barbosa

Rachel Martins Henriques

Rafael Barros Araujo

Suporte Administrativo

Sergio Augusto Melo de Castro

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Ministro de Estado

Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Junior

Secretária-Executiva

Marisete Fátima Dadald Pereira

**Secretário de Planejamento e Desenvolvimento
Energético**

Paulo Cesar Magalhães Domingues

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

Erik Eduardo Rego

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

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretora de Gestão Corporativa

Angela Regina Livino de Carvalho

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

■ Identificação do Documento e Revisões



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 – 2022 - 2031

Revisão	Data de emissão	Descrição
r0	30/12/2021	Publicação no site da EPE

■ Sumário

Objetivo	1
1. Introdução	1
2. Caracterização	2
3. Teoria da matriz insumo-produto	5
3.1. Conceitos e equações do modelo de insumo produto	6
3.2. Impactos sobre a Atividade – Definição, Fórmula e Cálculo.....	7
3.3. Impactos sobre o Emprego – Definição, Fórmula e Cálculo	8
3.4. Impactos sobre a Renda – Definição, Fórmula e Cálculo.....	8
3.5. Impacto sobre as Importações – Definição, Fórmula e Cálculo.....	9
3.6. Estimativa dos Impactos Socioeconômicos Líquidos	10
4. Metodologia	12
5. Premissas	13
6. Resultados e Discussão	15
7. Considerações Finais	19
8. Referências bibliográficas	21

Objetivo

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 da Matriz Insumo Produto.

Ciente de sua missão de realizar estudos e pesquisas para subsidiar o planejamento energético nacional, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) pretende, por meio deste documento, contribuir com 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.

1. Introdução

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. Após sua promulgação, em dezembro de 2017, a Empresa de Pesquisa Energética iniciou o desenvolvimento de uma série de estudos de suporte ao RenovaBio (EPE, 2018), dentre os quais se encontra o modelo da Matriz de Insumo Produto, cujo objetivo é avaliar os impactos na atividade econômica, renda, geração de emprego e importação de combustíveis. Desde então, por intermédio da sua equipe de biocombustíveis, a EPE tem desenvolvido análises sobre os impactos socioeconômicos, adotando essa metodologia (EPE, 2020a).

Estima-se que a expansão do estímulo setorial através das diversas políticas públicas, incluindo o RenovaBio, deverá alcançar outros setores, especialmente os ligados à sua cadeia produtiva (tais como máquinas e equipamentos empregados no setor agrícola e industrial). Em virtude do fomento proporcionado aos biocombustíveis, produzem-se efeitos sobre inúmeros indicadores econômicos, direta ou indiretamente, em maior ou menor escala. A metodologia da matriz insumo produto, amplamente adotada na área acadêmica e nas instituições públicas para avaliação e monitoramento de impactos econômicos de políticas públicas, permite calcular os multiplicadores de atividade, renda e emprego.

Desde 2016, estudo sobre os cenários de oferta de etanol e demanda do ciclo Otto é elaborado anualmente pela Área de Biocombustíveis da Superintendência de Derivados de Petróleo e Biocombustíveis da EPE, visando contribuir para a identificação das oportunidades e ameaças ao abastecimento nacional dos veículos leves de ciclo Otto, assim como para a discussão acerca das alternativas de políticas públicas. O documento apresenta cenários de Crescimento Alto, Médio e Baixo, além de um BOX, que se distinguem em função da amplitude dos incentivos governamentais e de melhorias nos fatores de produção, por meio dos agentes do setor.

Desta forma, a presente Nota Técnica busca conectar estas duas linhas de pesquisa, iniciando uma nova série de análises. 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, que afetam diretamente não somente os setores de combustíveis fósseis e renováveis, mas produzem desdobramentos sobre outros setores na economia (por meio de impactos indiretos, explicados e calculados adiante). De um lado, utilizam-se os resultados obtidos a partir dos estudos de cenários de oferta de etanol e os reflexos na demanda de combustíveis do ciclo Otto (EPE, 2021c). Por outro lado, emprega-se a metodologia da MIP, desenvolvida por LEONTIEF (1948), sistematizada e expandida por MILLER & BLAIR (1985), e utilizada para a análise de questões nacionais por GUILHOTO & SESSO (2005), a partir das contas nacionais, no desenvolvimento e na utilização do modelo de suporte ao RenovaBio relacionado à temática.

Esta Nota Técnica se inicia com uma breve introdução dos fundamentos do estudo, em seguida contextualiza-se a evolução do consumo de etanol e gasolina no Brasil na última década, além de apresentar os indicadores na MIP do IBGE. Procede-se, então, à revisão da teoria da matriz insumo produto. Em seguida, apresenta-se a metodologia adotada neste estudo para compatibilizar a matriz insumo produto aos resultados dos cenários de demanda de etanol. Na sequência, são apresentadas as premissas, os principais resultados dos multiplicadores de atividade, renda, emprego e importação de combustíveis, para os diferentes cenários, conforme EPE (2021c), e as considerações finais na última seção.

2. Caracterização

O Brasil apresenta as mais altas participações mundiais de fontes renováveis na sua matriz energética e na de transportes. Em 2020, a contribuição dos biocombustíveis no setor de transportes rodoviário alcançou 25,8% (EPE, 2021b) e o total de renováveis na demanda do ciclo Otto atingiu 47,5% (EPE, 2021b). Isto foi possível graças à utilização do etanol carburante como parte integrante da formulação da gasolina C por mistura obrigatória (etanol anidro) e como substituto ao combustível fóssil (etanol hidratado).

No período de 2010 a 2020, o consumo de gasolina C cresceu 6,1 bilhões de litros e o de etanol hidratado aumentou 3,6 bilhões de litros. Devido ao aumento do teor obrigatório de adição na composição da gasolina C, que cresceu 1,8% a.a., o etanol anidro registrou uma taxa de crescimento de 3,4% a.a, frente à gasolina A, de 1,4% a.a.. Já o etanol hidratado carburante apresentou um aumento de 2,1% a.a. neste mesmo período (EPE, 2021a). Adiciona-se que, devido aos efeitos da pandemia da covid-19, foi observada uma retração de 3,1 bilhões de litros (15%) na demanda de hidratado de 2019 para 2020 (EPE, 2021a).

A Tabela 1 apresenta a série histórica da demanda de combustíveis do ciclo Otto, através da qual é possível observar a evolução do consumo de gasolina C (gasolina A e etanol anidro) e etanol hidratado carburante no Brasil, de 2010 a 2020. De forma agregada, o consumo do ciclo Otto cresceu 8,6 bilhões de litros, atingindo 49,8 bilhões de litros de gasolina equivalente em 2020, um aumento de 1,9% a.a. no intervalo. Destaca-se, como desdobramento da pandemia, uma retração de 4,9 bilhões de litros de gasolina equivalente de 2019 para 2020, em função das medidas de restrição à mobilidade de pessoas.

Tabela 1. Demanda do Ciclo Otto

Em milhões litros	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Gasolina A	22.760	27.062	31.758	31.679	33.353	30.204	31.404	32.229	27.997	27.860	26.151
Etanol Anidro	7.097	8.435	7.759	9.686	11.016	10.940	11.100	12.072	10.214	10.554	9.778
Gasolina C	29.857	35.497	39.517	41.365	44.369	41.144	42.504	44.301	38.211	38.414	35.929
Etanol Hidratado	16.163	12.216	11.299	13.170	13.972	18.789	15.594	14.514	20.124	23.247	19.834
Etanol Total	23.260	20.651	19.058	22.856	24.988	29.729	26.694	26.586	30.338	33.801	29.612
Ciclo Otto Total (*milhões litros gasolina equivalente)	41.171	44.048	47.426	50.584	54.149	54.296	53.420	54.461	52.298	54.687	49.813

Fonte: EPE, 2021b.

O país possui uma indústria de base relevante no atendimento a essa demanda, tanto no setor de refino, 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 a importação líquida média de gasolina A entre 2010 e 2020 de 3,2 bilhões de litros por ano (EPE, 2021b) e para o etanol, apenas nos anos de 2018 e 2019, de 0,5 bilhão de litros (EPE, 2021b).

A aquisição de matérias-primas, máquinas e equipamentos de outros setores, bem como a geração de empregos diretos e indiretos (em outros setores) evidenciam interdependência entre os setores e a interconexão da economia.

A Matriz Insumo-Produto, ou MIP, é um instrumento que possibilita descrever essa relação de interdependência dos setores de uma economia, registrando todas as relações de produção (oferta) e consumo (demanda), em determinado ano. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE apresenta os resultados dessa matriz a cada cinco anos, aproximadamente.

A Tabela 2 apresenta uma comparação entre a fabricação de biocombustíveis (incluindo etanol anidro e hidratado) e o refino de petróleo e coquerias (que equivale à produção de combustíveis fósseis), incluindo a gasolina A (sem adição de etanol anidro), em 2010 e 2015, para os quais o IBGE divulgou a Matriz Insumo Produto Nacional (IBGE, 2016).

Tabela 2. Demanda de Biocombustíveis e Derivados de Petróleo.

	MIP 2010	MIP 2015	Varição
	Em R\$ milhão constantes dez 2020 (*)		(%)
Fabricação de Biocombustíveis (**)	33.338	44.656	34%
Refino de Petróleo e Coquerias	81.895	101.382	24%

Fontes: Tabela 1, Matriz Insumo Produto, IBGE (2013 e 2016).

(*) O deflator utilizado é o IPCA, do IBGE, séries mensais, anualizado, IBGE (2021a).

(**) Deve-se notar que nas matrizes da MIP 2010 e MIP 2015, são divulgados apenas os valores totais da Fabricação de Biocombustíveis e a Fabricação de Combustíveis Fósseis. Estima-se que o etanol total representava cerca de 90% e 85% do valor total de biocombustíveis, enquanto a gasolina A representa cerca de 55% do valor total dos combustíveis fósseis. A separação desses combustíveis requer a adoção do método da “hibridização”, que envolve compatibilizar o conteúdo energético com os aspectos econômicos.

De 2010 a 2015, em termos monetários, conforme os dados da MIP apresentados na Tabela 2, a demanda de biocombustíveis, incluindo etanol total, cresceu 34%, passando de R\$ 33,3 para R\$ 44,7 bilhões. Por sua vez, o refino de petróleo e a produção de combustíveis fósseis, incluindo a gasolina A, variou 24%, de R\$ 81,9 bilhões para R\$ 101,4 bilhões (IBGE, 2013, 2016).

A Tabela 3 apresenta os volumes demandados para etanol e gasolina em 2010 e 2015, de acordo com EPE (2021b). No caso do biocombustível, refere-se ao somatório das parcelas de hidratado (comercializado nos postos de abastecimento) e de anidro, que é adicionado à gasolina A, para compor a gasolina C (vendida ao consumidor).

Tabela 3. Demanda de Etanol Total e Gasolina A, em milhões de litros.

	2010	2015	Variação
	Em milhões litros		(%)
Etanol Total	23.260	29.729	28%
Gasolina A	22.760	30.204	33%

Fonte: EPE (2021b).

De 2010 a 2015, conforme a Tabela 3, a demanda de etanol carburante (hidratado e anidro) cresceu 28%, passando de 23,3 para 29,7 bilhões de litros. Já a demanda volumétrica de gasolina A aumentou 33%, atingindo 30,2 bilhões de litros em 2015 (EPE, 2021b). Observa-se um comportamento distinto entre os biocombustíveis e os combustíveis fósseis. Enquanto o aumento da demanda volumétrica de etanol total foi inferior à variação da fabricação de biocombustíveis, o acréscimo da demanda volumétrica de gasolina A foi superior à variação do refino de combustíveis fósseis, em reais constantes de 2020. Além da própria diferença entre as categorias, diversos fatores podem ter contribuído para essa diferença expressiva, dentre os quais: variações nos preços relativos, aumento da participação de biodiesel e biogás na matriz energética.

Cumprir destacar que o crescimento do faturamento de etanol total e de gasolina A desencadeou um aumento da atividade econômica, direta e indireta, além de aumentos na renda e no emprego, e alterações das importações de gasolina A. Tais indicadores – atividade, renda, emprego e importação de combustíveis – serão avaliados com o auxílio de técnicas de cálculo da metodologia Matriz Insumo Produto.

PIB, Renda, Emprego e Importação de Gasolina A

A Tabela 4 apresenta os valores da atividade/PIB e renda (em milhões de reais constantes de dezembro de 2020), 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 4. Atividade/PIB, renda, emprego e importação de gasolina A, de 2010 a 2020.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Variação 2020/2010
PIB ou Atividade (R\$ bilhões)*	6,5	6,9	7,1	7,5	7,6	7,2	7,0	7,1	7,3	7,4	7,5	15,5%
Renda (R\$ bilhões)*	3,3	3,5	3,7	3,9	4,0	3,8	3,7	3,8	3,8	3,3	3,2**	-0,24%
Emprego (ocupações X 1.000.000)	98,1	99,6	101,0	102,5	105,5	102,0	100,4	101,6	104,3	106,0	96,3**	-0,17%
Importação de Gasolina A (Bilhões litros)	511	2.193	3.786	2.265	2.111	2.935	3.810	4.489	3.238	4.888	4.942	857%

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, 2021b). Nota: * em R\$ bilhões constantes de 2020. ** Estimativas, conforme dados divulgados pelos IBGE e pelo Banco Mundial.

A tabela 4 apresenta a evolução desses quatro indicadores de 2010 a 2020. Observa-se que, enquanto o total de empregos aumentou 15,0% até 2018, a renda avançou 16,6%. Considerando até 2020, a renda recuou 0,24% e o emprego 0,27%. Por sua vez, no período 2010 a 2020, o PIB (atividade) aumentou 15,5%, enquanto as importações de gasolina aumentaram cerca de 9 vezes, ou 78% a.a.. A expressiva queda da renda e do emprego em 2020 é atribuída às restrições à mobilidade, relativas à pandemia da Covid-19, e à consequente retração da atividade econômica. Segundo o

BANCO MUNDIAL (2021), a queda da renda e do emprego em 2020 diluiu os ganhos salariais e de renda per capita do início da década, podendo levar nove anos até sua recuperação. Diante disso, é interessante observar quais poderão ser os impactos da política RenovaBio sobre a demanda de biocombustíveis e como esta poderá afetar estes quatro indicadores, bem como avaliar qual será a correlação entre os mesmos, se mais favorável ao crescimento da renda, da atividade, do emprego, ou da substituição de importações de gasolina A.

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). Com base em 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. De acordo com (CEPEA-ESALQ, 2020, 2021), com a pandemia de covid-19, houve estímulo ao agronegócio, mas não necessariamente ao emprego no setor.

Considerando as projeções para o Plano Decenal de Expansão de Energia, a EPE publicou estudo de apoio com as premissas econômicas e demográficas para o horizonte de dez anos, de 2022 a 2031 (EPE, 2021e), no qual, conforme o Cenário 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, 2021e). 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. Teoria da matriz insumo-produto

A matriz insumo-produto foi criada para resumir todas as inter-relações monetárias, destacando a demanda dos insumos técnicos e a oferta de produtos de todos os setores de um país ou região. Neste estudo serão efetuados os cálculos para o Brasil.

O modelo da matriz insumo-produto, desenvolvido pelo economista russo Wassily LEONTIEF (1945), permite avaliar tanto as inter-relações setoriais, quanto seus efeitos sobre diversos indicadores socioeconômicos, tais como: atividade econômica, renda, emprego, importação de combustíveis e também valor adicionado, impostos, dentre outros (ver MILLER e BLAIR, 1985).

A Figura 1 exibe um exemplo numérico do modelo da matriz insumo-produto e do coeficiente técnico, elemento importante para calcular os impactos de variações de demanda sobre indicadores socioeconômicos.

Metodologia MIP aplicada

n = 3

		Atividades econômicas			Demanda final (y)				Total produzido
		1 - Alimentação	2 - Habitação	3 - Transporte	Consumo	Investimento	Governo	Exportação	
Atividades econômicas	1	30	50	20	c_1	i_1	g_1	e_1	100
	2	20	10	20	c_i	i_i	g_i	e_i	50
	3	10	15	25	c_n	i_n	g_n	e_n	50
Valor adicionado		60	75	65	v_c	v_i	v_g	v_e	200
Importação		10	5	15	m_c	m_i	m_g	m_e	30
Total despendido		70	80	80	C	I	G	E	230

coeficiente técnico: valor dos insumos utilizados na produção sobre o valor total da produção.

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j}$$

$$a_{ij} = 15 / 50 = 30 / 100 = 0,30 = 30\%$$

Figura 1. Exemplo numérico de matriz insumo produto

Fonte: Elaboração própria.

3.1. Conceitos e equações do modelo de insumo produto

Constituem base do modelo de Insumo-Produto as seguintes equações:

$$x = (I - A)^{-1} * f = L * f$$

Equação 1

onde:

$(I-A)^{-1} = L = [l_{ij}]$ é conhecido como a matriz inversa de Leontief.

A = matriz dos requisitos totais, sendo formada por $a_{ij} = x_{ij} / z_j$, sendo a_{ij} o coeficiente técnico dado pelo insumo do setor i usado para produzir o produto j. Exemplo:

$$a_{ij} = z_{ij} / x_j$$

Equação 2

onde a_{ij} = valor do alumínio comprado pelos produtores de aeronaves no ano passado sobre o valor da produção de aeronaves no ano passado (MILLER e BLAIR, 2009, pp.16, Capítulo2).

I = matriz Identidade n por n

f = vetor de demanda final

L = matriz inversa de Leontief

Dentre os tipos de multiplicadores usados com maior frequência, destacam-se aqueles que estimam efeitos de mudanças exógenas em: (a) atividade dos diferentes setores, (b) ganhos de renda auferidos pelas famílias em cada setor devido aos novos produtos, (c) emprego (postos de trabalho, em termos físicos) devido aos novos produtos. Esses três multiplicadores serão examinados nas seções seguintes.

A característica fundamental dos multiplicadores consiste na diferença entre o efeito inicial de uma mudança exógena e os efeitos totais dessa mudança. Os efeitos totais podem ser definidos, quer como diretos e indiretos (encontrados a partir de um modelo de insumo-produto que é aberto em relação aos domicílios) ou como diretos, indiretos e induzidos (caso o modelo seja fechado em relação aos domicílios). Os multiplicadores que incorporam efeitos diretos e indiretos são também conhecidos como simples. Quando efeitos diretos, indiretos e induzidos são capturados, denominam-se, frequentemente, de multiplicadores totais.

Para medir os impactos diretos e indiretos dos biocombustíveis e dos derivados de petróleo sobre a atividade econômica, a renda e o emprego, utilizam-se os indicadores de valor adicionado, renda e pessoal ocupado, contidos nas Tabelas de Recursos e Usos – TRU, conforme mensurado pelo IBGE (2018). Segundo a terminologia adotada por IBGE, o termo “atividades econômicas” corresponde a “setor econômico” em linguagem coloquial, isto é agricultura, pecuária, indústria, serviços, por exemplo. O IBGE emprega o termo “setor econômico” para se referir aos diferentes grupos de agentes econômicos, tais como “setor Governo”, “setor Famílias”, “setor instituições financeiras”, para citar alguns exemplos (IBGE, 2016). Esta Nota Técnica procura adotar a mesma terminologia do IBGE.

Nesta primeira versão do modelo, manteve-se a desagregação apresentada nas Contas Nacionais do Brasil (IBGE, 2016), de tal forma que as atividades principais para o estudo são:

- Fabricação de Biocombustíveis (inclui etanol anidro, etanol hidratado e biodiesel);
- Refino e Petroquímica (inclui gasolina A, diesel A e outros derivados do petróleo).

3.2. Impactos sobre a Atividade – Definição, Fórmula e Cálculo

O multiplicador de atividade apresentado é o Tipo I¹:

Tipo I

Dado que a matriz inversa de Leontief, calculada a partir da matriz de insumo produto, é $L = (I - A)^{-1}$, o multiplicador setorial de produção do setor j será:

$$m(0)_j = \sum l_{ij} \quad \text{Equação 3}$$

Onde

$m(0)_j$ = multiplicador de atividade do tipo I do setor j no momento 0

l_{ij} = coeficiente técnico do produto i utilizado pelo setor j, elemento da matriz inversa de Leontief.

O valor calculado representa o valor total de produção de toda a economia, que é acionado para atender a variação de uma unidade na demanda final do setor j.

¹ Todos os multiplicadores aqui apresentados são do Tipo I. Existem também o Tipo II que é discutido no estudo da EPE “Metodologia do Modelo de Insumo Produto”, de 2019.

Para conduzir as projeções de 2021 até 2030, lança-se mão de cenários, pelos quais estímulos ou desestímulos (variações positivas ou negativas) na demanda de biocombustíveis e combustíveis fósseis impactarão o nível de atividade de todos os setores, e, em particular, desses dois setores.

3.3. Impactos sobre o Emprego – Definição, Fórmula e Cálculo

Adotando a metodologia descrita em Miller e Blair (1985), também utilizada por Najberg e Ikeda (1999), buscou-se quantificar os empregos gerados a partir de um aumento da demanda final em cada setor da economia. O foco, obviamente, são as atividades e produtos relacionados aos biocombustíveis e aos derivados de petróleo. A partir do equilíbrio entre oferta e demanda e, assumindo-se que não existam variações no nível de estoques, todo aumento de demanda corresponde a um aumento de produção. Por conseguinte, a variável que conecta o aumento de demanda e seu impacto no nível de emprego é a produção.

A partir das equações básicas de contabilidade nacional, estabelecem-se as relações para se chegar à definição dos efeitos diretos, indiretos e efeito-renda do emprego.

Embora para emprego, também existam dois tipos de multiplicadores (I e II), o usual é adotar apenas o Tipo I.

Primeiro, calcula-se o coeficiente de emprego, l_j , dado pelo número de trabalhadores, de cada setor de atividade dividido pelo respectivo valor da produção.

A matriz dos coeficientes de emprego de todos os setores, l_j , forma o vetor L.

Tipo I

Com a pré-multiplicação de $[I-A]^{-1}$ pelo vetor L, tem-se CE ($I \times n$), o coeficiente de emprego requerido para a produção de uma unidade de demanda final. Assim, o multiplicador de emprego para o setor j é dado por:

$$ME_j = (\sum (w_{n+1,i} \cdot l_{ij})) / w_{n+1,j} \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

ME_j é o multiplicador do emprego do Tipo I, $w_{n+1,i}$ é o coeficiente de empregos por unidade monetária produzida e l_{ij} é um elemento da matriz inversa de Leontief.

O valor calculado representa o valor total de emprego que pode ser produzido pela variação de uma unidade na demanda final do setor j.

3.4. Impactos sobre a Renda – Definição, Fórmula e Cálculo

Conforme Miller e Blair (1985), há dois tipos de multiplicadores de renda: Tipo I e Tipo II.

Dada a matriz inversa de Leontief calculada a partir da matriz de insumo produto, $L = (I - A)^{-1}$, o multiplicador de renda do Tipo I do setor j será dado por:

$$\sum m(h) = \sum_{i=0}^n a_{n+1,j} * l_{ij} \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

$m(h)_j$ = multiplicador de renda simples Tipo I das famílias do setor j

$a_{n+1,i}$ = renda ou salário ganho por unidade de produto, ou medida física (pessoas-ano por unidade de produto) do setor i

l_{ij} = coeficiente técnico / elemento da matriz inversa de Leontief

Ou seja,

Tipo I

$$m(r)_j I = (\sum a_{n+1,i} \cdot l_{ij}) / (a_{n+1,j}) \quad \text{para todo } j = 1, \dots, n \quad (1) \quad \text{Equação 6}$$

Onde:

$m(r)_j I$ é o multiplicador de renda do Tipo I, $a_{n+1,i}$ é a renda (salário) dos trabalhadores do setor i, e l_{ij} é um elemento da matriz inversa de Leontief.

O valor calculado (o multiplicador de renda das famílias) representa o aumento da renda auferida com o trabalho adicional resultante de uma demanda final adicional por bens do setor j.

3.5. Impacto sobre as Importações – Definição, Fórmula e Cálculo

Conforme Miller e Blair (1985), existe um multiplicador de importações.

Dada a matriz inversa de Leontief calculada a partir da matriz de insumo produto, $L = (I - A)^{-1}$, o multiplicador de importações do Tipo I do setor j será calculado de modo análogo ao cálculo do multiplicador do emprego de Tipo I.

Primeiro, calcula-se o coeficiente de importação, l_j , dado pelo volume de importações, de cada setor de atividade, dividido pelo respectivo valor da produção.

A matriz dos coeficientes de importações de todos os setores, l_j , forma o vetor L.

Tipo I

Com a pré-multiplicação de $[I-A]^{-1}$ pelo vetor L, tem-se CE ($I \times n$), o coeficiente de importações requerido para a produção de uma unidade de demanda final. Assim, o multiplicador de importações para o setor j é dado por:

$$ME_j = (\sum w_{n+1,i} \cdot l_{ij}) / w_{n+1,j} \quad \text{Equação 7}$$

Onde:

ME_j é o multiplicador de importações do Tipo I, $w_{n+1,i}$ é o coeficiente de importações por unidade monetária produzida e l_{ij} é um elemento da matriz inversa de Leontief.

O valor calculado representa o valor total de importações que pode ser efetivado pela variação de uma unidade na demanda final do setor j.

Cabe destacar que alguns artigos apresentam estudos de caso para a substituição de importações de gasolina A e/ou combustíveis fósseis, utilizando a matriz insumo produto. Dentre estes, destacamos CASTRO et al. (2017) que avalia os multiplicadores de importação em uma série de setores em dois cortes temporais - 2000 e 2009. SANTOS e FERREIRA FILHO (2017) discutem a substituição de combustíveis fósseis pelo etanol e o biodiesel, empregando um modelo de Equilíbrio

Geral Computável (EGC) e utilizando os dados do modelo do PNE de 2030. Por fim, SANTIAGO, MATOS e PEROBELLI (2011) constroem um modelo integrado econométrico com matriz insumo-produto para previsão de longo prazo da demanda de combustíveis no Brasil, incluindo, dentre outros objetivos, a avaliação da substituição de importações de combustíveis fósseis.

3.6. Estimativa dos Impactos Socioeconômicos Líquidos

Cabe ressaltar que as formulações básicas apresentadas anteriormente são aplicadas tanto sobre as atividades de fabricação de biocombustíveis quanto para refino e petroquímica², quando o volume substituído é de origem nacional, uma vez que os de origem importada não geram impactos socioeconômicos significativos no Brasil (impacto nulo).

Assim, os impactos socioeconômicos líquidos são mensurados pela dedução dos impactos socioeconômicos que deixam de ser gerados na atividade, em território nacional, cujo produto é substituído. Ou seja, quando o produto substituído é importado, não há dedução de impactos socioeconômicos no Brasil, sendo o efeito bruto igual ao líquido.

A formulação matemática da estimativa dos impactos socioeconômicos líquidos pode ser representada da seguinte forma:

- Para atividade de biocombustíveis:

$$\Delta (\text{Ativ Bio}) = \Delta (\text{Pbio} \times \text{Qbio}) * \alpha_{\text{bio}} (\text{Atividade}) \quad \text{Equação 8}$$

Onde:

$\Delta (\text{Ativ Bio})$ = Variação da atividade de biocombustíveis

$\Delta (\text{Pbio} \times \text{Qbio})$ = Variação da receita de biocombustíveis

$\alpha_{\text{bio}} (\text{Atividade})$ = Multiplicador de atividade de biocombustíveis

- Para atividade de combustíveis fósseis:

$$\Delta (\text{Ativ Fósseis}) = \Delta (\text{P-fósseis} \times \text{Q-fósseis}) * \alpha_{\text{fósseis}} (\text{Atividade}) \quad \text{Equação 9}$$

Onde:

$\Delta (\text{Ativ Fósseis})$ = Variação da atividade de combustíveis fósseis

$\Delta (\text{P-fósseis} \times \text{Q-fósseis})$ = Variação da receita de combustíveis fósseis

$\alpha_{\text{fósseis}} (\text{Atividade})$ = Multiplicador de atividade de combustíveis fósseis

² Na nomenclatura da Matriz Insumo-Produto adotada pelo IBGE, a atividade “fabricação de biocombustíveis” equivale ao termo produção de biocombustíveis, enquanto a atividade referenciada como “refino de petróleo e coqueria” corresponde à produção de derivados de petróleo (IBGE, 2016).

- O resultado líquido de atividade de combustíveis líquidos (fósseis + bios), considerando que não ocorre investimento na expansão da capacidade, será dado por:

$$\Delta (\text{Ativ Brasil}) = \Delta (\text{Ativ Bio}) + \Delta (\text{Ativ Fósseis}) \quad \text{Equação 10}$$

Procedimento semelhante é realizado quando há investimento na expansão da atividade econômica, quer de fabricação de biocombustíveis, quer de refino e petroquímica.

A formulação matemática da estimativa dos impactos socioeconômicos líquidos quando há investimento na expansão de capacidade pode ser representada da seguinte forma:

- Quando há investimento na expansão de capacidade da atividade de biocombustíveis:

$$\Delta (\text{Ativ Bio}) = \Delta (\text{P}_{\text{bio}} \times \text{Q}_{\text{bio}}) * \Delta (\text{Investimento-bio}) * \alpha_{\text{bio}} (\text{Atividade}) \quad \text{Equação 7}$$

Onde:

$\Delta (\text{Ativ Bio})$ = Variação da atividade de biocombustíveis

$\Delta (\text{P}_{\text{bio}} \times \text{Q}_{\text{bio}})$ = Variação da receita de biocombustíveis

$\Delta (\text{Investimento-bio})$ = Variação do Investimento de biocombustíveis

$\alpha_{\text{bio}} (\text{Atividade})$ = Multiplicador de atividade de biocombustíveis

- Quando há investimento na expansão de capacidade da atividade de combustíveis fósseis:

$$\Delta (\text{Ativ Fósseis}) = \Delta (\text{P-fósseis} \times \text{Q-fósseis}) * \Delta (\text{Investo-bio}) * \alpha_{\text{fósseis}} (\text{Atividade}) \quad \text{Equação 8}$$

Onde:

$\Delta (\text{Ativ Fósseis})$ = Variação da atividade de combustíveis fósseis

$\Delta (\text{P-fósseis} \times \text{Q-fósseis})$ = Variação da receita de combustíveis fósseis

$\Delta (\text{Investimento-fósseis})$ = Variação do Investimento de combustíveis fósseis

$\alpha_{\text{fósseis}} (\text{Atividade})$ = Multiplicador de atividade de combustíveis fósseis

- O resultado líquido de atividade de combustíveis líquidos (fósseis + bios), considerando que ocorre investimento na expansão da capacidade, será dado por:

$$\Delta (\text{Ativ Brasil}) = \Delta (\text{Ativ Bio}) + \Delta (\text{Ativ Fósseis}) \quad \text{Equação 9}$$

4. Metodologia

As 13 equações apresentadas na seção 3 representam o componente matemático do modelo da matriz insumo-produto. É importante, entretanto, 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 anteriormente apresentados 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 IBGE³. 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, foram 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: Álcool, entenda-se Etanol Hidratado; e Gasoálcool, entenda-se Gasolina C (27% de etanol anidro e 73% de gasolina A). O ciclo diesel não será analisado nesta fase do modelo da MIP para o RenovaBio⁴.

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 – 2022-2031.

Tomou-se como base o cenário BOX, que traz uma análise de sensibilidade para o atendimento da demanda ciclo Otto até 2031, onde o setor sucroenergético não apresentaria evolução na produção de etanol em relação a 2020. Os diferenciais (pulsos) na demanda de gasolina C e etanol hidratado são calculados entre os resultados dos Cenários de Oferta de Etanol Baixo, Médio e Alto e o 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”, representada através da diferença entre as receitas do setor (volumes x preços) em cada cenário, adotaram-se algumas hipóteses simplificadoras no Cálculo do Impacto na Receita de Etanol Total, de forma a reduzir as imprecisões que, porventura, possam ocorrer. A saber:

- Os preços da gasolina C e do etanol hidratado são dados exógenos, permanecem 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.

³ No sítio: www.ibge.gov.br, subárea Estatísticas Econômicas, Contas Nacionais. Vide: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/contas-nacionais/9085-matriz-de-insumo-produto.html?=&t=o-que-e>

⁴ 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.

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 premultiplicação 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, 2021e).

5. Premissas

Nesta seção, as premissas serão apresentadas na sequência do desenvolvimento.

A demanda global de combustíveis é projetada através de um modelo contábil desenvolvido pela EPE (2010), que considera, além do cenário econômico (EPE, 2021e), 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*⁵.

Os preços de gasolina C adotados nos cálculos deste artigo foram obtidos a partir de EPE (2021d). 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 2010 a 2020.

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 na Figura 2, foram calculadas no estudo Cenários de Oferta de Etanol e Demanda do Ciclo Otto. Para maiores esclarecimentos sobre a metodologia e o resultado das projeções, sugere-se consultar o documento (EPE, 2021c).

⁵ Para maiores detalhes, ver EPE (2021e) e EPE (2021c).

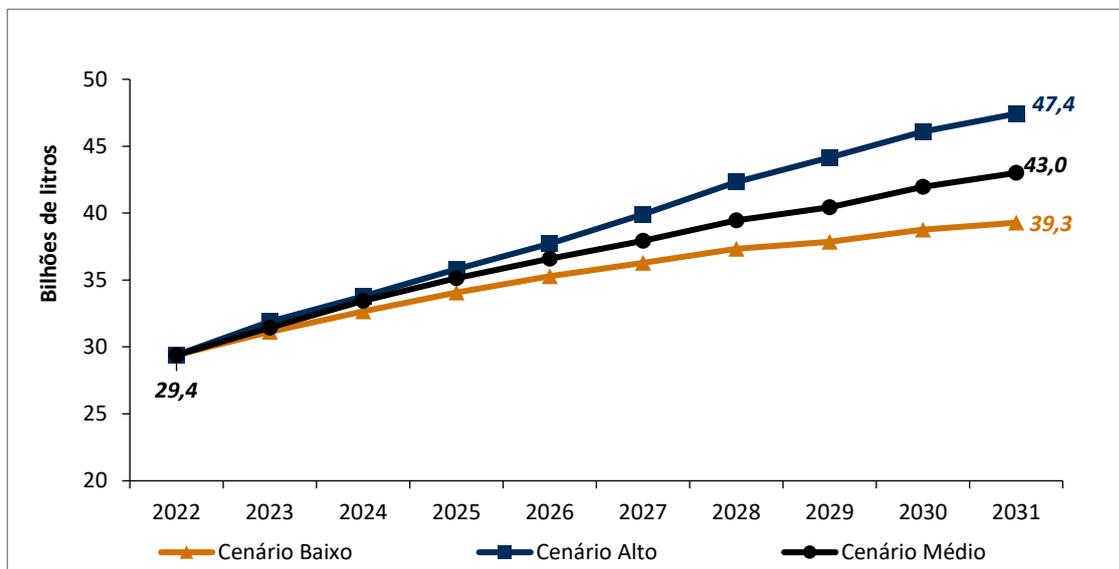


Figura 2 - Demanda de Etanol Carburante

Nota: Em 2020, a demanda de etanol carburante foi de 29,6 bilhões de litros (EPE, 2021c).
Fonte: EPE, 2021c.

A Tabela 5 apresenta as variações de demanda de etanol hidratado, obtidas a partir de cada cenário de oferta de etanol. As variações são tomadas em relação a um cenário (denominado BOX), em que não há expansão da produção de etanol, e a oferta do biocombustível, em todo o período, permanece em patamar similar ao observado em 2020. Conseqüentemente, neste cenário BOX, a participação do etanol hidratado na demanda do ciclo Otto apresenta uma redução.

Tabela 5. Variações da demanda de etanol hidratado (bilhões de litros)

Varição Demanda	2023	2027	2031
Cenário Baixo	0,9	6,8	10,7
Cenário Médio	1,3	8,9	15,3
Cenário Alto	1,9	11,3	20,8

Elaboração própria, com base em EPE (2021c).

Os choques da demanda/receita de etanol total (anidro e hidratado), apresentados na Tabela 5, 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, 2021c)⁶. Os efeitos socioeconômicos apresentados são calculados a partir destes choques de demanda, originados a partir da Tabela 5, aos quais se aplicam os multiplicadores explanados na Seção 3 (subseções 3.2. a 3.6).

⁶ O impacto na demanda de gasolina A, a partir da produção nacional deste derivado também é considerado na análise.

6. Resultados e Discussão

Na discussão a seguir, são apresentados os resultados obtidos através das variações de demanda, conforme EPE (2021c), e os multiplicadores da MIP 2015 (IBGE, 2016), para atividade, renda, emprego e importação de gasolina A.

A Figura 3 apresenta os resultados para os níveis de atividade, nos cenários baixo, médio e alto.

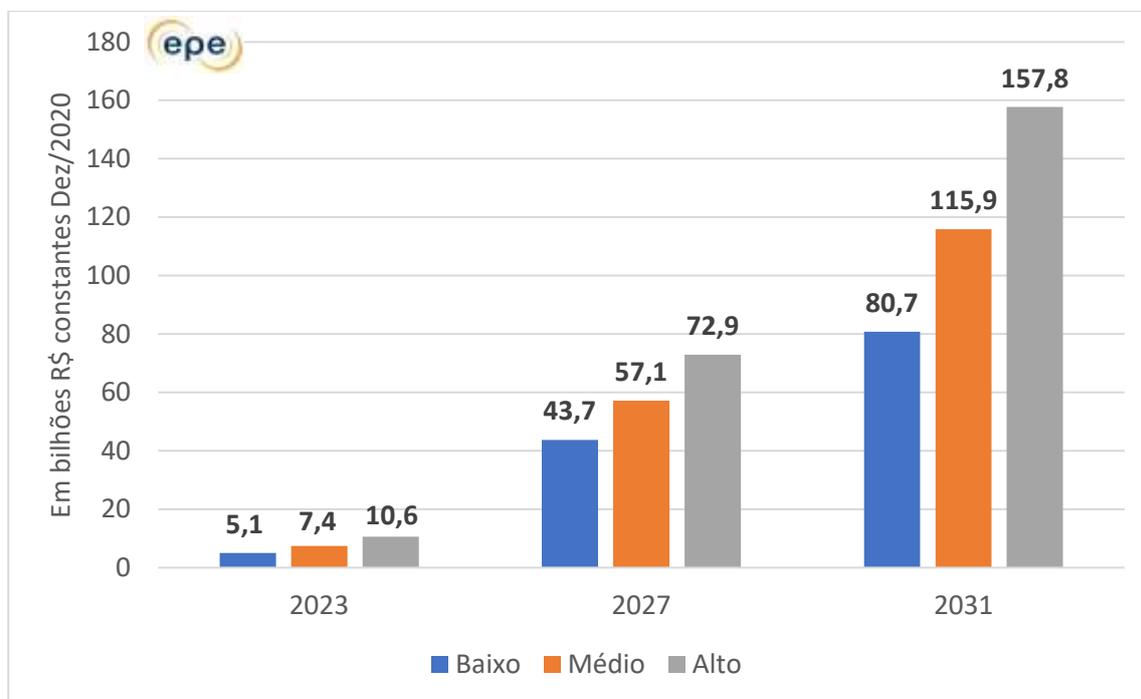


Figura 3. Nível de atividade nos Cenários Baixo, Médio e Alto

Fonte: Elaboração própria.

Destaca-se que o aumento de atividade representa o aumento no PIB resultante de um choque na demanda/receita de etanol total. Assim, para cada acréscimo na demanda de etanol, conforme essa tabela, a atividade econômica como um todo, incluindo a cadeia produtiva dos biocombustíveis, e setores conectados a ela direta ou indiretamente, poderá ter um aumento em 2031 que variará entre R\$ 81 bilhões, no cenário baixo, R\$ 116 bilhões, no cenário médio e R\$ 158 bilhões, no cenário alto, em 2031. Cumpre ressaltar que tais aumentos em relação ao total do PIB projetado nos cenários econômicos (EPE, 2020e) variam de 0,06% na combinação do cenário baixo (demanda etanol) com o cenário macroeconômico referência (PIB projetado) em 2023, até 1,4% na combinação do cenário alto (demanda etanol) com o cenário macroeconômico superior (PIB projetado) em 2031. Para obtenção desses valores, o multiplicador de atividade utilizado foi 2,38 (IBGE, 2016).

A Figura 4 apresenta os resultados para a renda, sob os cenários baixo, médio e alto, conforme discutido.

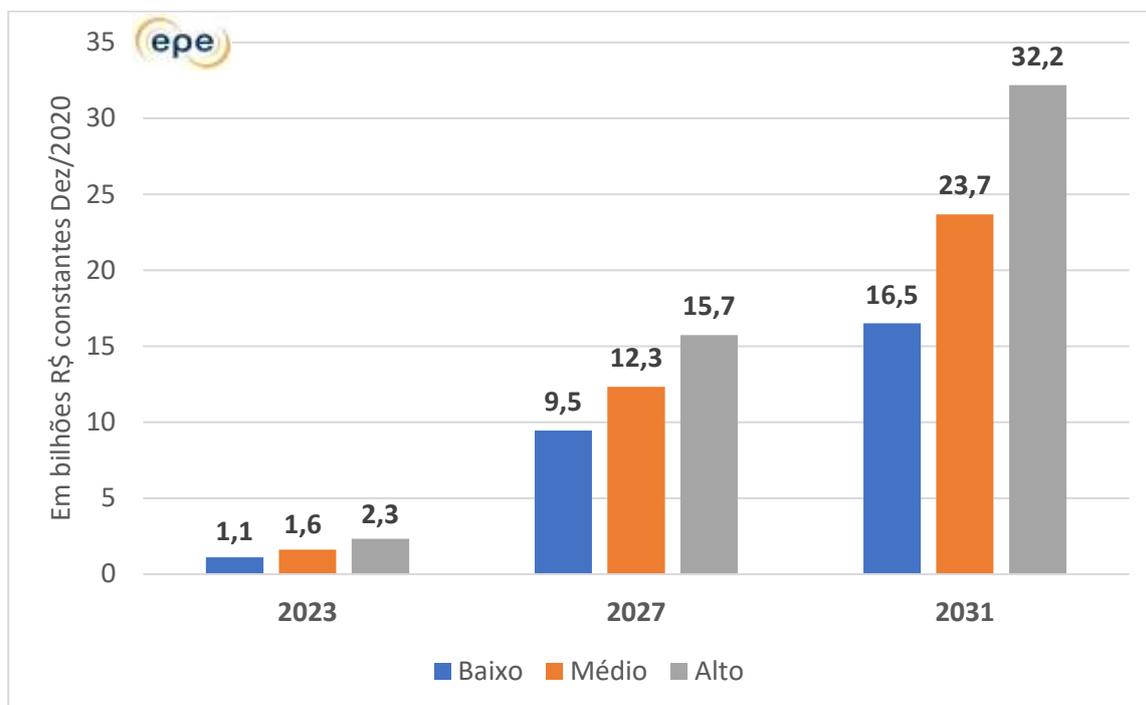


Figura 4. Nível de renda nos Cenários Baixo, Médio e Alto

Fonte: Elaboração própria.

Este resultado traduz-se por um aumento da renda das famílias, quando ocorre a série de aumentos da receita/demanda de etanol apresentada na Tabela 5. Assim, a cada ano, a renda das famílias como um todo, incluindo a cadeia produtiva de etanol, e setores conectados a ela, direta ou indiretamente, poderá ter um aumento que variará entre R\$ 16,5 bilhões, no cenário baixo, a R\$ 32,2 bilhões, no cenário alto, em 2031. Destaca-se que, como proporção da renda total projetada de 2022 a 2031 (EPE, 2021e), os impactos descritos variam de 0,03% na combinação do cenário baixo (demanda etanol) com o cenário macroeconômico referência (renda projetada⁷) em 2023, até 0,7% na combinação do cenário alto (demanda etanol) com o cenário macroeconômico superior (renda projetada) em 2031. Para obtenção destes resultados, o multiplicador da renda empregado foi 0,43 (IBGE, 2016).

A Figura 5 apresenta os resultados para o emprego, sob os cenários baixo, médio e alto, conforme discutido.

⁷ 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 (2021e).

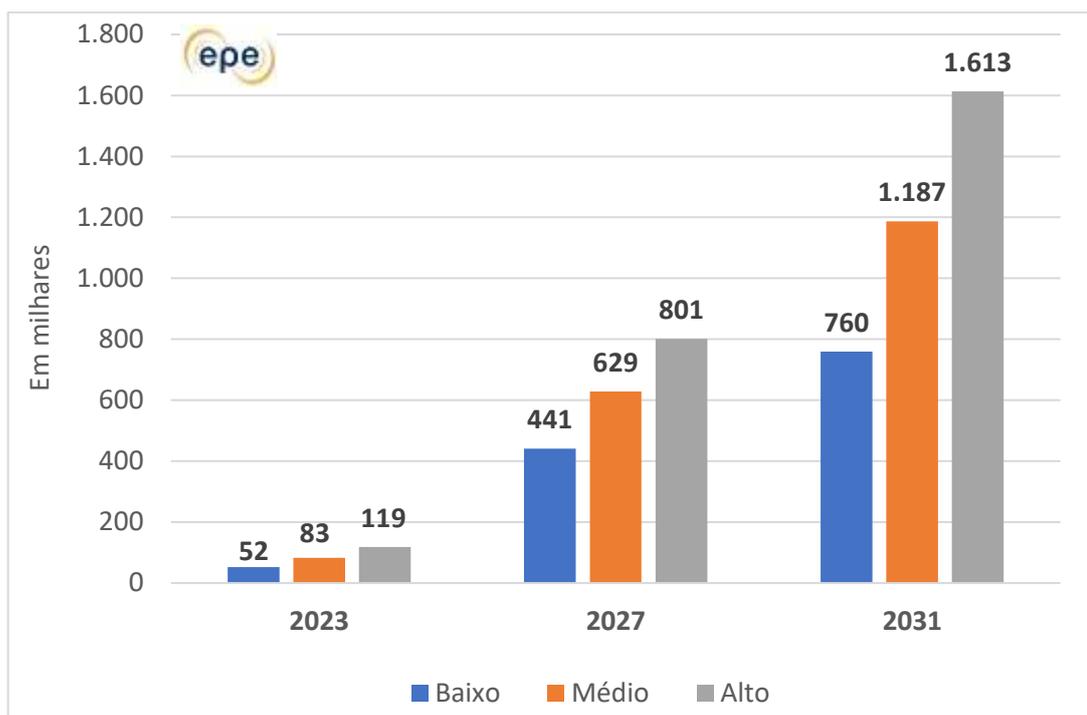


Figura 5. Empregos gerados nos Cenários Baixo, Médio e Alto

Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que no último ano, o cenário baixo aponta um aumento de 760 mil empregos diretos e indiretos; no cenário médio, uma elevação de 1 milhão 187 mil e no cenário alto, um crescimento de 1 milhão e 613 mil, em 2031. Nota-se que, como proporção do total projetado de empregos de 2022 a 2031, segundo os cenários de PIB (EPE, 2021e), os impactos descritos variam de 0,05% na combinação do cenário baixo (demanda etanol) com o cenário macroeconômico referência (total de empregos projetados para o país⁸) em 2023, até 1,1% na combinação do cenário alto (demanda etanol) com o cenário macroeconômico superior (projetado) em 2031. Para obtenção destes resultados o multiplicador do emprego utilizado foi 20,73 (IBGE, 2016).

Esses aumentos do número de empregos ocorrem a partir de um choque na demanda de etanol conforme a Tabela 5, a cada ano.

A Figura 6 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 2022 e 2023 (EPE, 2021d).

⁸ Conforme já destacado, foram adotadas as mesmas taxas de crescimento do PIB, nos diferentes cenários macroeconômicos (EPE, 2021e), para projetar o crescimento da renda e dos empregos deste.

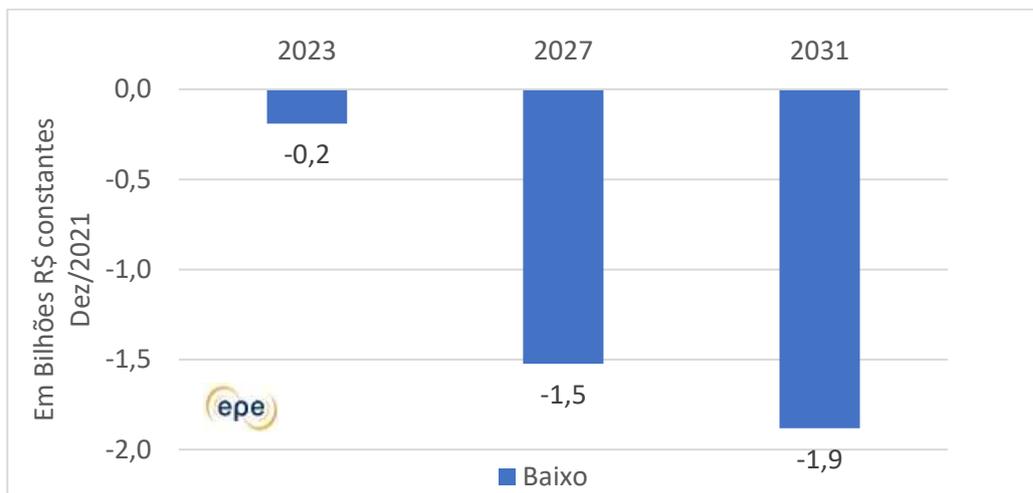


Figura 6. Substituição de importações de gasolina A no Cenário Baixo

Fonte: Elaboração própria.

Este resultado reflete a substituição de importações de gasolina A no cenário baixo, quando ocorre a série de aumentos da receita/demanda de etanol apresentada na Tabela 5. 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\$ 200 milhões em 2023 e R\$ 1,9 bilhão em 2031, 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 A⁹.

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, 2021f) 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 estas 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).

⁹ A partir da oferta de gasolina A estimada no PDE 2031 (EPE, 2021d), observa-se reduzida importação de gasolina em 2022, em todos os cenários de oferta de etanol, e em 2023, apenas nos cenários baixo e médio (EPE, 2021c).

7. 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 37% em 2003 para 48% em 2019 (EPE, 2021a) 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.

Este estudo consiste na aplicação da metodologia da matriz insumo-produto aos diferentes cenários de demanda de etanol, tendo os cenários econômicos como contexto e contraponto. Os resultados de cada multiplicador indicam que choques na demanda de biocombustíveis (ou etanol, em particular) produzirão impactos variados nos indicadores socioeconômicos (atividade, renda e emprego), mantendo-se inalteradas as demais condições, tais como a relação PE/PG, por hipótese simplificadora.

Os resultados aqui 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 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 2031, variando entre 10,7 bilhões de litros no cenário baixo e 20,8 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\$ 81 bilhões, no cenário baixo, a R\$ 158 bilhões, no cenário alto. Isto poderá corresponder a um aumento do PIB de 0,06% no cenário baixo em 2023 a 1,4% no cenário alto em 2031.

Por sua vez, a variação da renda das famílias poderá aumentar entre R\$ 17 bilhões, no cenário baixo, a R\$ 32 bilhões, no 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 0,03% no cenário baixo em 2023 a 0,7% no cenário alto em 2031.

Quanto ao número de empregos do país, tanto da cadeia produtiva de biocombustíveis, quanto de setores direta e indiretamente conectados, este poderá se elevar entre 760 mil empregos, no cenário baixo, até 1,6 milhão de empregos, no alto. Estes novos empregos poderão equivaler a uma adição ao total de empregos no Brasil de 0,05% no cenário baixo em 2023 a 1,1% no cenário alto em 2031.

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 poderão atingir entre R\$ 200 milhões e R\$ 1,9 bilhão, respectivamente, em 2023 e 2031. Dado que a média das importações de gasolina A projetadas para o cenário de referência do presente estudo (BOX) é de 2,5 bilhões de litros de 2023 a 2031, os valores calculados para o cenário baixo indicam que esses volumes poderão se retrair em cerca de 12% a 66%, respectivamente.

Adiciona-se que o uso de biocombustíveis reduz os impactos ambientais a nível local e global, conforme já avaliado pela EPE (2021f), revelando resultados cruciais sobre os efeitos na saúde pública.

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.

É curioso notar que, em termos proporcionais, em relação aos totais projetados, os impactos mais elevados ocorrem na geração de empregos, em seguida no PIB, posteriormente 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, adicionalmente contribuindo para a segurança do abastecimento nacional e para a melhoria no saldo das contas externas nacionais.

Agradecimentos

Agradecemos ao Diretor de Estudos Econômicos e Ambientais da EPE (DEA), Giovani Vitória Machado, e ao ex-estagiário da Superintendência de Derivados de Petróleo e Biocombustíveis (SDB) da EPE, Douglas Souza Silva, pelo apoio no desenvolvimento de importantes etapas iniciais deste estudo.

8. Referências bibliográficas

ANP (2021). Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. “Levantamento de preços, 2021”. Disponível em: www.anp.gov.br. Acesso em: 08.12.2021.

BANCO MUNDIAL (2021). “Emprego em crise: Trajetórias para melhores empregos na América Latina pós-Covid-19”. Disponível em: <https://www.worldbank.org/pt/news/press-release/2021/06/17/employment-crisis-latin-america>, e <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35549>. Acesso em 15.12.2021.

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.

BRASIL (2019). Decreto nº 9.888, de 27 de junho de 2019. “Dispõe sobre a definição das metas compulsórias anuais de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa para a comercialização de combustíveis de que trata a Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, e institui o Comitê da Política Nacional de Biocombustíveis - Comitê RenovaBio”. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 de dezembro. 2017. Disponível em: www.planalto.gov.br. Acesso em: 07.02.2020.

CARDOSO, L. C. B., LITT, M. V. L., BITTENCOURT, W. H. e IRWIN, E. G. (2019). “Biofuels policies and fuel demand elasticities in Brazil.” *Energy Policy*, 2019: 296-305.

CASTRO, G. H. L., BRENE, P. R. A., SESSO FILHO, U. A., LUQUINI, R. H., BERNERDELLI, L. V. (2017). “Multiplicadores de Importação dos Produtos da Economia Brasileira: Uma Análise Insumo-Produto para os anos de 2000 e 2009”. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, Vol. 11, n. 1, 2017. Disponível em: www.revistaaber.org.br, acesso em 08.12.2021.

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.

CNPE. (2018b). Resolução CNPE nº 16, de 29 de outubro de 2018. “Dispõe sobre a evolução da adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel vendido ao consumidor final, em qualquer parte do território nacional”. Conselho Nacional de Política Energética. Brasília: Diário Oficial da União. Fonte: www.mme.gov.br/documents/10584/71068545/Resolucao_16_CNPE_29-10-18.pdf

CONAB. (2021). “Levantamentos de Safra: cana-de-açúcar. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar”. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília. Fonte: www.conab.gov.br

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 (2020a). “Impactos da pandemia de Covid-19 no mercado brasileiro de combustíveis”. Nota Técnica, NT-DPG-SDB-2020-02, Rio de Janeiro, junho de 2020.

- _____ (2021a). “Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis 2020”. Rio de Janeiro, junho de 2021.
- _____ (2021b). “Balanço Nacional de Energia - 2020”. Rio de Janeiro, maio de 2021.
- _____ (2021c). “Cenários de Oferta de Etanol e Demanda do Ciclo Otto: 2022 – 2031”. Rio de Janeiro: EPE, 2021c. Disponível em: www.epe.gov.br. Acesso em: 15 dez. 2021.
- _____ (2021d). “PDE 2022 – 2031”. Rio de Janeiro: EPE, 2021d. Cadernos do PDE. Disponível em: www.epe.gov.br. Acesso em: 15 dez. 2021.
- _____ (2021e). “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: 13 dez. 2021.
- _____ (2021f). “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: 13 dez. 2021
- _____ (2020). “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/riooilegas. Acesso em 23.11.2021.
- _____ (2018). “Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis 2017”. Rio de Janeiro, junho de 2021.
- 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.
- _____ (2013). “Matriz Insumo Produto 2010”. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>, acesso em 13.12.2021.
- _____ (2018). “Tabelas de Recursos e Usos”. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>, acesso em 16.12.2021.
- _____ (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.
- IRENA – International Renewable Energy Agency (2020). Disponível em: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Sep/IRENA_RE_Jobs_2020.pdf. Acesso em 25.11.2021.
- LEONTIEF, W. (1948). “*Input-Output Economics*”. Segunda Edição (1986). New York: Oxford University Press.
- MAPA. (2020). “Agroenergia”. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Acesso em 01 de julho de 2020, disponível em <http://www.agricultura.gov.br>

- 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.
- NAJBERG, S. e VIEIRA, S. (1996) "Modelos de Geração de Emprego Aplicados à Economia Brasileira 1985/95", Revista do BNDES, jun 1996.
- SANTIAGO, F. S., MATOS, R. S., PEROBELLI, F. S. (2011) "Um modelo integrado econométrico+insumo-produto para previsão de longo prazo da demanda de combustíveis no Brasil". Nova Economia_Belo Horizonte, 21.3, setembro-dezembro 2011.
- SANTOS E FERREIRA FILHO (2017). "Substituição de Combustíveis por Etanol e Biodiesel no Brasil e seus Impactos Econômicos: Uma Avaliação do Plano Nacional de Energia 2030". Pesquisa e Planejamento Econômico, PPE, vol. 47, n. 3, dezembro 2017.
- SILVA, L. M. S. (2004). "Relações Inter-setoriais da Economia Acreana e sua Inserção na Economia Brasileira: Uma Análise Insumo Produto". Dissertação de Mestrado, ESALQ, USP, São Paulo.
- 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.
- TORREZANI, T.A., CALDAS, B.B., CALDEIRA, J.F. (2005). "Matriz Insumo Produto do RS e Brasil: Estimando os Multiplicadores Totais e os Impactos das Quebras de Safra da Soja no RS" in "Economia Agrícola e do Meio Ambiente", 2005.