

ANÁLISE DOS EFEITOS TOTAIS, DIRETOS, INDIRETOS E DE TRANSBORDAMENTO NA ECONOMIA BRASILEIRA MEDIANTE O AUMENTO NA PRODUÇÃO DE ETANOL VIA ETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO: A LUZ DA ANÁLISE DE INSUMO-PRODUTO

Sthefanni Cetimia Mariotti Ruiz¹

RESUMO: A partir do crescimento no debate político e econômico internacional em relação a busca pela sustentabilidade dos recursos naturais e preservação do meio ambiente. O artigo visa analisar os efeitos gerados na economia brasileira a partir da elevação na produção de etanol via etanol de segunda geração. Com a aplicação da metodologia de Análise de Insumo-Produto (AIP), cuja aplicação fornece informação a respeito dos efeitos gerados dos setores da economia, com o foco nos efeitos diretos, indiretos e de transbordamento. Os principais resultados evidenciam que os efeitos de transbordamento na economia com a elevação da produção de etanol via etanol de segunda geração são observados nos setores de fornecimento de insumos diretos para o setor de fabricação, pois são os que sofrem maiores transbordamentos com a variação da demanda final do setor.

Palavras-Chave: Biocombustíveis; Etanol de Segunda Geração; Análise de Insumo-Produto, Efeito de Transbordamento.

ANALYSIS OF THE TOTAL, DIRECT, INDIRECT AND OVERFLOW EFFECTS ON THE BRAZILIAN ECONOMY THROUGH THE INCREASE IN ETHANOL PRODUCTION VIA SECOND GENERATION ETHANOL: THE LIGHT OF THE INPUT-PRODUCT ANALYSIS

ABSTRACT: From the growth in the international political and economic debate in relation to the search for the sustainability of natural resources and preservation of the environment. The article aims to analyze the effects generated in the Brazilian economy from the increase in the production of ethanol via second generation ethanol. With the application of the methodology of Input-Product Analysis (AIP), whose application provides information about the effects generated by the sectors of the economy, focusing on direct, indirect and overflow effects. The main results show that the spillover effects on the economy with the increase of ethanol production via second generation ethanol are observed in the sectors of direct inputs supply to the manufacturing sector, because they are the ones that suffer the biggest overflows with the variation of the final demand of the sector.

Keywords: Biofuels, Second generation ethanol, Input-Product Analysis, Overflow effect.

¹ Bacharel em Administração pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Mestre e Doutoranda em Desenvolvimento Econômico pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

1. INTRODUÇÃO

Os desafios energéticos mundiais cada vez mais ganham destaque nas discussões de interesses governamentais, pois sabe-se que, os combustíveis fósseis eram os únicos usados para promoção de energia, mas ao passar do tempo, notou-se a diminuição desse tipo de combustíveis, por serem justamente de fontes limitadas (como por exemplo o petróleo) e promoverem consequências negativas ao meio ambiente pela utilização desequilibrada dos seus derivados. Assim, para promoção da segurança energética haveria a necessidade do desenvolvimento de combustíveis alternativos aos convencionais, que promovessem energia, mas que não se contribui de forma negativa ao desenvolvimento sustentável do planeta (BASTOS, 2012).

Neste contexto, emerge a demanda por alternativas energéticas com bases sustentáveis, após as primeiras crises do petróleo na década de 1970, iniciou uma jornada entre as Nações para o desenvolvimento de alternativas energéticas. No caso brasileiro, emergiu o etanol de primeira geração como produto substituto da gasolina (derivado do petróleo), sendo um biocombustível derivado da fermentação da cana-de-açúcar, cultura já utilizada para produção de açúcar em território brasileiro e com um setor produtivo já maduro (NYKO et al., 2010; BASTOS, 2012).

Em síntese, a corrida energética alternativa ao combustível fóssil se iniciou a partir da década de 1970, pois anterior a essa data, a produção de etanol estava ligada apenas na promoção de álcool para insumo industrial química, de bebidas e fins hospitalares, ou seja, para fins não energéticos. Porém nos anos 70 do século XX, no Brasil, criou-se o Programa Nacional do Álcool – Proálcool, por iniciativa governamental para o desenvolvimento de alternativa energética ao petróleo, tal tomada de decisão justificada, principalmente pela dependência energética que o Brasil possuía com os países extratores de petróleo, além da desestabilização energética brasileira causada pelas duas crises mundiais do petróleo, causando elevação nos preços dos barris de petróleo (VEIGA FILHO et al., 1981; DE ANDRADE et al, 2009).

Deste modo, mesmo com uma trajetória positiva nos últimos 30 anos, o etanol de primeira geração possui problemas voltados aos seus resíduos, produtividade e desenvolvimento sustentável. Pois, restrições de oferta assombram a produção convencional de etanol, cuja utilização de solos e lavouras que poderiam ser utilizadas

para produção de alimentos, esse dilema afeta de forma negativa na difusão intensificada dos biocombustíveis convencionais.

A comunidade acadêmica, apontou alternativa a esse dilema, de forma inicial ainda, mas com avanços técnicos significativos, a reutilização dos resíduos orgânicos (no caso, o bagaço e a palha da cana) para produção de etanol. Pois, com essa alternativa, diminuiria os problemas causados em relação a produção de alimentos e ainda promoveria o aumento da produtividade da tonelada da cana em produção de etanol de segunda geração. Pois, para produção de E2G é utilizado a biomassa derivada dos resíduos agrícolas, de culturas não alimentícias e que podem ser cultivadas em terras com baixa fertilização e resíduos industriais.

Assim, para aumentar a produtividade da cana na produção de etanol, sem aumentar a área plantada, pois já foi comprovado que essa medida não aumentaria os rendimentos das toneladas por hectares (CERQUEIRA-LEITE et al., 2009). Notou-se a necessidade de desenvolver uma alternativa que contribui-se de forma positiva para indicador produtivo agrícola e que aumenta-se a produção do etanol, mediante ao aumento da demanda por combustíveis de fontes renováveis com o objetivo de “frear” as consequências do aquecimento global, a escassez dos combustíveis fósseis, tornar as cadeias de produção energéticas sustentáveis e que não competisse com a oferta e produção de alimentos no mundo e produção de ração animal, pois as sementes, cereais e culturas altamente energéticas que são utilizadas para produção do E1G não passaria ser mais o dilema na tomada de decisão no quesito de fornecimento de alimentos versus produção de combustíveis) (SHARMA; SHARMA, 2018; ZILBERMAN et al. 2013). Uma dessas alternativas surgiu com o desenvolvimento de uma nova trajetória tecnológica para o etanol comum (E1G), o etanol de segunda geração (E2G) (BNDES, 2014; JUNQUEIRA et al, 2017).

A partir do contexto inicial apontado em relação ao desenvolvimento do etanol de segunda geração, é válido ressaltar que Acordos internacionais para o desenvolvimento de ações voltadas para a sustentabilidade dos recursos do planeta estão cada vez mais ganhando espaço nas discussões econômicas. Como por exemplo, o Pacto Ecológico Europeu (European Green Deal) de dezembro de 2019, cujo objetivo é antecipar a implementação de ações do Acordo de Paris de 2015 (21ª Conferência das Partes (COP 21)), com metas em relação a descarbonização e

neutralidade de emissões de carbono que estavam estabelecidas para 2050 já para 2030 (EUROPEAN UNION, 2019).

O Pacto Ecológico Europeu visa antecipar ações voltadas para os recursos naturais e aprimoramento dos sistemas tributários e de políticas comerciais externas na Europa. Deste modo, a interferência na economia brasileira é um fato, pois o bloco econômico é a principal fonte de investimento estrangeiro direto (IED), evidenciando que será necessário o aprimoramento, incentivo e criação de ações no Brasil para diminuição de CO₂ nos setores produtivos, para não diminuir a interação comercial com a Europa. Um exemplo de incentivo deverá ser voltado para o aumento de fontes renováveis de energia e combustíveis, assim, evidenciando a necessidade de pesquisas multidisciplinares voltadas a esse campo de atuação (EUROPEAN UNION, 2019; BARUZZI; MANHAES; AGOSTINHO, 2020).

Assim, anteriormente ao European Green Deal de 2019, o Brasil, em dezembro de 2017, criou a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) (Lei nº 13.576/2017), a qual visa valorizar os biocombustíveis nacionais, prever segurança energética, garantir previsibilidade de investimentos, incentivar a inovação tecnológica e contribuir para a melhoria financeira do setor através de macro instrumentos (como por exemplo: metas anuais de redução de intensidade de carbono (gCO₂/MJ) com Certificação de Biocombustíveis e o Crédito de Descarbonização (CBIO)) (MONTEIRO, 2017; CORDELLINI, 2018; EPE, 2019). Ou seja, com a implementação das ações derivadas dessa política ajudarão o país a atingir as metas de sustentabilidade e descarbonização estabelecidas na 21ª Conferência das Partes (COP 21) em Paris no ano de 2015.

Deste modo, o Brasil apresentou a partir da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), durante a 21ª Conferência das Partes (COP 21) o compromisso de reduzir, em 2025, as emissões de GEE em 37% e em 2030, fez a indicação de reduzir em 43%, tendo o ano de 2005 como referência. Em específico para o setor energético, assumiu o compromisso de aumentar a participação de bioenergia sustentável na matriz energética (ou seja, chegando a composição de 45% até 2030), expandir o consumo de biocombustíveis através de incentivos para aumento da oferta de etanol, em destaque para biocombustíveis avançados (etanol de segunda geração). Com isso, a NDC propõe aumentar a produção de etanol de primeira geração, que em 2020 foi de aproximadamente 30 bilhões de litros por safra para 50 bilhões de litros, e

chegar na produção de 2,5 bilhões de litros de etanol de segunda geração (EPE, 2017; ÚNICA, 2017; CGEE, 2018).

Com essa contextualização, o presente artigo possui como objetivo analisar os impactos econômicos com a implementação da meta para o etanol de segunda geração estabelecida pela NDC durante o Acordo de Paris através dos efeitos totais, diretos, indiretos e de transbordamento no valor da produção, no valor adicionado bruto (VAB), nas importações e nos impostos indiretos líquidos de subsídios (IIL) com o aumento na produção do biocombustível de segunda geração.

Deste modo, o artigo está dividido nas seguintes seções: primeiro será apresentado uma breve revisão bibliográfica a respeito de estudos que abordaram a temática de análises para o setor de biocombustíveis utilizando a metodologia de matriz insumo-produto para que assim possa comparar os resultados obtidos com este estudo. Posteriormente será apresentado o método de análise de insumo-produto com predominância dos métodos de efeitos diretos e indiretos e a especificação da base de dados utilizada. De modo que, após a apresentação da metodologia, serão discutidos os principais resultados do estudo e finalizando com as considerações finais.

2. BREVE REVISÃO SOBRE APLICAÇÃO DE ANÁLISE INSUMO-PRODUTO PARA O SETOR SUCROENERGÉTICO

A existência de vários estudos voltados para utilização do método de insumo-produto é observada em várias áreas do conhecimento, principalmente para verificar os efeitos que uma determinada política e transformação social podem causar na economia. Entretanto, para o setor de biocombustíveis, por ser considerado um setor novo em comparação aos demais setores da economia (como por exemplo: setor de refino de petróleo) ainda possui uma gama reduzida de estudos utilizando a metodologia citada para observar o fenômeno dos biocombustíveis e em específico o de etanol.

Assim, um dos estudos pioneiros em análise do setor de biocombustíveis utilizando a matriz de insumo-produto foi desenvolvido pelo autor Cunha (2005), cujo objetivo foi realizar a análise de insumo-produto para verificação dos impactos gerados na economia com a inserção do setor sucroalcooleiro na matriz energética brasileira, onde foi observado, mediante a elaboração de alguns cenários que a oferta

de eletricidade excedente no setor sucroalcooleiro pela cogeração (como por exemplo: derivada da queima do bagaço da cana-de-açúcar) pode auxiliar no desenvolvimento de políticas de planejamento no setor elétrico, além disto, os efeitos positivos em relação à oferta de empregos são evidenciados e a ligação entre os principais setores que são demandados pelos demais, como o setor resto intermediário elaborado e o setor refino do petróleo.

Já os autores Margulis et. al., (2019) realizaram um estudo mais específico para o setor de combustíveis no Brasil, cujo objetivo foi realizar uma caracterização setorial desse e dos setores de energia elétrica, indústria e agropecuária) com propósito de fornecer informações para proposição de opções de desenho de instrumentos de precificação de carbono. Assim, análise de encadeamento intrasetorial identificou que, os índices de Rasmussen-Hirschman (com análise de ligação para trás e para frente) evidenciou que o setor de Fabricação de biocombustíveis possui o indicador de 1,29 para trás e 0,67 para a frente, evidenciando que se houver um aumento do nível de atividade desse setor geraria um crescimento na demanda por insumos de outros setores acima da média em relação a todos os setores da economia.

Margulis et. al., (2019) afirmam também que, em relação aos coeficientes técnicos de produção, cujos analisam a quantidade de insumo do setor i necessária para a produção de uma unidade de produto final do setor j (no caso, o setor de biocombustíveis), assim, o setor de fabricação de biocombustíveis depende de 41% do setor agrícola, 6% de outros produtos alimentares e 5% dos setores de Transporte terrestre e Atividades auxiliares, do Comércio, da Intermediação financeira, da Fabricação e Refino de açúcar e do Refino de petróleo e coquerias.

Outro ponto que Margulis et. al., (2019) apresentam é em relação aos multiplicadores de produção do tipo II (com efeito renda), cujo indicador indica que é necessário a produção total da economia de R\$4,43 para obter R\$1,00 da demanda final da produção do setor de fabricação de biocombustíveis, esse valor foi superior em comparação com a média dos multiplicadores de produção da economia brasileira, cujo valor foi de R\$4,39. Evidenciando então que, junto com o resultado do índice de Rasmussen-Hirschman e dos coeficientes de produção, este setor é relativamente mais relevante como comprador de insumos.

Os autores Moreira, Verges e Ribeiro (2014) também realizaram um estudo com a mesma metodologia, porém com o objetivo de analisar os encadeamentos e a importância relativa das principais atividades do setor sucroalcooleiro na estrutura

produtiva brasileira, de modo que, realizaram a análise para os anos de 2000, 2005 e 2009. Observaram que, o segmento sucroalcooleiro não apresentou como um setor-chave da economia em relação aos seus encadeamentos produtivos, e o forte crescimento da produção do setor sucroalcooleiro ao longo da década pode estar associado à diminuição dos efeitos sobre as cadeias produtivas, em particular dos impactos para trás, mas que o enfraquecimento do encadeamento foi muito mais intenso na indústria do açúcar do que no álcool, além disto, identificou-se que os efeitos do complexo sucroalcooleiro se concentraram mais no próprio setor (tanto no caso do açúcar quanto do álcool).

Em específico para a produção de etanol de segunda geração, a autora Rojas (2012), em sua tese, cujo objetivo foi identificar as contribuições do enfoque de ciclo de vida da ecologia industrial na economia do meio ambiente, a partir análises insumo-produto e structural path para obter o desempenho ambiental e econômico do setor de etanol derivado de bagaço de cana-de-açúcar.

Assim, no caso específico da análise de insumo-produto, a autora utilizou a matriz econômica brasileira de 2005 com agregação de 18 setores, de modo que realizou a incorporação do setor hipotético de Etanol de segunda geração estimativas do potencial dos insumos do setor e o potencial de vendas do setor Etanol segunda geração para os setores existentes, pois a inexistência desse setor na matriz impossibilitaria o choque nos cenários apresentados pela autora, por isso a criação do setor hipotético foi realizada.

Rojas (2012) observou que a contribuição indireta na produção é representada por aproximadamente 59% do total do setor, ou seja, a produção total do setor do etanol de segunda geração está influenciada principalmente pela produção dos setores que lhe fornecem os insumos ou pela produção dos setores que fornecem insumos a esses setores para satisfazer à demanda final do setor hipotético.

Deste modo, o presente estudo, além de analisar os impactos econômicos com a implementação da meta para o etanol de segunda geração estabelecida pela NDC durante o Acordo de Paris através dos efeitos totais, diretos, indiretos e de transbordamento com o aumento na produção do biocombustível de segunda geração. Verificará se os principais resultados dos estudos citados possuem veracidade a partir da mudança na demanda final do setor de biocombustíveis.

3. METODOLOGIA: ANÁLISE DE INSUMO-PRODUTO

Para atingir o objetivo deste artigo foi utilizado o método científico denominado Matriz de Insumo-Produto criado por Wassily Leontief. Tal método visa evidenciar, em síntese, quais são os efeitos gerados na economia mediante a modificação de algum fator produtivo, como por exemplo: Se determinada política for implementada, o que provocará nos aspectos socioeconômicos e ambientais da sociedade. Este método é de grande valia para todas as áreas do conhecimento, principalmente quando uma determinada ação possivelmente irá afetar a vida social, econômica ou política de uma nação. Deste jeito, Leontief desenvolveu esse método a fim de compreender a relação que uma ação pode provocar em todos os setores de uma economia (MILLER; BLAIR, 2009).

Sendo assim, a Matriz de Insumo-Produto é um modelo matemático matricial linear, que é composto pelo consumo intermediário (Z) ($z_{(i,j)}$) no qual é observado o que cada setor fornece de produção e o que cada setor compra de insumos de cada setor, ou seja, quanto o setor j consome de insumos fornecidos pelo setor i. Pela demanda final (Y), que é composta pelo consumo das famílias, exportações, consumo do governo, formação bruta de capital físico e variação de estoques (lembrando que tais interações sempre são realizadas em valores monetários). E pelas seguintes variáveis: Importações (M), impostos indiretos líquidos de subsídios (ILL) e Valor bruto adicionado (W). Desta forma, para manter as identidades macroeconômicas, é preciso o equilíbrio entre as receitas e os gastos de uma economia, como é observado nas equações (1) e (2) a seguir (MILLER; BLAIR, 2009; GUILHOTO; SESSO FILHO, 2005).

Equação 1

$$Z + Y = Z + ILL + M + W$$

De modo que, eliminando o Z (consumo intermediário) de ambos os lados, tem-se:

Equação 2

$$Y = ILL + M + W$$

A partir da breve apresentação do conceito fundamental da Matriz de Insumo-Produto, para atingir ao objetivo proposto pelo artigo, outra igualdade a partir da Matriz

de Insumo-Produto pode ser observado e conseqüentemente fornecer informações a respeito dos impactos diretos e indiretos derivados do aumento da produção de etanol mediante o etanol de segunda geração, está outra igualdade é (SILVA FILHO; CUNHA, 2017):

Equação 3

$$X = AX + Y$$

Onde, “X” é o valor da produção total dos setores da economia em análise; “AX” é a matriz quadrada dos consumos intermediários; e “Y” é a matriz-vetor da demanda final por insumos dos setores. Sendo importante observar que o valor da produção total precisa atender ao consumo intermediário e a demanda final. A partir dessa equação, podemos observar a relação que para determinar qual a produção total dos setores da economia (ou seja, a variável “X”, é considerada exógena, sendo a variável que induzirá ao choque) é necessária para atender a uma determinada demanda final (ou seja, a variável “Y”, cuja é considerada endógena, sendo a variável que observará o impacto) (MILLER; BLAIR, 2009; SILVA FILHO; CUNHA, 2017). Sendo assim, para temos a equação que captura todos os efeitos ocasionados na economia inteira:

Equação 4

$$X = (I - A)^{-1} . Y$$

Equação 5

$$A = a_{ij} = \frac{Z_{i,j}}{x_j}$$

Sendo, “I” a matriz identidade e “A” a matriz de coeficientes técnicos diretos de produção (obtido a partir do percentual de quanto cada setor j utiliza do setor i para produzir um valor monetário no setor j) (MILLER; BLAIR, 2009).

Desta forma, observa-se que a equação (4) captura os todos os efeitos gerados na economia mediante a variável $(I - A)^{-1}$, cuja é denominada como a Matriz inversa de Leontief (criador do método de Matriz Insumo-Produto), assim essa matriz fornece os coeficientes técnicos diretos e indiretos da economia como um todo. Deste modo, para obter separadamente os efeitos diretos dos indiretos, é preciso então reajustar a

fórmula em duas equações derivadas da equação (4). Observadas a seguir, nas equações (6) e (7) (SILVA FILHO; CUNHA, 2017):

Equação 6

$$X_{direto} = (I + A).Y$$

Equação 7

$$X_{indireto} = X - X_{direto}$$

Ou seja, os efeitos diretos (X_{direto}) são obtidos através da soma da matriz “I” Identidade e a matriz “A” de coeficientes técnicos diretos de produção com a multiplicação do vetor da demanda final (onde ocorre o choque da economia com o aumento da produção de etanol a partir exclusivamente da produção do etanol de segunda geração). E conseqüentemente, os efeitos indiretos ($X_{indireto}$) são obtidos pela subtração dos efeitos diretos dos efeitos totais (“X”)².

Já os efeitos de transbordamento são importantes para absorver informações a respeito da identificação das indústrias (setores) que apresentam maior dependência de fornecimento de insumo para a produção do setor em análise (j) e os setores que compram esse produto (MILLER; BLAIR, 2009). Sendo assim, a equação (8) apresenta esse efeito de transbordamento setorial:

Equação 8

$$\text{Efeito Transbordamento} = \frac{X_{ij}}{MPL_j}$$

Equação 9

$$MP \text{ tipo } I_j = \sum_{i=1}^n l_{ij} ; j = l, \dots, n$$

Observa-se que para o cálculo do efeito de transbordamento é essencial calcular o multiplicador de produção do tipo ($MP \text{ tipo } I_j$), cujo capta os efeitos diretos e indiretos, ou seja, permitindo analisar os impactos de uma variação na demanda final do setor j (SESSO FILHO et. al., 2006). Assim, o multiplicador de produção é obtido a partir do somatório do setor j (coluna) da matriz inversa de Leontief ($X = (I - A)^{-1}$) (SESSO FILHO et. al., 2006; MILLER; BLAIR, 2009)

² É válido ressaltar que os efeitos diretos e indiretos não possuem, neste artigo, o efeito renda induzido, ou seja, a análise dos efeitos causados nas rendas das famílias.

A partir do (*MP tipo I_j*) para obtenção do Efeito de transbordamento é necessário realizar a divisão do X_{ij} (efeito total de cada setor) com o multiplicador de produção do tipo I. Ou seja, o efeito transbordamento mostra como o aumento da produção setorial em dado setor impacta a produção dos outros setores da economia (SESSO FILHO, et. al., 2006). Deste modo, o mesmo processo acontece para a análise de outras variáveis, no caso deste estudo, não apenas para o valor da produção, mas também o VAB, importações e IIL.

Assim, a partir do método da Matriz de Insumo-Produto, foi utilizado como material a matriz de Insumo-Produto do ano de 2015 ao nível de 67 atividades por 127 produtos fornecida pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) para as variáveis: consumo intermediário, demanda final, importações e impostos indiretos líquidos de subsídios. E para o valor adicionado bruto foi extraído do Sistema de Contas Nacionais (SCN) da tabela de recursos e usos do ano de 2015 também ao nível de 67 atividades e 127 produtos.

É válido salientar que não foi realizada a agregação dos setores, de modo que foi utilizado os valores originais da base de dados, ou seja, foram mantidos os 67 setores da economia brasileira. Além disto, a escolha da utilização da Matriz de Insumo-Produto do ano de 2015 é justificada por ser a última matriz disponível pelo IBGE até o momento, pois essas informações são divulgadas pelo IBGE a cada cinco anos, sendo assim, a matriz de 2020 não está disponível até o momento do desenvolvimento desse estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para compreender qual será o impacto na economia com o aumento da produção de etanol a partir do etanol de segunda geração foi realizado um choque (variável exógena) na demanda final no setor de Fabricação de biocombustíveis (nº 1992)³. Esse choque (variável Y) foi determinado mediante a meta proposta pela NDC no Acordo de Paris (2015), que prevê que a produção do etanol de segunda geração,

³ Cujos, segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) do IBGE faz parte das indústrias de transformação, sendo composto por fabricação de álcool (ou seja, fabricação de álcool etílico, anidro e hidratado por processamento da cana-de-açúcar, mandioca, madeira e outros vegetais) e por fabricação de biocombustíveis, exceto álcool (ou seja, fabricação de biodiesel obtido a partir da transesterificação de óleos vegetais ou gorduras animais).

até 2030, seja de 2,5 bilhões de litros por safra. Sendo assim, levando em consideração a produção atual de etanol (primeira geração) de 30 bilhões de litros por safra, será proposto um aumento na demanda final de 8,333%, tal percentual representa um aumento de 2,5 bilhões de litros de etanol (derivado da biomassa lignocelulósica) em relação ao total de etanol produzido na atualidade.

Assim, a demanda final (ano referência - 2015) para o setor de Fabricação de biocombustíveis foi de R\$ 21.413.155.345,20 (vinte e um bilhões quatrocentos e treze milhões cento e cinquenta e cinco mil trezentos e quarenta e cinco de reais e vinte centavos)⁴ em 2015, realizando o choque do aumento produtivo de 8,333% (derivado do etanol de segunda geração) irá aumentar R\$ 1.783.715.840,25 (um bilhão setecentos e oitenta e três milhões setecentos e quinze mil oitocentos e quarenta reais e vinte e cinco centavos) no valor da demanda final. Deste modo, foi realizado o choque na demanda final. Na tabela 1 a seguir, são apresentados os efeitos na economia inteira para as variáveis produção, VAB, importações e ILL:

Tabela 1 - Indicadores dos efeitos totais, efeitos diretos, efeitos indiretos e a participação dos efeitos indiretos em toda economia brasileira em relação às variáveis produção, VAB, importações e ILL, previsão 2030, em milhões de reais.

	X total	X direto	X indireto	Participação X indireto
Produção	4.244,14	3.131,80	1.112,34	26%
VAB	1.415,03	988,00	427,02	30%
Importação	233,15	121,45	111,70	48%
ILL	135,54	88,06	47,48	35%

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE (2020).

Na tabela 1, no que tange o valor da produção dos setores da economia brasileira com a realização do choque na demanda final do setor de fabricação de biocombustíveis foi observado que o impacto total na produção de todos os setores, em unidade monetária, representou aproximadamente 4 bilhões e 244 milhões de reais, ou seja, com o multiplicador de produção do tipo I (captura os efeitos diretos e indiretos) de 2,38 multiplicado pelo choque da demanda final, é observado esse

⁴ O nível de agregação desse setor (fabricação de biocombustíveis) não agrega apenas a produção de etanol, mas também outros biocombustíveis. Pois os dados fornecidos pelo IBGE, a desagregação dos produtos não chega ao nível exclusivo de etanol, mas sim, ao menor nível de produto que é o de produção de etanol e outros biocombustíveis. Por este fato, utilizou-se o aumento da demanda final em nível percentual.

impacto de 4,244 bilhões de reais, isso evidencia que para atender R\$1,00 real da demanda final da produção de setor de fabricação de biocombustíveis é necessário a produção total de R\$2,28 reais de todos os setores da economia, sendo que, esse valor foi superior em comparação com a média dos multiplicadores de produção do tipo I da economia brasileira, cujo valor foi de R\$1,811.

Além disto, a variável valor da produção possui os maiores índices em todos os efeitos, tanto totais, diretos ou indiretos, seguido pelo VAB, importação e posteriormente o IIL. Outro fator a se observar é em relação aos efeitos diretos, cujos demonstram o impacto de variações na demanda final do *j-ésimo* setor, quando são ponderados apenas os setores que fornecem insumos diretos ao setor em análise, os resultados evidenciaram que em comparação dos os efeitos indiretos (quando se consideram apenas os setores que fornecem insumos indiretos) os efeitos diretos representam maiores participações no que tange os efeitos totais. Como por exemplo, para a variável VAB, cujo valor total do efeito direto foi de R\$988 milhões de reais e do efeito indireto de R\$427,02 milhões de reais, apresenta uma participação dos efeitos indiretos de apenas 30% dos efeitos totais de R\$ 1,415 bilhões de reais.

Tabela 2 - Índices dos efeitos totais, efeitos diretos e efeitos indiretos no próprio setor e nos cinco setores da economia brasileira que obtiveram maiores indicadores em relação a variável produção, previsão 2030, em milhões de reais.

Ranking	Produção					
	Sector	X Total	Sector	X Direto	Sector	X Indireto
1º	Agricultura	821,59	Agricultura	749,78	Químicos Orgânico /Inorgânico	143,16
2º	Químicos Orgânico /Inorgânico	183,05	Transp. Terrestre	91,29	Refino Petróleo	136,73
3º	Refino Petróleo	178,77	Produtos Alimentares	81,61	Comércio	116,28
4º	Comércio	175,15	Comércio	58,88	Transp. Terrestre	74,15
5º	Transporte Terrestre	165,43	Interm. Financeira	42,30	Agricultura	71,81
	Biocombustível	1.808,67		1.799,46		9,21

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IBGE (2020).

Na tabela 2, é apresentado os índices dos efeitos totais, efeitos diretos e efeitos indiretos no próprio setor e nos cinco setores da economia brasileira que obtiveram maiores indicadores em relação a variável produção, como se pode observar, o setor

de biocombustíveis apresenta o maior índice no efeito total e no direto, entretanto, no efeito indireto o índice é muito melhor do que o quinto colocado entre os 67 setores da economia. Isso evidencia que, com o aumento na demanda final do próprio setor, é visto que os efeitos diretos são mais evidentes do que os efeitos indiretos, como pode-se visualizar a mesma situação para o setor da Agricultura, cujo possui a posição de primeiro lugar para os efeitos totais e diretos.

Outro fator a salientar, em relação a variável valor da produção é que os setores de fabricação de químicos e de refino de petróleo possuem o segundo lugar e o terceiro, respectivamente, nos efeitos totais, mas no efeito direto não estão entre os cinco setores com maiores resultados. Observando que, para esses setores, a variação na demanda final do setor de fabricação de biocombustíveis acarreta maiores efeitos indiretos do que diretos, ou seja, influência nos insumos indiretos do setor.

Tabela 3 - Indicadores dos efeitos totais, efeitos diretos e efeitos indiretos no próprio setor e nos cinco setores da economia que obtiveram maiores indicadores em relação a variável Valor adicionado bruto (VAB), previsão 2030, em milhões de reais.

Ranking	Valor Adicionado Bruto (VAB)					
	Setor	X total	Setor	X direto	Setor	X indireto
1º	Agricultura	433,31	Agricultura	395,44	Comércio	72,43
2º	Comércio	109,11	Transp. Terrestre	39,98	Agricultura	37,87
3º	Transp. Terrestre	72,45	Comércio	36,68	Interm. Financeira	36,55
4º	Interm. Financeira	63,44	Interm. Financeira	26,89	Transp. Terrestre	32,47
5º	Químicos Orgânico /Inorgânico	32,00	Armazenagem	18,20	Químicos Orgânico /Inorgânico	25,02
	Biocombustível	366,45		364,59		1,87

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do IBGE (2020).

A tabela 3, apresenta os efeitos em relação ao Valor Adicionado Bruto (VAB), cuja representa o somatório das remunerações (salários, contribuições sociais efetivas e imputadas), excedente operacional bruto e rendimentos, outros impostos sobre a produção e por fim outros subsídios à produção, ou seja, os efeitos sobre a remuneração do fator trabalho e impostos diretos da produção e do capital. Assim, ao contrário dos efeitos totais e diretos do valor da produção, no caso do VAB, o setor da agricultura ultrapassa o setor de fabricação de biocombustíveis, como pode-se

observar, o efeito total no setor da agricultura com o aumento na demanda final do setor de biocombustíveis é de R\$433,31 milhões de reais, já o setor em estudo é de R\$366,45 milhões de reais.

Outro ponto marcante em relação aos efeitos causados ao VAB é sobre os efeitos indiretos, pois nota-se que o setor em análise gera um efeito indireto de R\$1,87 milhões de reais, valor este muito inferior aos setores melhores posicionados com geração dos efeitos mediante o impacto na demanda final. Além disto, os demais setores com maiores índices dos efeitos diretos e indiretos não possuem muita discrepância entre os dois efeitos, isto é, com exceção do setor agrícola que os efeitos diretos são mais que o triplo superior que os efeitos indiretos, os demais setores (comércio, intermediação financeira, transporte terrestre) a diferenciação entre os dois efeitos é pequena.

Tabela 4 - Indicadores dos efeitos totais, efeitos diretos e efeitos indiretos no próprio setor e nos cinco setores da economia que obtiveram maiores indicadores em relação a variável Importação, previsão 2030, em milhões de reais.

Ranking	Importação					
	Setor	X total	Setor	X direto	Setor	X indireto
1º	Agricultura	50,19	Agricultura	45,80	Químicos Orgânico /Inorgânico	37,39
2º	Químicos Orgânico /Inorgânico	47,81	Químicos Orgânico /Inorgânico	10,42	Outros químicos	14,35
3º	Ref. Petróleo	18,67	Produtos Alimentares	4,67	Ref. Petróleo	14,28
4º	Outros químicos	15,83	Ref. Petróleo	4,39	Extr. Petróleo e gás	6,22
5º	Trans. Terrestre	6,24	Manutenção	4,37	Energia e gás	5,11
	Biocombustível	36,56		36,37		0,19

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do IBGE (2020).

Já na tabela 4 é apresentado os efeitos em relação às importações, pode-se observar que mais uma vez o setor agrícola obteve os maiores efeitos em unidade monetário para os efeitos totais e os diretos, até mesmo em comparação com o setor analisado. Outro ponto a observar é em relação ao setor fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, para os efeitos totais e diretos está apenas abaixo do setor agrícola, mas para os efeitos indiretos está em primeiro lugar, além disso o setor de outros químicos (cujo produz defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos)

está abaixo do setor de químicos orgânicos e inorgânicos nos efeitos indiretos. Possivelmente esse posicionamento significativo dos setores vinculados a fabricação de químicos pode estar relacionado com a alta demanda por produtos químicos para transformação da biomassa lignocelulósica em etanol de segunda geração e na transformação do óleo vegetal em biodiesel⁵.

Tabela 5: Indicadores dos efeitos totais, efeitos diretos e efeitos indiretos no próprio setor e nos cinco setores da economia que obtiveram maiores indicadores em relação a variável Impostos indiretos líquidos de subsídios (IIL), previsão 2030, em milhões de reais.

Ranking	Impostos indiretos líquidos de subsídios (IIL)					
	Setor	X total	Setor	X direto	Setor	X indireto
1º	Agricultura	30,81	Agricultura	28,12	Ref. Petróleo	13,16
2º	Ref. Petróleo	17,20	Ref. Petróleo	4,05	Químicos Orgânico /Inorgânico	5,46
3º	Químicos Orgânico /Inorgânico	6,98	Trans. Terrestre	3,69	Comércio	3,34
4º	Trans. Terrestre	6,69	Produtos Alimentares	1,82	Trans. Terrestre	3,00
5º	Comércio	5,04	Comércio	1,69	Agricultura	2,69
	Biocombustível	38,71		38,52		0,20

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do IBGE (2020).

Impostos indiretos líquidos de subsídios (IIL) são impostos vinculados com o produto final, deste modo, podemos observar na tabela 5 que os efeitos em relação a essa variável são os menores em relação às demais variáveis, sendo observado que o setor em análise possui os maiores efeitos totais e diretos entre os demais setores, entretanto, em relação aos efeitos indiretos, é menor em comparação aos cinco setores com maiores índices. Sendo assim, os impactos em relação ao IIL para o setor em análise são vistos de forma direta, ou seja, nos insumos diretos do setor.

E o setor de refino de Petróleo possui a colocação de segundo lugar nos efeitos totais e diretos, em primeiro lugar nos efeitos indiretos, isso identifica que a interferência do aumento da demanda final do setor em análise acarreta impactos significativos para o setor de refino de Petróleo, possivelmente justificado pela ligação que o setor de biocombustíveis possui com o setor de refino de Petróleo, pois a

⁵ Tal fato não é certificado com grau absoluto de veracidade, pois o não desmembramento do setor de fabricação de biocombustíveis pode causar agregação de resultados entre os subsetores desse setor.

mistura de biodiesel e etanol nos principais produtos derivados do Petróleo (gasolina e diesel) é estabelecida pelas políticas de garantia de oferta de etanol e biodiesel.

Foi observado a partir dos efeitos gerados na economia com o acréscimo na demanda final do setor de fabricação de biocombustíveis, também os efeitos de transbordamento setorial em relação aos níveis de produção, VAB, importação e IIL. Os efeitos de transbordamento proporcionam a visualização do percentual que cada setor capta em relação aos efeitos totais, ou seja, do impacto de cada setor, quantos por cento cada um representa do total, em outras palavras, para atender o acréscimo da demanda final do setor de fabricação de biocombustíveis, necessitará de insumos, assim, o impacto do choque nesse setor nos outros setores e nele próprio será observado pelo efeito de transbordamento.

A tabela 6, a seguir, apresentará os efeitos de transbordamento aos níveis de produção, VAB, importação e IIL perante o aumento na demanda final do setor de fabricação em relação ao próprio setor e aos demais setores da economia (sendo que, serão apresentados a taxa de transbordamento do próprio setor e os cinco setores hierarquizados, que obtiveram maiores níveis de transbordamento).

Tabela 6: Efeito de transbordamento no próprio setor e nos cinco setores da economia brasileira que obtiveram maiores níveis em relação às variáveis produção, VAB, importação e IIL.

Ranking	Produção		VAB		Importação		IIL	
	Nº setor	%						
1º	Agricultura	19,36	Agricultura	30,62	Agricultura	21,53	Agricultura	22,73
2º	Químicos Orgânico /Inorgânico	4,31	Comércio	7,71	Químicos Orgânico /Inorgânico	20,50	Ref. Petróleo	12,69
3º	Ref. Petróleo	4,21	Transp. Terrestre	5,12	Ref. Petróleo	8,01	Químicos Orgânico /Inorgânico	5,15
4º	Comércio	4,13	Interm. Financeira	4,48	Outros químicos	6,79	Transp. Terrestre	4,93
5º	Transp. Terrestre	3,90	Químicos Orgânico /Inorgânico	2,26	Transp. Terrestre	2,68	Comércio	3,71
	Biocombustível	42,62		25,90		15,68		28,56

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do IBGE (2020). Legenda: % - Taxa do efeito de transbordamento.

Pode-se observar então, que o efeito de transbordamento do próprio setor é maior para o valor da produção, chegando a 42,6% em relação aos efeitos totais

gerados na economia brasileira com o aumento da demanda final do próprio setor. Sendo importante salientar que, dos demais setores da economia, o setor de Agricultura possui o maior percentual dos efeitos de transbordamento de todas as variáveis econômicas analisadas (produção, VAB, importação e IIL), este fato pode ser justificado por ser o principal setor de fornecimento de insumos para o setor de fabricação de biocombustíveis, pois a matéria-prima principal para produção de etanol de segunda geração é derivada dos resíduos agrícolas e de fontes energéticas agrícola, ou seja, biomassa lignocelulósica, como por exemplo: bagaço e palha de cana-de-açúcar.

Observa-se também que os setores de Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos e de Refino de petróleo apresentam percentuais em segundo e terceiro lugar, evidenciando que tais setores também são fornecedores de insumos para produção de etanol de segunda geração. Pois, o setor de Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos fornece insumos químicos para serem inseridos a biomassa lignocelulósica para transformação em etanol de segunda geração, de modo que, o produto em análise necessita de uma estrutura físico-química sofisticada para sua produção, ou seja, ao contrário do etanol de primeira geração, cujo a estrutura produtiva não necessita de vários processos, maquinários especializados e matérias de química fina, sua produção não requer utilização intensa de insumos desse setor. Já em relação aos setores de Comércio e de Transporte terrestre competem pelo posicionamento entre os cinco principais, pois a comercialização do etanol de segunda geração ocorre via atacado e varejo, além de ser utilizado, principalmente, no setor de transporte terrestre.

Entretanto, para as variáveis VAB, importações e IIL, o setor da agricultura supera o setor de biocombustíveis, evidenciando que com a variação na demanda final do setor de biocombustíveis o transbordamento para o setor da agricultura seria maior, ou seja, os efeitos totais seriam mais evidentes no setor agrícola. Além disto, em específico para as importações, o setor de químicos orgânicos e inorgânicos ultrapassa os efeitos de transbordamento do setor de biocombustíveis também.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo proposto teve como objetivo analisar os impactos econômicos com a implementação da meta para 2030 para o etanol de segunda geração estabelecida

pela NDC durante o Acordo de Paris através dos efeitos diretos, indiretos e de transbordamento no valor da produção, no valor adicionado bruto (VAB), nas importações e nos impostos indiretos líquidos de subsídios (IIL) com o aumento na produção do biocombustível de segunda geração.

Deste modo, com a utilização da metodologia de análise Insumo-Produto, cuja proporciona informações a respeito dos possíveis impactos econômicos e uma determinada ação (meta, política ou intervenção privada) em um setor pode causar variações nos outros setores da economia, no caso deste estudo, a consequência inicial que uma elevação na produção de etanol via etanol de segunda geração poderia afetar os outros setores da economia brasileira.

Assim, com a utilização dos dados econômicos da Matriz Insumo-Produto e a matriz de recursos e usos fornecida pelo IBGE em referência ao ano de 2015 foi possível observar as consequências econômicas que a variação na demanda final do setor de fabricação de biocombustíveis poderia causar nele próprio e nos outros setores da economia.

Em sùmula, os efeitos diretos provocados por essa variação na demanda final são muito significativos, evidenciando que os setores fornecedores de insumos direto são os que mais alteram a produção em relação aos que não fornecem insumos de forma direta como já haviam afirmado os autores Rojas (2012) e Moreira, Verges e Ribeiro (2014) e Margulis, et. al., (2019), pois os efeitos diretos são altamente maiores que os efeitos indiretos, como podemos observar principalmente nas variáveis valor adicionado bruto, importação e impostos indiretos líquidos de subsídios.

Já os efeitos de transbordamento integram a análise e proporcionam informações que contribuem de forma positiva na narrativa que os setores de fornecimento de insumos diretos para o setor de fabricação de biocombustíveis são os que sofrem maiores transbordamentos com a variação da demanda final do setor em análise. Ou seja, principalmente os setores considerados *inputs*, ou seja, o setor de agricultura e o setor de fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos possuem variações mais significativas em relação ao aumento produtivo do setor de fabricação de biocombustíveis, e os setores considerados *outputs*, como por exemplos o setor de comércio e o setor de transporte terrestres, também captam o efeito de transbordamento do aumento produtivo do setor de fabricação de biocombustíveis, mas com menor intensidade do que os setores de *inputs*. Confirmando os resultados

de Margulis, et. al., (2019), que evidenciam que o setor é relativamente mais relevante como comprador de insumos.

A partir dessa análise inicial dos efeitos totais, diretos, indiretos e de transbordamento na economia brasileira mediante o aumento na produção de etanol via etanol de segunda geração pode vir a ajudar em pesquisas futuras a respeito da temática, como por exemplo: introdução dos efeitos induzidos com a utilização da renda familiar, a interferências dos preços para os efeitos diretos e indiretos, ou até mesmo análises com a variação na demanda final de todos os setores inputs para o setor de biocombustíveis. Essas propostas de pesquisas futuras podem auxiliar na elaboração de políticas para o setor ou em projetos de incentivo à redução do uso de energia de fontes não-renováveis.

Este estudo foi realizado a partir dos dados fornecidos pelo IBGE, sendo importante salientar que, o setor de Fabricação de Biocombustíveis engloba não apenas a produção de etanol, mas também a produção de biodiesel. Ou seja, com a aplicação do método de análise da Matriz de Insumo-Produto, o não desmembramento desse setor, em produção de etanol de primeira geração separado da produção do etanol de segunda geração e do biodiesel podendo assim gerar algumas distorções nos resultados. Entretanto, o estudo tenta o máximo de aproximação possível com a realidade, de modo que, por ser um estudo inicial, na agenda de pesquisas sucessoras os esforços para desmembramento e criação hipotética do setor de fabricação de etanol de segunda geração poderá ser realizada.

REFERÊNCIAS

BARUZZI, Lucas Mastellar; MANHAES, Jeferson; AGOSTINHO, Thiago Munhoz. Reflexos do Pacto Ecológico Europeu nos setores produtivos no Brasil. **Jornal Estadão**. Online, 31, julho, 2020. Seção política. Disponível em: <<https://bit.ly/3qEkFdS>>.

BASTOS, Vália Delgado. Biorefinarias, biocombustíveis e química renovável: revolução tecnológica e financiamento. **Revista do BNDES**, v. 38, 2012, p. 85–138. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1963>>.

BNDES. **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social**. BNDES aprova R\$ 592,1 mi para quatro projetos inovadores do setor sucroenergético. 2014. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/20141218_setor_sucroenergetico>.

CERQUEIRA-LEITE, R. C. et al. Can Brazil replace 5% of the 2025 gasoline world demand with ethanol? **Revista Energy**, v. 34, 2009, p. 655-661. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544208002958> >.

CGEE. CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Relatório prospecção etanol de segunda geração - E2G 2030**: Panorama analítico prospectivo dos biocombustíveis e bioprodutos: Projeto Agenda Positiva da Mudança do Clima e do Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2018. 116p. Disponível em: < <https://bit.ly/39KcO7C> >.

CORDELLINI, Daniela Ferreira. Ethanol on biofuels structure in Brazil. **Revista FAE**, Curitiba, v. 21, n. 1, p. 19 - 35, jan./jun. 2018. Disponível em:< <https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/583>>.

CUNHA, Marcelo Pereira da. **Inserção do setor sucroalcooleiro na matriz energética do Brasil**: uma análise de insumo-produto. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, Campinas, SP. 2005. 102p. Disponível em: < <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/307355> >.

DE ANDRADE, Ednilton Tavares; et al. Programa do Proálcool e o etanol no Brasil. **Engevista**, v. 11, n. 2, 2009. Disponível em: < <https://periodicos.uff.br/engevista/article/view/8847>>.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis Ano 2018**. Rio de Janeiro: EPE; Brasília: MME, 2019. Disponível em:< <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/analise-de-conjuntura-dos-biocombustiveis-2018>>.

EPE - EMPRESA DE PESQUISAS ENERGÉTICAS. **RenovaBio**: Biocombustíveis 2030. Nota técnica papel dos biocombustíveis na matriz. Rio de Janeiro: EPE; Brasília: MME, fev./ 2017. Disponível em: < http://www.mme.gov.br/documents/36224/460139/EPE_NT1_PAPEL+DOS+BIOCOMBUST%C3%8DVEIS.pdf/d0387687-b3a6-0543-6a70-03e8f750d1e9?version=1.0>.

EUROPEAN UNION. Communication **From The Commission “The European Green Deal”**. EUR-Lex home. Document 52019DC0640. 2019. Disponível em:< <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1588580774040&uri=CELEX:52019DC0640> >.

GUILHOTO, J. J. M., SESSO FILHO, U. A. **Estimação da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das contas nacionais**: aplicação e análise de indicadores econômicos para o Brasil em 2005. *Economia Aplicada*, v.9, n.2, p. 277–299, 2005. Disponível em: < <http://www.usp.br/nereus/wp-content/uploads/Metodologia-guilhoto-sesso-EA-2010.pdf> >.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatística. Economicas. Contas Nacionais. **Matriz Insumo-Produto**. Ano 2015. 2020. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9085-matriz-de-insumo-produto.html?=&t=downloads> >.

JUNQUEIRA, T. L. et al. Techno-economic analysis and climate change impacts of sugarcane biorefineries considering different time horizons. **Biotechnology for biofuels**, v. 10, n. 1, p. 50, 2017. Disponível em: < <https://biotechnologyforbiofuels.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13068-017-0722-3>>.

MARGULIS, Sérgio; et. al. Relatório final do produto 1 pós consulta pública – combustíveis. Elaboração de estudos setoriais (energia elétrica, combustíveis, indústria e agropecuária) e proposição de opções de desenho de instrumentos de precificação de carbono. **Projeto PMR**. Way carbono e UFRJ. Out. 2019. Disponível em: < <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/pmr/componente-1/produto-1-diagnostico-setorial-combustiveis.pdf> >.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-Output Analysis: Foundations and Extensions**. Second edition. Cambridge, GBR: Cambridge University Press. 2009. Disponível em: < http://static.gest.unipd.it/~birolo/didattica11/Materiale_2012/_Materiale_2015/Miller_B_lait-input-output_analysis.pdf >.

MONTEIRO, Solange. Novo impulso ao etanol: À espera do encaminhamento do programa RenovaBio ao Congresso, setor de etanol sonha com uma expansão estável. **Conjuntura Econômica**. Out. 2017. p. 56-63. Disponível em: < <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rce/article/viewFile/74862/71684>>.

MOREIRA, Thiago de Moraes; VERGES, Pedro Henrique; RIBEIRO, Luiz Carlos Santana. **Encadeamentos produtivos do complexo sucroalcooleiro no Brasil: a década de 2000 em uma nova abordagem da matriz insumo-produto**. Pesquisa e planejamento econômico (PPE). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). V. 44, n.2, 2014. Disponível em: < http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3452/1/PPE_v44_n02_Encadeamentos.pdf >.

NYKO, D., et al. A corrida tecnológica pelos biocombustíveis de segunda geração: uma perspectiva comparada. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 32, p. 5-48, 2010. Disponível em: < <https://bit.ly/39Nzhk5> >.

ROJAS, Silvia Palma. **Contribuição do enfoque de ciclo de vida da ecologia industrial na economia do meio ambiente: estudo de caso: etanol derivado de bagaço da cana-de-açúcar**. Tese de doutorado. Departamento de Economia. Universidade de Brasília, Brasília. 2012. 183p. Disponível em: < https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/12752/1/2012_SilviaPalmaRojas.pdf >.

SESSO FILHO, Umberto Antônio, et al. Interações sinérgicas e transbordamento do efeito multiplicador de produção das grandes regiões do Brasil. **Economia Aplicada**, v. 10, n. 2, p. 225-247, 2006. Disponível em: < <https://www.scielo.br/pdf/ecoa/v10n2/a05v10n2.pdf> >.

SHARMA, Nisha; SHARMA, Nivedita. Second Generation Bioethanol Production from Lignocellulosic Waste and Its Future Perspectives: A Review. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**. v.7, 2018, p. 1285-1290.

Disponível em: <<https://www.semanticscholar.org/paper/Second-Generation-Bioethanol-Production-from-Waste-Sharma-Sharma/7daf91d0e86abfdde0e8c2b8ba24685f012c7d65>>.

SILVA FILHO, Luís A.; CUNHA, Marcelo P. **Redução do IPI no setor automotivo da indústria brasileira: uma avaliação sobre os impactos em preços a partir da análise de insumo-produto.** I Congress Latin American and Caribbean Regional Science Association International. FEA/USP. São Paulo, out. 2017. Disponível em: <<file:///C:/Users/St%C3%A9phani/Desktop/ENABER-2017-ArtigoII.pdf>>.

UNICA - UNIÃO DAS INDUSTRIAS DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Um salto para 2030.** Ethanol Summit. Ed. Camarinha comunicação, junho/2017. Disponível em: <<https://unica.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Revista-do-Ethanol-Summit-2017.pdf>>.

VEIGA FILHO, Alceu De Arruda. O programa nacional do álcool e seus impactos na agricultura paulista. **Estudos Econômicos IEA.** (São Paulo), v. 11, n. Especial, 1981, p. 61-82. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/RP/1980/relat-0880.pdf>>.

ZILBERMAN, David; et al. The Impact of Biofuels on Commodity Food Prices. **American Journal of Agricultural Economics.** 2013, p. 275–281. Disponível em: <<https://academic.oup.com/ajae/article/95/2/275/69530>>.

Recebido em: fevereiro de 2021

Aceito em: setembro de 2021