

Avaliação dos impactos socioeconômicos da cadeia produtiva do Biodiesel na agricultura familiar brasileira

Pedro Gilberto Cavalcante Filho¹
Antônio Márcio Buainain²
Marcelo Pereira da Cunha³

Resumo

Este trabalho tem como objetivo avaliar os impactos socioeconômico da cadeia produtiva do biodiesel na agricultura familiar do Brasil, identificando-se os efeitos diretos e indiretos sobre os agricultores familiares e demais setores da economia brasileira. Para estimar estes efeitos, o presente estudo adotou como base metodológica a Teoria de Insumo-Produto, acompanhada do levantamento em bases de dados secundárias e complementares para entender a estrutura do setor do biodiesel e da agricultura familiar. Essa metodologia considera todos os efeitos diretos e indiretos envolvidos por toda a extensão da cadeia produtiva para atender às necessidades de fornecimento de insumos dos setores da economia. Utilizou-se como principal base de dados a Matriz de Insumo-Produto Nacional do ano de 2015, divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os resultados indicaram que o setor do biodiesel exerceu impactos expressivos na economia brasileira e tem demonstrado crescimento ao longo do tempo em decorrência do aumento do percentual da mistura obrigatória ao óleo diesel mineral. Em específico aos impactos na agricultura familiar, os resultados apontaram que os maiores efeitos ocorreram nas ocupações geradas e que a renda mensal média dos empregos gerados tem contribuído ao equivalente a 58% do salário mínimo de 2015. Além disso, o setor agrícola familiar possui impactos menores comparado ao resto do setor agrícola devido à proporção de biodiesel produzido com matéria-prima da agricultura familiar ser menor.

Palavras-chave

Agricultura familiar. Biodiesel. Cadeia produtiva. Impactos socioeconômicos. Insumo-produto.

* O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores agradecem os comentários, apontamentos e sugestões dos avaliadores que contribuíram significativamente com o aprimoramento deste trabalho.

¹ Mestre em Desenvolvimento Econômico – Universidade Estadual de Campinas
End.: Rua Pitágoras, 353 – Barão Geraldo – Cid. Universitária – CEP: 13083-857 - Campinas - SP
Brasil – E-mail: pedro.gilberto@hotmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1776-0295>.

² Professor – Universidade Estadual de Campinas – Rua Pitágoras, 353 - Barão Geraldo - Cidade Universitária – CEP: 13083-857 – Campinas - SP – Brasil – E-mail: buainain@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1779-5589>.

³ Doutor em Planejamento – Universidade Estadual de Campinas – End: Rua Pitágoras, 353 - Barão Geraldo - Cid. Universitária - CEP: 13083-857 - Campinas - SP – Brasil Email: mpcunha@unicamp.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1027-1694>.

Recebido: 24/09/2020. Aceito: 25/05/2021.
Editor Responsável: Dante Mendes Aldrighi



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

Abstract

This paper aims to assess the socioeconomic impacts of the biodiesel production chain on family farming in Brazil, identifying the direct and indirect effects on family farmers and other sectors of the Brazilian economy. To estimate these effects, the present study adopted the Input-Product Theory as a methodological basis, accompanied by a survey based on secondary and complementary data to understand the structure of the biodiesel sector and family farming. This methodology considers all the direct and indirect effects involved throughout the entire production chain to meet the needs of supplying inputs from the sectors of the economy. The main database used was the National Input-Product Matrix for 2015, released by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). The results indicated that the biodiesel sector had significant impacts on the Brazilian economy and has shown growth over time due to the increase in the percentage of the mandatory mixture to mineral diesel oil. Specifically to the impacts on family farming, the results showed that the greatest effects occurred in the occupations generated and that the average monthly income from the jobs generated has contributed to the equivalent of 58% of the minimum wage in 2015. In addition, the family agricultural sector has impacts compared to the rest of the agricultural sector due to the lower proportion of biodiesel produced with raw material from family farming.

Keywords

Family farming. Biodiesel Productive chain. Socioeconomic impacts. Input-Output.

JEL Classification

C67 e Q1.

1. Introdução

A experiência brasileira com a produção de biocombustíveis data de 1930, mas foi só a partir dos anos de 1970 que o álcool combustível foi incorporado às políticas energéticas para alternativa à gasolina, tendo como principal – senão única – motivação a redução das importações de petróleo e o controle do déficit da balança comercial (Salles-Filho et al. 2016; Sampaio 2017; Costa 2017).

Em meados da década de 1990, em particular após a Conferência Rio 92, a preocupação ambiental ganhou destaque e o fomento à produção e ao uso de biocombustíveis foram integrados à agenda de políticas públicas no Brasil, como respostas às críticas de cunho ambiental e meio eficaz para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Além do Proálcool, o governo federal apoiou uma série de programas com o objetivo de fomentar a participação dos biocombustíveis na matriz energética (Bosi 2015), entre os quais o Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos

(Proóleo), Programa Nacional de Florestas Energéticas, Programa de Incentivos a Fontes Alternativas de Energia (Proinfa), Plano Nacional de Agroenergia, Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico de Biodiesel (ProBiodiesel). A despeito da motivação ambiental, o estímulo à produção de biocombustíveis parece ter sido determinado pela dimensão econômica mais do que pelos aspectos ambientais e sociais (Garcia 2007; Flexor et al. 2011; Pedroti 2013).

Nesse contexto, a implementação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) em 2004, articulando objetivos econômicos, ambientais e sociais em torno da produção de biodiesel, representou sem dúvida uma evolução positiva e promissora. O arranjo institucional do PNPB, que inclui garantia de demanda por meio da adição compulsória de biodiesel ao diesel mineral e a operação do mercado por meio de leilões públicos organizados e regidos pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), viabilizou a implantação e expansão da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil. No início de 2020 já era possível afirmar que as expectativas iniciais de uso do biodiesel foram alcançadas, com nível de adição de biodiesel em 12% e perspectiva de adição de 1% a cada ano até chegar a 15% em 2023 (Brasil 2019).

Conforme Freitas e Lucon (2011), as diretrizes adotadas pelo PNPB estão pautadas pelo paradigma do desenvolvimento sustentável, buscando garantir preços competitivos, qualidade adequada, suprimentos regulares e sistema produtivo inclusivo e dinâmico, com a diversificação das fontes de matérias-primas e atuação nas diferentes regiões brasileira. Porém, tal como registrado desde os primeiros anos do PNPB (Garcia 2007), e confirmado pelo desempenho no período posterior e apontado por vários trabalhos (Souza, Seabra e Nogueira 2017; Ramos et al. 2017), a produção de biodiesel baseou-se majoritariamente na soja, que em 2018 correspondeu a mais de 70%¹ na participação do biodiesel produzido. A explicação para a utilização da soja parece ser as vantagens oferecidas por uma matéria-prima com oferta regular, produzida por uma cadeia produtiva consolidada e tecnologicamente madura, vis a vis matérias-primas com potencial, mas com produção ainda incipiente, oferta baseada em sistemas produtivos extrativistas e não em cultivos regulares e sem logística pré-estabelecida (Bergmann et al. 2013). Neste contexto a concentração da cadeia produtiva do biodiesel nas regiões Centro-Oeste e Sul, produtoras de soja, parece natural.

¹ Conforme os dados da ANP (2019).

O eixo social do PNPB é a inclusão da agricultura familiar como fornecedora de matéria-prima para as usinas produtoras de biodiesel. Este segmento que foi, por muito tempo, atrasado e marginalizado das políticas públicas, vem ganhando status político desde meados da década de 1990, a partir de estudos que identificaram sua importância para o abastecimento alimentar e como fonte de ocupação de mão de obra no meio rural, e que embasaram o desenho e posterior implementação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) (Guanziroli 2007; Buainain 2006). Ao longo dos anos 2000 um conjunto de programas procurou reforçar o papel da agricultura familiar por meio da criação de mercados institucionais, entre eles o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e o próprio PNPB (Sambuichi et al. 2014; Garcia e Vieira Filho 2014; Belik e Cunha 2015; Grisa e Schneider 2015).

O principal mecanismo de incentivo à inclusão de agricultores familiares no fornecimento de oleaginosas para a produção de biodiesel é o Selo Combustível Social (SCS). O Selo exige que as usinas produtoras adquiram um percentual mínimo de matéria-prima da agricultura familiar por meio de contratos formais de fornecimento e que prestem serviços de assistência técnica e dos meios necessários para que os produtores possam cumprir o contrato. Em contrapartida, os produtores de biodiesel acessam vantagens tributárias e comerciais que compensam a manutenção do Selo (Brasil 2018).

O PNPB buscou encadear setores estratégicos para chegar aos objetivos propostos, conciliando a estrutura agrícola brasileira, especialmente a agricultura familiar e a expansão da cadeia do biodiesel. Porém, pouco se sabe sobre os resultados dos contratos de fornecimento para os agricultores familiares, sobre os determinantes da decisão de obter o Selo e também os impactos da implantação de usinas de biodiesel nas economias locais, dos estados e do próprio país.

Não se contesta os impactos socioeconômicos e ambientais que a implementação dos programas de biocombustíveis gera na economia brasileira, conforme alguns trabalhos já avaliaram a política através de modelos de Equilíbrio Geral Computável. Brinkman et al. (2018), que estimou uma contribuição de US\$ 2,6 bilhões no PIB brasileiro e a geração de 53 mil empregos até 2030 no Brasil. Por outro lado, Bartholomeu e Silveira (2007) constataram que o Programa do Biodiesel pode trazer benefícios à

economia brasileira, porém, apenas nas atividades envolvidas diretamente na cadeia. Em uma perspectiva ambiental, Machado et al. (2020) constatou que, embora os impactos dos cenários de bioeconomia não sejam altos suficientes para reduzir expressivamente as emissões de GEE, os efeitos são positivos.

Uma das primeiras avaliações realizadas do Programa do Biodiesel, utilizando a abordagem de Matriz Insumo-Produto, foi o trabalho de Yuuki, Conejero e Neves (2007). Os autores estimaram os multiplicadores de emprego das indústrias de biodiesel e constataram que eram um dos mais elevados, comparativamente a outros setores. Assim, a estimativa era que a geração direta e indireta de emprego seria alta, caso a produção de biodiesel se consolidasse no Brasil. Os números obtidos dos impactos diretos e indiretos da produção sobre o emprego nos setores de soja e mamona, concluiu-se que a produção do biodiesel causaria um forte impacto no nível de emprego, principalmente nas lavouras de mamona no Nordeste.

Evangelista Junior (2009) avaliou os impactos da cadeia produtiva do biodiesel de pequena escala a base de girassol no semiárido do Rio Grande do Norte e evidenciou que o investimento em atividades agrícolas resultou em significativo aumento de renda aos agricultores familiares. Constatou, também, a viabilidade do cultivo de girassol por agricultores familiares, potencial agregação de valor à produção da agricultura familiar, mas que estes encontravam dificuldades produtivas relacionadas ao baixo nível de mecanização, à escassez de sementes certificadas e de assistência técnica especializada, e também a traços culturais que precisariam se ajustar à introdução do girassol. Possivelmente, estes entraves tenham sido responsáveis pela descontinuidade do projeto no local.

Nesta perspectiva, Cunha (2011) avaliou os impactos socioeconômicos e ambientais da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil, considerando as diferentes rotas de produção do biocombustível. Na rota à base de girassol, identificou que o número de empregos gerados seria 15 vezes maior que a produção de biodiesel à base de soja, mas que o fator trabalho teria uma remuneração inferior a 87% da média do país. Nas demais rotas avaliadas não foram identificadas diferenças expressivas. Contudo, nas rotas avaliadas a partir da soja, considerando os cenários de aproveitamento da oleaginosa e de seu óleo direcionados para o setor de exportação, identificou que a conversão da soja em biodiesel é mais vantajosa do que a conversão ao óleo de soja, em termos de impacto no PIB e em geração de emprego.

Em se tratando de uma política pública, é importante avaliar em que medida o PNPB alcançou seus objetivos e se de fato teve os impactos positivos sobre a agricultura familiar, tal como almejado. É neste contexto que se insere o presente trabalho, que faz um recorte do conjunto de objetivos e busca responder ao seguinte questionamento: quais os impactos de geração de ocupação e renda da cadeia produtiva do biodiesel à base de soja na agricultura familiar brasileira?

A hipótese que norteou a pesquisa é que a inserção da agricultura familiar na cadeia produtiva do biodiesel à base de soja resulta em efeitos significativos para os agricultores familiares inseridos, porém, existem restrições à ampliação da inclusão para estes agricultores, associadas a dificuldades estruturais e produtivas, como baixa escala de produção, conhecimento técnico insuficiente e infraestrutura inadequada.

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo geral avaliar os impactos socioeconômicos, em termos de geração de ocupação e renda, da cadeia produtiva do biodiesel à base de soja na agricultura familiar brasileira e na economia nacional. Especificamente, busca-se identificar os efeitos diretos e indiretos sobre a agricultura familiar e os demais setores da economia no Brasil.

A maioria dos trabalhos que avaliaram a relação entre PNPB e/ou SCS e a agricultura familiar (Garcia 2007; Abramovay e Magalhães 2007; Monteiro 2007; César and Batalha 2011; Leite et al. 2013; Isolani e Tonin 2013; Gonçalves, Favareto e Abramovay 2014; Silva et al. 2014), realizaram análises qualitativas e descritivas e evidenciaram que as dificuldades estruturais, produtivas e acesso a mercados são as principais restrições para a maior inclusão dos agricultores familiares, especialmente na Região Nordeste. Os poucos trabalhos que fizeram uma análise quantitativa (Ribeiro e Finco 2014; Ribeiro et al. 2015; Prado 2015; Rodrigues e Zavala 2017), concluíram que a atuação regional do programa tem algumas limitações em termos de organização da produção, geração de renda e também de ineficácia em relação ao objetivo de inclusão social. O presente trabalho traz uma avaliação quantitativa sobre os impactos socioeconômicos da cadeia do biodiesel na agricultura familiar e na economia nacional, considerando a estrutura da economia brasileira.

2. Metodologia

2.1. Modelo de Insumo-Produto

O modelo de insumo-produto básico consiste em um sistema de equações lineares que representam a distribuição dos produtos dos setores dentro de uma área econômica específica, o que permite a análise das inter-relações entre setores e efeitos de cada setor na economia como um todo. Ao modelo básico é possível associar métricas de emprego, contabilidade social e outras atividades econômicas, além de acomodar de forma explícita tópicos como fluxos internacionais e inter-regionais de produtos e serviços e dimensionamento de variáveis como o consumo de energia, água e poluição associada às atividades interindustriais (Miller e Blair 2009).

Com base nas inter-relações entre os setores da economia é possível avaliar a resposta da economia a mudanças nas condições de funcionamento, chamadas de “choques”. Tecnicamente, os choques matriciais consistem na adição de um recurso na demanda final de um setor para verificar o impacto nos demais setores da economia. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) vem montando a Matriz Nacional de Insumo-Produto desde a década de 1970, atualizada e divulgada a cada cinco anos.

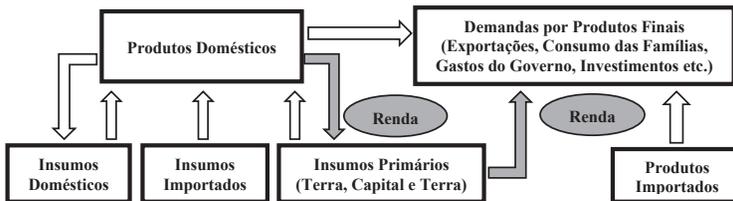


Figura 1 - Representação das cadeias produtivas que compõem as atividades econômicas.

Fonte: Elaboração pelo autor com base em Guilhoto (2011).

A Tabela 1 apresenta um exemplo sintético de uma Matriz de Insumo-Produto para uma economia de três setores. Cada linha representa uma cadeia produtiva, identificadas a partir dos insumos que consomem, dos produtos que geram e dos produtos que ofertam (Figura 1). Em cada linha constam as informações de cada insumo adquirido por cada setor, assim como o total produzido e as quantidades adquiridas pelas famílias, pelo governo, pelo mercado externo e quanto foi demandado para investimento.

Tabela 1 – Exemplo de uma Matriz de Insumo-Produto para uma economia de três setores².

	Setores			Consumo das famílias	Governo	Investimento	Exportação	Total
	Agropecuária	Indústria	Serviços					
Agropecuária	Z_{11}	Z_{12}	Z_{13}	C_1	G_1	I_1	E_1	X_1
Indústria	Z_{21}	Z_{22}	Z_{23}	C_2	G_2	I_2	E_2	X_2
Serviços	Z_{31}	Z_{32}	Z_{33}	C_3	G_3	I_3	E_3	X_3
Importação	M_1	M_2	M_3	M_c	M_g	M_i		M
Impostos	T_1	T_2	T_3	T_c	T_g	T_i	T_e	T
Valor adicionado	W_1	W_2	W_3					W
Total	X_1	X_2	X_3	C	G	I	E	

Fonte: Guilhoto (2011).

Onde:

Z_{ij} é o fluxo monetário entre os setores i e j ;

C_i é o consumo das famílias dos produtos do setor i ;

G_i é o gasto do governo junto ao setor i ;

I_i é demanda por bens de investimento produzidos no setor i ;

E_i é o total exportado pelo setor i ;

X_i é o total de produção do setor i ;

T_i é o total de impostos indiretos líquidos pagos por i ;

M_i é a importação realizada pelo setor i ;

W_i é o valor adicionado gerado pelo setor i .

A área destacada na Tabela 1 representa o consumo de insumos entre os setores. Os setores dispostos nas linhas adquirem produtos ofertados pelos setores dispostos nas colunas e Z_{ij} representa a quantificação destes fluxos. Os demais elementos incluídos na tabela representam o consumo das famílias, os gastos do governo, a demanda por bens de investimento, o total exportado e o total importado, a produção total, os impostos indiretos

² As transações e os fluxos de produtos de uma economia, incluem os insumos e os produtos dos setores, importações e exportações, os impostos, a geração de emprego, o valor adicionado através de salários, remuneração de capital e terra agrícola.

líquidos e o valor adicionado por setor (CGEE. 2009; Miller e Blair 2009; Guilhoto e Sesso Filho 2010).

Considerando as informações de cada setor, apresentados nas linhas da Tabela 1, e generalizando para o caso de n setores, temos:

$$\sum_{j=1}^n z_{ij} + c_i + g_i + l_i + e_i \equiv x_i \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

Onde:

z_{ij} é a produção do setor i que é utilizada como insumo intermediário pelo setor j ;

c_i é a produção do setor i que é consumida domesticamente pelas famílias;

g_i é a produção do setor i que é consumida domesticamente pelo governo;

l_i é a produção do setor i que é destinada ao investimento;

e_i é a produção do setor i que é exportada;

x_i é a produção doméstica total do setor i .

A partir da equação (1) e assumindo que:

y_i é a demanda final por produtos do setor i , isto é, $c_i + g_i + l_i + e_i$;

Os fluxos intermediários por unidade do produto final são fixos;

a_{ij} é o coeficiente técnico que indica a quantidade de insumo do setor i necessária para a produção de uma unidade de produto final do setor j (Miller e Blair 2009), calculado de forma que:

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j} = \frac{\text{valor do insumo produzido pelo setor } i \text{ utilizado para produção pelo setor } j \text{ ao longo de um ano}}{\text{valor da produção do setor } j} \quad (2)$$

Pode-se chegar à equação (3):

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + y_i \equiv x_i \quad (3)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

A equação (3) pode ser escrita em forma matricial como:

$$Ax + y = x \quad (4)$$

Onde:

A é a matriz de coeficientes diretos de insumo de ordem $(n \times n)$

x e y são vetores colunas de ordem $(n \times 1)$

A partir da equação (4), é possível derivar que A é a matriz de coeficientes técnicos diretos e indiretos, conhecida como matriz inversa de Leontief, cujo arranjo algébrico permite o cálculo da produção total (X) necessária para satisfazer a demanda final (Y), formada exogenamente a partir do cálculo dos coeficientes técnicos (A) (Miller e Blair 2009). A inversa de Leontief está representada na equação (5):

$$X = (1 - A)^{-1}.Y \quad (5)$$

Efeitos direto e indireto

O efeito total (X) decorrente de um choque na demanda final (Y) é decomposto em efeitos direto e indireto. Assim, o efeito direto (X_{Dir}) capta o impacto das variações ocorridas na demanda final de um setor, considerando apenas as cadeias produtivas fornecedoras de insumos. O efeito indireto (X_{Indir}), por sua vez, também mede o impacto das variações na demanda final, porém, considera as atividades que fornecem insumos às cadeias que, por conseguinte, fornecerão insumos a esse setor. Tais efeitos podem ser captados para outras variáveis além da produção, como emprego, PIB, arrecadação etc.

No presente trabalho foi considerada a participação do efeito indireto em termos percentuais para verificar o quanto dos efeitos totais é explicado pelos efeitos indiretos de forma relativa, obtido pela seguinte equação:

$$Part. X_{Indir} (\%) = \frac{(X - X_{Dir})}{X} * 100 \quad (6)$$

Tomando como base a matriz de insumo-produto do ano 2015, foi possível identificar os impactos socioeconômicos da cadeia produtiva do biodiesel sobre a agricultura familiar incluída no Brasil. A análise abrangeu a relação entre os setores no nível nacional, verificando os efeitos diretos e indiretos da atividade produtiva do biodiesel em termos de geração de emprego e renda. Esses efeitos são resultados de alguma mudança da demanda final (Miller e Blair 2009; Guilhoto *et al.* 2007).

2.2. Aplicação do modelo³

Para se obter o modelo de insumo-produto originalmente estabelecido por Leontief, são adotadas geralmente duas hipóteses em relação à forma de produção e à participação das indústrias no mercado de produtos. A tecnologia baseada na indústria assume que a participação da produção de um determinado setor pode ser alterada, porém, esse setor mantém a sua composição constante no mercado dos bens que produz. Isso indica que o setor pode alterar a sua participação de produção de forma que mantém a sua composição nos diferentes mercados em que participa.

A hipótese de tecnologia baseado no produto, por sua vez, assume que a composição de produção de um dado setor não pode ser alterada, porém, possibilita que a participação desse setor no mercado dos bens que produz se altere. Isso implica que, caso um determinado setor aumente ou diminua a produção de um produto, terá que fazê-lo com toda a sua linha de produção. No caso da tecnologia baseada na indústria, definem-se, inicialmente, as seguintes matrizes:

$$B = U.(X)^{-1} \quad (7)$$

$$D = V.(Q)^{-1} \quad (8)$$

Onde os elementos de B , b_{ij} , e D , d_{ij} , são definidos como, respectivamente: $b_{ij} = \frac{u_{ij}}{x_j}$ e $d_{ij} = \frac{v_{ij}}{q_j}$.

³ Esta seção foi elaborada com base em Guilhoto (2011) e Guilhoto; et al. (2012).

B é a matriz de coeficientes técnicos de cada setor em relação a cada produto utilizado como insumo. No presente trabalho, tem dimensão de 130 linhas (produtos) e 70 colunas (setores), descrita da seguinte forma $B_{130 \times 70}$;

U representa a matriz de uso, onde o elemento u_{ij} é o valor do produto i utilizado pelo setor j em seu processo de produção. Neste trabalho, é descrita como $U_{130 \times 70}$ com a dimensão de 130 linhas (produtos) e 70 colunas (setores);

V é a matriz de produção, onde o elemento v_{ij} corresponde ao bem j produzido pelo setor i . Aqui no trabalho é descrita como $V_{70 \times 130}$, sendo a dimensão 70 linhas (setores) e 130 colunas (produtos);

Q é o vetor de produção total, por produto, de dimensão $m \times 1$. Neste trabalho, tem a dimensão de 130 linhas e 1 coluna ($U_{130 \times 1}$);

X é o vetor de produção total, por setor, de dimensão $n \times 1$. Neste trabalho, tem a dimensão de 70 linhas e 1 coluna ($X_{70 \times 1}$);

D representa a proporção para cada produto dos setores que o produzem. Essa proporção será fixa. No presente trabalho é descrita como $D_{70 \times 130}$, sendo a dimensão 70 linhas (setores) e 130 colunas (produtos);

Pela definição de D :

$$V = D \cdot Q \quad (9)$$

Sabe-se que:

$$X = V_i \quad (10)$$

Sendo i um vetor coluna cujos elementos são todos iguais a 1 .

Substituindo-se a equação (9) em (10), tem-se:

$$X = D \cdot Q_i = D \cdot Q \quad (11)$$

Sabe-se também que:

$$Q = U_i + E \quad (12)$$

Onde, E é o vetor de demanda final por produto.

E segundo a equação (7), $U=B \cdot X$, logo:

$$Q = B \cdot X + E \quad (13)$$

Esta equação demonstra a matriz que representa o quanto cada setor utiliza de cada produto no seu processo de produção (B), pré-multiplicada pelo produto total por setor (X), somada à demanda final por produto, correspondendo à produção total de cada produto.

Substituindo X por DQ :

$$Q = B.D.Q + E \quad (14)$$

$$Q - B.D.Q = E \quad (15)$$

$$Q = (I - B.D)^{-1}.E \quad (16)$$

Acima é definido o enfoque produto por produto com a tecnologia baseada na indústria. Observe que o primeiro produto do enfoque se refere ao vetor Q de produção total por produto e o segundo produto se remete à demanda final por produto dada pelo vetor E . A matriz de requerimentos totais corresponde a $(I - B.D)^{-1}$ e possui dimensão produto por produto. Neste trabalho é composta por 130 linhas e 130 colunas.

Ao assumir a hipótese da tecnologia baseada na indústria, como assumida neste trabalho, a matriz D estabelece as proporções que redefine a produção por produto em produção por setor. Assim, para avaliar os impactos por setor, conforme realizado no trabalho, deve-se considerar a seguinte equação:

$$X = D.Q \quad (17)$$

2.3. Base de dados

Para chegar aos objetivos propostos e obter os resultados no presente trabalho, utilizou-se a matriz que continha informações sobre o agronegócio brasileiro e a cadeia produtiva de biocombustíveis. Utilizou-se como principal base de dados a Matriz de Insumo Produto (MIP) nacional do ano de 2015, a mais recente disponibilizada pelo IBGE no nível de desagregação de 67 setores e 127 produtos da economia brasileira (IBGE 2017c) quando da realização desta pesquisa em 2019/20. Para obter os dados referentes ao valor adicionado e quantidade de ocupações nos setores recorreu-se ao

Sistema de Contas Nacionais do ano de 2015, também disponibilizado pelo IBGE (IBGE 2018).

O setor do biodiesel na economia brasileira encontra-se agregado ao setor de “Fabricação de Biocombustíveis”, conforme consultado na Comissão Nacional de Classificação (CONCLA)⁴, e a atividade da agricultura familiar encontra-se agregada ao setor de “Agricultura” na MIP/IBGE. Por sua vez, os produtos biodiesel e produção de soja da agricultura familiar encontram-se agregados aos produtos “etanol e outros biocombustíveis” e “soja em grão”, respectivamente. Portanto, inicialmente, foi necessário o procedimento de desagregação seguindo critérios específicos para a obtenção destes setores e produtos para avaliar os impactos socioeconômicos da cadeia de biodiesel na economia brasileira.

Para avaliar os impactos socioeconômicos da produção de biodiesel no setor agrícola familiar, foi necessário desagregar o setor do biodiesel e o produto biodiesel em fabricação de biodiesel familiar e em produto biodiesel familiar, respectivamente, que representa a parcela de produção com soja fornecida pela agricultura familiar. Destaca-se que devido à ausência de dados para o período posterior a 2015, utilizou-se a matriz, o que representa uma vantagem no sentido de evitar que a análise seja contaminada pelo efeito da crise econômica – com sua dimensão política institucional – que marcou a economia brasileira após 2016. Por outro lado, a matriz de 2015 não capta mudanças na estrutura da economia brasileira, que ocorreram após 2015, e que podem ser relevantes e mais duradouras.

O procedimento de desagregação foi possível a partir da consulta em outras bases de dados e associações representativas do setor, como: Anuário Estatístico da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Bicomcombustíveis (ANP); Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (2019); Censo Agropecuário 2017/IBGE; *International Renewable Energy Agency* (IRENA); e Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo (SAF/MAPA).

⁴ A consulta para identificação de quais setores específicos formam os setores disponíveis na MIP nacional pode ser feita pelo seguinte link: <https://cnae.ibge.gov.br/?view=atividades>.

2.4. Desagregação de setores e produtos

Fabricação de Biodiesel não-familiar

- Valor da Produção: Foi estimado a partir da quantidade de biodiesel comercializado nos leilões públicos da ANP e o preço praticado no ano de 2015; a produção de outros produtos por este setor foi identificada na própria MIP.
- Principais insumos: Os insumos específicos para a produção de biodiesel foram transferidos para o setor de Fabricação de Biodiesel. A partir do valor da produção constatou-se que o biodiesel corresponde a aproximadamente 25% do produto etanol e outros biocombustíveis produzidos pelo setor de Fabricação de Biocombustíveis. Esta proporção foi considerada para estimar os demais custos de produção.
- Pessoal ocupado: De acordo com a pesquisa da IRENA (2016), no ano de 2014, aproximadamente 21% das ocupações geradas pelos setores de biocombustíveis do Brasil estavam alocados no setor de biodiesel. Essa proporção foi considerada para desagregar as ocupações desses setores.

*Fabricação de Biodiesel familiar*⁵

Denomina-se como biodiesel familiar a parcela da produção de biodiesel à base de soja da agricultura familiar fornecida no âmbito do SCS. Estimou-se que em 2015 aproximadamente 16% da produção total de biodiesel no Brasil foi obtida a partir de soja produzida e fornecida pela agricultura familiar. Essa estimativa baseou-se na relação entre óleo de soja extraído e produção de biodiesel realizada, tendo como fonte os dados do MAPA (2019) e ANP (2019). Assim, essa proporção foi adotada para obter o valor de produção, os insumos utilizados e o pessoal ocupado no setor de biodiesel familiar.

⁵ Não existem plantas industriais que produzem biodiesel exclusivamente com matéria-prima da agricultura familiar. A ideia de estimar o setor e o produto biodiesel familiar teve a finalidade de comparar os impactos na economia brasileira das rotas de produção familiar e não-familiar.

Agricultura familiar fornecedora de soja para o biodiesel

- Valor bruto da produção: O valor bruto da produção foi obtido pela estimativa de 15% de todo biodiesel produzido no Brasil usar soja fornecida pela agricultura familiar.
- Principais insumos: Para estimar os principais insumos usados no processo produtivo da agricultura familiar fornecedora de soja para o biodiesel, considerou-se a proporção entre o valor de produção estimado do setor agrícola familiar e o do setor da agricultura.
- Pessoal ocupado: O número de pessoas ocupadas do setor agricultura familiar fornecedora de soja para a produção de biodiesel foi estimado considerando a proporção de mão de obra utilizada pela agricultura familiar no Brasil, com base no Censo Agropecuário de 2017. Assim, estabeleceu-se que o Pessoal Ocupado pela agricultura familiar (PO_{Af}) ocorre pela seguinte equação:

$$PO_{Af} = VP_{Af} \cdot Prop_{PO_{Af}} \quad (18)$$

Onde,

VP_{Af} é o valor da produção da agricultura familiar fornecedora de soja para biodiesel;

$Prop_{PO_{Af}}$ é a proporção do pessoal ocupado pela agricultura familiar. Essa proporção é obtida pela relação entre o número de ocupações no setor agrícola familiar e valor da produção total dos estabelecimentos do ano de 2017⁶.

Em síntese, do setor “Agricultura” foi obtido o setor da “Agricultura familiar fornecedora de soja para produção de biodiesel”. Do setor de “Fabricação de biocombustíveis” obteve-se o setor de “Fabricação de Biodiesel”, cuja desagregação possibilitou a formação de dois setores: “Fabricação de Biodiesel não-familiar” e “Fabricação de Biodiesel familiar”. Para os produtos ocorreu da mesma forma: do produto “soja em grão” foi desagregado o produto “soja em grão familiar”. Do produto “etanol e outros biocombustíveis” desagregou-se o produto “biodiesel”, que formou os produtos “biodiesel não-familiar” e “biodiesel familiar”. Com as desagregações, a MIP utilizada no presente trabalho passou a conter 70 setores

⁶ Esse parâmetro capta apenas a quantidade de ocupação de agricultores familiares envolvidos na produção de soja para biodiesel.

e 130 produtos. O Quadro 1 apresenta de forma sintética a definição dos setores desagregados.

Quadro 1 – Definição dos produtos e setores desagregados.

Setor original	Definição	Setor desagregado	Definição
Agricultura	Fornecedor não-familiar de matéria-prima para biodiesel	Agricultura familiar fornecedora de soja para produção de biodiesel	Fornecedor familiar de soja para a produção de biodiesel
Fabricação de Biocombustíveis	Produtor de biocombustíveis, exceto biodiesel	Fabricação de Biodiesel não-familiar	Produtor de biodiesel com matéria-prima não-familiar
		Fabricação de Biodiesel familiar	Produtor de biodiesel com soja familiar
Produto original	Definição	Produto desagregado	Definição
Soja em grão	Soja não-familiar para biodiesel	Soja em grão familiar	Fornecimento da agricultura familiar às usinas produtoras de biodiesel
Etanol e outros biocombustíveis	Biocombustíveis, exceto biodiesel	Biodiesel não-familiar	Biodiesel produzido com matéria-prima não-familiar
		Biodiesel familiar	Biodiesel produzido com soja familiar

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.5. Choque no modelo

A partir da desagregação da MIP nacional com as inter-relações para a obtenção dos setores objetos deste estudo, foi possível avaliar como um valor monetário empregado na demanda final dos produtos biodiesel familiar e não-familiar impacta na economia brasileira, resultando efeitos diretos e indiretos. Conforme mencionado anteriormente, a aplicação de um valor monetário na demanda final em um dado setor ou produto é denominada “choque”.

No presente trabalho, foram realizados cinco choques diferentes, considerando o volume de produção do ano de 2018. Porém, como a matriz é do ano de 2015, foram considerados os preços praticados no ano de 2015. O volume de produção e o preço praticado no período foi consultado na base de dados disponibilizada pela ANP (2019).

Os choques realizados para comparar os efeitos da produção de biodiesel no setor agrícola familiar e não-familiar foram: valor da produção do produto biodiesel familiar (R\$ 1.896 milhões) e valor da produção do produto biodiesel não-familiar (R\$ 10.012 milhões) para identificar os efeitos na agricultura familiar fornecedora de soja para biodiesel e nos demais setores da economia brasileira. Para comparar os efeitos da produção de biodiesel e óleo diesel mineral em termos energéticos realizou-se ainda choques correspondentes à unidade energética de 1 milhão de barril equivalente de petróleo (bep⁷) nos produtos biodiesel familiar e não-familiar (R\$ 399 milhões) e no óleo diesel mineral (R\$ 329 milhões). O Quadro 2 sintetiza os choques aplicados no modelo:

Quadro 2 – Choques realizados para a avaliação dos impactos da produção do biodiesel na agricultura brasileira e demais setores da economia.

Objetivo	Aplicação do choque	Choque (R\$ milhões)	Equação
Comparar os efeitos da produção de biodiesel na agricultura familiar e na agricultura não-familiar	(1) Demanda final do produto biodiesel familiar	1.895,79	$Q = (I - B.D)^{-1}.E_{bf}$
	(2) Demanda final do produto biodiesel não-familiar	10.011,98	$Q = (I - B.D)^{-1}.E_{bnf}$
Comparar os efeitos da produção de biodiesel e óleo diesel em 1 milhão de bep	(3) Demanda final do biodiesel familiar	399,18	$Q = (I - B.D)^{-1}.E_{bf}$
	(4) Demanda final do biodiesel não-familiar	399,18	$Q = (I - B.D)^{-1}.E_{bnf}$
	(5) Demanda final do produto óleo diesel mineral	329,17	$Q = (I - B.D)^{-1}.E_{odm}$

Fonte: Elaborado pelos autores.

Onde:

E_{bf} = demanda final do produto biodiesel familiar;

E_{bnf} = demanda final do produto biodiesel não-familiar;

E_{odm} = demanda final do óleo diesel mineral.

⁷ A unidade de medida energética bep é utilizada para a conversão de um volume de qualquer combustível ou biocombustível em volume de óleo equivalente, tendo como base a equivalência energética entre o petróleo e o combustível convertido, que é medida pela relação entre o poder calorífico dos fluidos. Assim, essa unidade expressa a quantidade de energia liberada pela queima de um barril de petróleo. No Brasil, de acordo com os dados da ANP (2020), foram produzidos 2,58 milhões de barris de petróleo por dia no ano de 2018. Nesse sentido, a unidade energética de 1 milhão de bep equivale a 38% da produção de petróleo do ano de 2018.

2.6. Estratégia de apresentação dos resultados

Como a matriz utilizada conta com 70 setores e 130 produtos, optou-se por apresentar os resultados dos principais setores impactados com a inserção do choque nos produtos, destacando o emprego/ocupação gerado, o Produto Interno Bruto (PIB) gerado, a produção⁸ realizada e o valor adicionado a custo de fatores (VACF) gerado no Brasil. O VACF contempla as remunerações, mais o excedente operacional e rendimento misto bruto, que, por sua vez, são componentes que expressam a remuneração do capital empregado.

Por definição do IBGE (2017b), o **excedente operacional bruto** é o saldo resultante do valor adicionado bruto deduzido das remunerações pagas aos empregados, do rendimento misto e dos impostos líquidos de subsídios incidentes sobre a produção. E o **rendimento misto bruto** é a remuneração recebida pelos proprietários de empresas não constituídas em sociedade (autônomos), que não pode ser identificada separadamente se proveniente do capital ou do trabalho.

Portanto, para avaliar o nível de renda das ocupações geradas nos setores, especialmente da agricultura familiar e demais setores agropecuários, optou-se por excluir o excedente operacional bruto do componente VACF, o que estabeleceu, para esta avaliação, o componente VACF – EOB.

3. A Análise de Insumo-Produto

Breve descrição da estrutura da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil

A cadeia produtiva do biodiesel é abastecida majoritariamente com matérias-primas e insumos nacionais. As principais matérias-primas utilizadas no processo produtivo para a obtenção do biodiesel são as oleaginosas, notadamente a soja transformada em óleo pela própria usina de biodiesel, e os óleos vegetais e animais. As usinas de biodiesel adquirem a soja diretamente do setor agrícola familiar e não-familiar. As demais usinas que

⁸ A título de simplificação, no presente texto, impacto na produção diz respeito ao impacto no Valor Bruto da Produção (VBP).

não realizam o processo de esmagamento obtêm o óleo de origem animal ou vegetal do setor de outros produtos alimentícios.

A comercialização de biodiesel é realizada por meio de leilões públicos promovidos pela ANP. Nos leilões as usinas arrematam o direito/obrigação de produzir e ofertar lotes com quantidade especificada de biodiesel, e as distribuidoras de combustíveis adquirem os lotes de ofertados pelas usinas para realizar a adição ao óleo diesel mineral de acordo com o percentual estabelecido pelo Ministério de Minas e Energia (MME). O destino da produção de biodiesel é basicamente a base de distribuição de biocombustíveis, onde ocorre a mistura do biodiesel ao óleo diesel para a comercialização conforme estabelecido pelo marco regulatório.

Do lado agrícola, é fundamental fazer algumas considerações iniciais para explicar os resultados dos impactos. Diante do processo de expansão da soja pelo território brasileiro e pela participação no mercado internacional, especialmente pela valorização das *commodities* nos anos 2000, a agricultura familiar apresenta um peso residual na produção da soja, conforme constatado pelo trabalho de Leite e Wezs Jr. (2010). Essa hipótese é confirmada ao olhar para os dados dos Censos Agropecuários 2006 e 2017 (IBGE 2006, 2017a), que, no primeiro momento, demonstrou a agricultura familiar responsável por 14% da produção de soja no Brasil e, no momento mais recente, passou para 9%.

A consulta nos Censos Agropecuários para verificar o crescimento da produção de soja entre 2006 e 2017, identificou que a produção de soja da agricultura não-familiar cresceu 136% entre esse período, enquanto a mesma produção da agricultura familiar cresceu 48% (IBGE 2006, 2017a). Ressalta-se que em 2006, havia dois anos do início das operações do PNPB, assim, 11 anos depois não está claro o que as ações do Programa contribuíram para a expansão produtiva da agricultura familiar, visto que este período é marcado também pela valorização de *commodities* no mercado internacional. O crescimento da produção de soja pela agricultura familiar aquém da não-familiar é parcialmente explicado pela opção dos agricultores familiares em expandir a produção de outras culturas compatíveis com a estrutura agrícola e agrária dos estabelecimentos familiares, com maior rendimento por hectare e mais safras por ano em detrimento da soja, como fruticultura, cultivo de verduras e legumes, produção de frangos e porcos para abate etc.

Nesse sentido, à frente da soja se estabelecer como a principal matéria-prima para a produção de biodiesel e a condição residual imposta aos agricultores familiares devido às características estruturais, que resultam em dificuldades produtivas para a maioria destes agricultores, de acordo com Sauer e Leite (2012), existe uma contradição das perspectivas iniciais de inclusão social planejadas pelo PNPB ao buscar vincular a produção diversificada de oleaginosas, como dendê, girassol e mamona, especialmente de agricultores familiares situados no semiárido nordestino à política nacional de incentivo da produção do biodiesel.

Impactos das cadeias de biodiesel na economia brasileira

Com a inclusão do valor de produção dos produtos biodiesel não-familiar e biodiesel familiar na MIP como choque foi possível verificar e comparar os impactos das distintas rotas de biodiesel (familiar e não-familiar) na agricultura familiar e nos demais setores da economia brasileira. Destaca-se que a produção de biodiesel ocorre exclusivamente por esse setor, que tem a cadeia produtiva regulada pela ANP desde a produção até a comercialização, diferente do que ocorre com outros biocombustíveis, como o etanol, que, embora seja também regulado pela ANP, é produzido por outros setores vinculados ao processamento da cana-de-açúcar, como fabricação e refino de açúcar e outros produtos alimentares, além do setor majoritário de fabricação de biocombustíveis.

De acordo com a Tabela 2, de modo geral, no Brasil, a produção de biodiesel resulta em um impacto total no PIB de R\$ 10.270 milhões, na produção de R\$ 24.017 milhões e na geração de 193.297 empregos. O relatório técnico da APROBIO (2012) constatou um impacto do setor do biodiesel no PIB brasileiro equivalente a R\$ 7.159 milhões no ano de 2011. Considerando a atualização monetária⁹ para o ano de 2019, o impacto no PIB do ano de 2011 corresponde a R\$ 11.270,63 milhões e do ano de 2018 a preços de 2015 corresponde a R\$ 12.304,54 milhões. Assim, em termos reais, o PIB da cadeia do biodiesel teve um crescimento de 9,2% na economia brasileira. A adição mandatória de biodiesel ao óleo diesel foi de 5% em 2010 para 10% em 2018, demonstrando que a expansão e importância do setor no Brasil estão associadas aos aumentos de mistura obrigatória.

⁹ Adotou-se o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) para atualizar os valores monetário.

Em relação às rotas familiar e não-familiar, os efeitos se distribuem de forma e intensidade diferentes pela economia brasileira devido à diferença de proporção da produção de biodiesel familiar e biodiesel não-familiar. Do efeito total da produção de biodiesel (familiar e não-familiar) nas variáveis avaliadas, o impacto majoritário é resultante da produção de biodiesel não-familiar, correspondendo a 83,6% do efeito no PIB, 87,1% do efeito na produção e 77,3% do efeito nas ocupações.

O efeito indireto, por sua vez, que é representado pela participação do efeito indireto em percentual, representa o impacto das variações na demanda final, considerando as atividades que fornecem insumos às cadeias que, em seguida, fornecerão insumos ao setor que teve variação na demanda final. Assim, observa-se que os impactos no PIB, produção e empregos ocorrem indiretamente em maior intensidade pela rota de produção de biodiesel não-familiar. Essa condição expressa que o biodiesel não-familiar aciona outros setores além das cadeias fornecedoras e que a rota de biodiesel familiar depende mais de insumos diretos.

Tabela 2 – Efeito total dos empregos, em unidades, e do PIB, da produção e do VACF, em R\$ milhões, e a participação dos efeitos indiretos, em percentual, no Brasil, resultante dos choques na demanda final do biodiesel familiar (1) e do biodiesel não-familiar (2).

Variável	Biodiesel familiar - Choque (1)		Biodiesel não-familiar - Choque (2)	
	Efeito total	Participação Efeito Indireto (%)	Efeito total	Participação Efeito Indireto (%)
PIB (R\$ milhões)	1.680,25	19,50	8.590,13	36,44
VBP (R\$ milhões)	3.566,12	21,22	24.017,04	28,93
VACF - EOB (R\$ milhões)	749,13	18,89	4.624,13	36,80
Ocupações (Unidades)	42.659	12,00	150.638	38,74

Fonte: Resultados da pesquisa.

Quanto aos impactos setoriais decorrentes da produção de biodiesel familiar, a Tabela 3 apresenta o efeito total nos empregos, no PIB, na produção e no VACF - EOB. O impacto da rota de produção de biodiesel familiar

resultou na geração de ocupação concentrada no setor agricultura familiar fornecedora de soja para biodiesel, com mais de 27 mil ocupações no setor, o que corresponde a 64% do total de ocupações geradas. Essa condição é reflexo das características estruturais do meio rural brasileiro, uma vez que a agricultura familiar é a responsável pela maior parte das ocupações¹⁰ nessas áreas, mas para promover um efetivo desenvolvimento rural é necessário verificar a qualidade das ocupações geradas nesse setor, que é uma lacuna ainda existente.

Do total de 42.659 das ocupações geradas, a rota via agricultura familiar resultou em um impacto no próprio setor de biodiesel familiar de 5 mil empregos gerados. Outros setores com maiores impactos foram os setores agropecuários, agrícola não-familiar e pecuária, e os setores do comércio por atacado e varejo e de transporte terrestre, que somam aproximadamente 6 mil empregos. Assim considerando a participação percentual de pessoas ocupadas na agricultura familiar, mais de 90% das ocupações geradas pela produção de biodiesel familiar se distribuem nesses setores.

Os entraves para a aquisição de matéria-prima da agricultura familiar e/ou cooperativas estão associados ao critério de formalização de contratos exigido para a obtenção do Selo Combustível Social, que dá acesso diferenciado aos leilões de biodiesel. Para garantir os benefícios do SCS, especialmente a participação nos leilões públicos, é necessário que a usina formalize previamente – no ano anterior – os contratos de aquisição de matéria-prima junto aos agricultores. Porém, essa condição eleva as incertezas para os produtores de biodiesel, uma vez que o contrato precede a divulgação do edital do leilão, que estabelece os parâmetros básicos do mercado, notadamente a quantidade que será leiloada e o preço de referência. Ou seja, a usina contrata o fornecimento de matéria-prima da agricultura familiar antes de saber o volume de produção que ela deverá entregar e o preço de venda.

Neste contexto, quando as expectativas de mercado não se concretizam, a maioria das usinas optam por reduzir as aquisições de matéria-prima da agricultura familiar, que tem um custo mais elevado do que a aquisição direta no mercado, pois, no caso da aquisição da soja, os produtores recebem um bônus¹¹ com valores estabelecidos na formalização dos contratos. Para

¹⁰ Para ilustrar essa situação, de acordo com os dados do Censo Agropecuário 2017, a agricultura familiar respondeu por aproximadamente 66% do pessoal ocupado no setor agropecuário no ano de 2017.

¹¹ A legislação de concessão do Selo às usinas estabelece que os produtores de biodiesel devem pagar um bônus aos agricultores familiares que fornecem para o setor de biodiesel. Este valor a mais – em

ilustrar essa situação de expectativas, em 2019 estava previsto o aumento da adição obrigatória para B11 em junho, as usinas se posicionaram para atender o aumento da demanda, que não ocorreu por determinação da ANP, que manteve a mistura em B10, frustrando as usinas. Assim, a contratação da produção familiar está atrelada as expectativas de mercado, o que pode ser decisivo para a formação da renda dos agricultores familiares.

Dessa forma, em termos de impacto setorial no PIB resultante da rota familiar, o setor com maior absorção de geração de riqueza foi fabricação de biodiesel familiar com R\$ 901 milhões, que corresponde a 53% do total do efeito gerado. A agricultura familiar fornecedora de soja para biodiesel, por sua vez, teve um impacto de R\$ 152 milhões, respondendo por 9% do efeito total no PIB. Esse resultado é uma inversão do que ocorre com os setores que tiveram maiores efeitos, considerando o impacto na geração de emprego.

A formação de renda da agricultura familiar pode ser observada pelo impacto no VACF - EOB, que resultou em R\$ 150 milhões. Esse valor representa uma renda mensal¹² média de R\$ 457,22 para as ocupações geradas no setor. Vale destacar que o salário mínimo no ano de 2015 era de R\$ 788,00. Assim, o impacto na renda dos agricultores familiares fornecedores de soja para a produção de biodiesel correspondeu a 58% do salário mínimo vigente no ano de 2015.

Certamente, dado a estrutura produtiva da agricultura familiar, a renda média por estabelecimento não se resume ao que é fornecido de soja para as usinas de biodiesel. A agricultura familiar, em geral, adota sistemas produtivos diversificados, com múltiplas fontes de renda, especialmente na região Sul do país, onde os agricultores apresentam um nível de capitalização e de organização mais elevado (Guanziroli et al. 2001; Assis e Romeiro 2005; Landau et al. 2013) e um maior número de famílias conseguiu se inserir na cadeia do biodiesel. Assim, esse indicador médio captou apenas o que o cultivo de soja, fornecida ao setor do biodiesel, contribuiu para a formação de renda.

relação ao preço de mercado – é voltado para remediar moderadamente a volatilidade que ocorre no preço da soja no mercado internacional, reduzindo as incertezas aos agricultores, pois essa oleaginosa é uma commodity (Rodrigues e Zavala 2017). As usinas do estado de São Paulo chegam a pagar R\$ 2,00 a mais em relação ao preço de mercado da saca de soja. No Rio Grande do Sul, o bônus corresponde a R\$ 1,00. No Mato Grosso, esse valor corresponde a R\$ 1,20.

¹² A soja é uma cultura temporária e seu ciclo corresponde, geralmente, a 4 meses. Porém, foi considerado o valor médio mensal da renda auferida pela agricultura familiar na comercialização de soja para a produção de biodiesel para comparar com o salário mínimo vigente em 2015 no país.

Tabela 3 – Efeito total dos empregos, em unidades, e do PIB, da produção e do VACF - EOB, em R\$ milhões, por setores, no Brasil, resultante do choque (1) na demanda final do biodiesel familiar.

Setor	Ocupações (Unidades)	PIB (R\$ milhões)	VBP (R\$ milhões)	VACF - EOB (R\$ milhões)
Agricultura familiar fornecedora de soja para biodiesel	27.491	152,79	289,41	150,83
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	882	25,88	45,81	15,36
Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	402	33,61	56,72	20,61
Comércio por atacado e varejo	2.400	91,24	140,00	53,64
Fabricação de biodiesel familiar	5.027	901,05	1.896,42	276,88
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	88	26,87	126,18	9,78
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	300	14,55	36,83	9,31
Refino de petróleo e coquerias	10	32,40	167,20	3,12
Transporte terrestre	1.909	80,42	168,12	50,08
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	746	9,30	16,48	7,09
Resto da economia	3.403	312,15	622,94	152,42

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os impactos setoriais no emprego, PIB, produção e VACF - EOB resultantes da produção de biodiesel não-familiar são apresentados na Tabela 4. Em termos de impacto no emprego, percebe-se que, assim como ocorre na rota de biodiesel familiar, o setor que possui maior efeito no emprego é a produção agrícola, com a geração de mais de 42 mil ocupações geradas, correspondendo a 28% dos empregos totais. Embora a agricultura familiar seja caracterizada estruturalmente por gerar mais ocupações que a agricultura patronal (ou não-familiar), a produção de biodiesel não-familiar resultou em maiores impactos de emprego no setor agrícola não-familiar devido à baixa proporção da rota de biodiesel familiar de todo biodiesel produzido no país responder por 16%.

O impacto no próprio setor de fabricação de biodiesel não-familiar resultou na geração de mais de 24 mil ocupações, o que corresponde a 16,3% das ocupações geradas. Outros setores que tiveram maiores impactos nos empregos foram o comércio por atacado e varejo, outros produtos alimentares, transporte terrestre e pecuária, que somam mais de 55 mil ocu-

pações e representam 36,8% do total de empregos gerados. Os impactos nesses setores são resultados da demanda de insumos e serviços utilizados no processo produtivo do biodiesel, especialmente no setor de outros produtos alimentares, que fornece óleo de origem vegetal e animal.

No que diz respeito aos impactos no PIB dos setores, percebe-se que o próprio setor de fabricação de biodiesel familiar deteve a maior participação do PIB gerado, com R\$ 2.568 milhões, o que representa aproximadamente 30% de toda riqueza gerada no país resultante da produção de biodiesel não-familiar. O setor com segundo maior impacto no PIB setorial é a agricultura, com R\$ 1.253 milhões, correspondendo a 14,6%. Vale destacar que, embora a soja encontra-se como a principal matéria-prima utilizada na produção de biodiesel, existem outras oleaginosas utilizadas nesse processo produtivo e são fornecidas pelo setor agrícola, que também contribuem com os impactos nesse setor.

Em termos de impactos na formação de renda setorial das ocupações geradas, a produção de biodiesel não-familiar resultou em uma renda média mensal de R\$ 1.451,16 para os empregos gerados no setor agrícola não-familiar. Esse valor é 3 vezes mais a renda obtida pela agricultura familiar, porém, ao considerar apenas as remunerações (salários e contribuições previdenciárias), a agricultura não-familiar teve um impacto de R\$ 365,26 na renda média mensal, ou seja, 20% menor que a renda auferida pelos agricultores familiares fornecedores de soja para a produção de biodiesel.

Esses resultados também revelam a grande diferença do nível de renda entre setores agrícolas e industriais. A renda média mensal dos empregos gerados no setor fabricação de biodiesel não-familiar correspondeu a R\$ 4.589,78. Os setores que demandam maiores aportes tecnológicos registraram o maior nível de renda média das ocupações geradas, como a cadeia de fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, que obteve R\$ 9.296,79, e o setor do refino do petróleo com uma renda mensal média de mais de R\$ 25 mil.

Tabela 4 – Efeito total dos empregos, em unidades, e do PIB, da produção e do VACF - EOB, em R\$ milhões, por setores, no Brasil, resultante do choque (2) na demanda final do biodiesel não-familiar.

Setor	Ocupações (Unidades)	PIB (R\$ milhões)	VBP (R\$ milhões)	VACF - EOB (R\$ milhões)
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	42.714	1.253,16	2.218,25	743,82
Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	2.430	203,25	343,02	124,64
Comércio por atacado e varejo	21.648	822,80	1.262,57	483,76
Fabricação de biodiesel não-familiar	24.623	2.568,00	10.049,24	1.356,19
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	511	156,67	735,87	57,06
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	1.622	78,59	198,99	50,28
Outros produtos alimentares	13.039	571,11	2.669,43	339,62
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	7.933	98,87	175,29	75,41
Refino de petróleo e coquearias	63	196,13	1.012,08	18,89
Transporte terrestre	12.766	537,73	1.124,13	334,88
Resto da economia	23.290	2.103,80	4.228,16	1.039,58

Fonte: Resultados da pesquisa.

Este trabalho utilizou a MIP nacional e, portanto, não captou as relações inter-regionais que existem na cadeia do biodiesel. Assim, vale destacar que, conforme evidenciado por Frozza e Tatsch (2014), dada a dificuldade das usinas contratarem a produção de soja na própria localidade, algumas formalizam contratos em estados vizinhos e até mesmo em outras regiões para assegurarem o atendimento da demanda. Além disso, em alguns casos, as empresas adquirem a produção em uma região diferente de sua origem e realizam a revenda do produto naquela região e não utilizam esse produto no processo produtivo do biodiesel. Esse processo, mesmo encarecendo os custos de produção, evidencia que é vantajoso para a empresa manter os benefícios do SCS.

Em relação aos impactos, considerando o atendimento da demanda do conteúdo energético de 1 milhão de bep pelos produtos biodiesel¹³ familiar e não-familiar e óleo diesel mineral¹⁴, a Tabela 5 demonstra que, de

¹³ 1 milhão de bep de biodiesel contém 179 milhões de litros de biodiesel.

¹⁴ 1 milhão de bep de óleo diesel mineral contém 167 milhões de litros de óleo diesel mineral.

modo geral, a produção de biodiesel resulta em maiores impactos que o óleo diesel mineral. As distintas rotas de biodiesel, familiar e não-familiar, resultam na geração de 4,5 vezes mais empregos que o óleo diesel mineral. De forma específica, a produção de biodiesel familiar foi a rota que gerou mais empregos, com quase 9 mil¹⁵ ocupações, enquanto a rota não-familiar resultou em 6 mil¹⁶ empregos.

O impacto no PIB decorrente da produção de biodiesel é 1,4 vezes maior que o efeito do óleo diesel mineral. O biodiesel familiar demonstrou maior impacto com R\$ 353 milhões em comparação ao biodiesel não-familiar, que teve um efeito total de R\$ 342 milhões e o óleo diesel mineral resultou em R\$ 249 milhões. Porém, em termos de produção, tanto o biodiesel não-familiar como o óleo diesel mineral registraram um impacto maior, o que demonstra que a rota não-familiar e o combustível fóssil acionam mais setores na economia.

O maior impacto da produção de biodiesel no PIB é resultado de o seu preço ser mais elevado que o preço do óleo diesel mineral, além da quantidade de biodiesel também ser mais elevada para atender a mesma demanda energética, resultado da maior eficiência energética do diesel em relação ao biodiesel, pois, precisa-se de menos diesel no atendimento da demanda energética em 1 milhão de bep. Nesse sentido, considerando que o preço do biocombustível é maior que o do óleo diesel mineral, vale alertar que, mesmo a produção de biodiesel trazendo maiores impactos na geração de riqueza, quanto maior for a adição de biodiesel ao óleo diesel mineral, resultará em um óleo diesel mais caro e que, conseqüentemente, essa condição traz, ainda que pouco, o impacto sobre o aumento de preços e resulta em uma redução do consumo agregado.

Em termos de impacto na geração de renda, o óleo diesel mineral resultou em uma renda média mensal de R\$ 3.944,60 entre os empregos gerados nos diferentes setores da economia brasileira, a rota de biodiesel familiar impactou em R\$ 1.463,41 e a rota não-familiar R\$ 2.558,08. Assim, como o setor da biodiesel demanda mais empregos em toda a cadeia produtiva e tem uma produtividade do fator trabalho menor que o óleo diesel mineral, poder-se-ia considerar que a produção de biodiesel é menos eficiente do que o diesel mineral do ponto de vista econômico.

¹⁵ 64% das ocupações foram alocadas no setor da agricultura familiar e 11,8% no próprio setor de fabricação de biodiesel familiar.

¹⁶ 28% do pessoal ocupado foram alocados no setor agrícola não-familiar e 16,3% no setor de fabricação de biodiesel não-familiar.

Tabela 5 – Impactos nos empregos, em unidades, e no PIB e do VACF, em R\$ milhões, e a participação do efeito indireto, em percentual, no Brasil resultantes do choque em termos energéticos de um milhão de bep na demanda final dos produtos biodiesel familiar (3), biodiesel não-familiar (4) e óleo diesel mineral (5).

Variável	Biodiesel familiar Choque (3)		Biodiesel não-familiar Choque (4)		Óleo diesel mineral Choque (5)	
	Efeito total	Participação Efeito Indireto (%)	Efeito total	Participação Efeito Indireto (%)	Efeito total	Participação Efeito Indireto (%)
PIB (R\$ milhões)	353,80	19,50	342,49	36,44	249,20	43,70
VBP (R\$ milhões)	750,89	21,22	957,57	28,93	817,00	31,44
VACF - EOB (R\$ milhões)	157,74	18,89	184,37	36,80	78,17	50,66
Ocupações (Unidades)	8.982	12,00	6.006	38,74	1.652	80,14

Fonte: Resultados da pesquisa.

A produção de óleo diesel mineral no Brasil resulta em maiores efeitos indiretos em comparação às diferentes rotas de produção de biodiesel, especialmente em relação às ocupações, que 80% são geradas de forma indireta. O baixo impacto na geração de emprego e o maior efeito resultante de forma indireta é reflexo da estrutura produtiva do setor refino de petróleo, que possui maior dotação tecnológica e apresenta maiores níveis de produtividade do fator trabalho, gerando maiores níveis de renda em comparação à produção de biodiesel.

4. Considerações finais

O presente trabalho buscou avaliar os impactos socioeconômicos resultantes da produção de biodiesel à base de soja na agricultura familiar e nos demais setores da economia brasileira. De acordo com os dados do MAPA (2019) e ANP (2020), constatou-se que 16% do biodiesel brasileiro é produzido com matéria-prima fornecida pela agricultura familiar.

Para efeitos da análise dos impactos da produção de biodiesel com base em matéria-prima fornecida pela agricultura familiar (biodiesel familiar, ou rota de produção familiar) e não-familiar (rota de produção não-familiar), considerou-se como choque na demanda final o valor de produção dos produtos biodiesel não-familiar e biodiesel familiar no ano de 2018 a preços de 2015. A análise do choque evidenciou os impactos diferenciados das rotas de produção familiar e não-familiar na economia brasileira, especialmente devido à proporção da produção dos produtos fabricados pelas distintas rotas de biodiesel.

De modo geral, o setor de biodiesel demonstrou a contribuição de R\$ 10,3 bilhões para a economia brasileira e a geração de 193 mil empregos. Esses resultados expressam que no período entre 2011 e 2018, houve uma expansão significativa da cadeia do biodiesel, em comparação aos resultados do relatório técnico da APROBIO (2012). Em termos de crescimento real do impacto no PIB brasileiro, constatou-se que houve um crescimento de 9% nesse período. Essa expansão está associada, basicamente, ao aumento da mistura obrigatória de biodiesel ao óleo diesel mineral.

A rota de produção de biodiesel familiar resultou no impacto de 42 mil empregos na economia brasileira, concentrado no setor da agricultura familiar fornecedora de soja para a produção de biodiesel, responsável por 64% do total das ocupações geradas. O próprio setor de biodiesel familiar foi o segundo mais impactado pelo choque em termos de emprego, respondendo por 11,8% do total. Essa concentração na agricultura familiar é resultado desse setor ser mais intensivo em mão de obra, que é uma característica do meio rural brasileiro.

O impacto no PIB da rota via agricultura familiar resultou em maiores efeitos no próprio setor de fabricação de biodiesel familiar. Constatou-se um impacto total de R\$ 1,7 bilhão, distribuídos em 53% no setor de biodiesel familiar e 9% na agricultura familiar fornecedora de soja para a produção de biodiesel. Enquanto a agricultura familiar teve maiores impactos na geração de ocupações, o setor de fabricação de biodiesel familiar obteve maior impacto no PIB. Assim, o PIB setorial do biodiesel corresponde a aproximadamente 6 vezes mais que o indicador dos agricultores familiares.

Em relação aos impactos decorrentes da produção de biodiesel não-familiar no emprego e no PIB, observou-se que houve uma geração de ocupação total de 150 mil empregos e R\$ 8.590 milhões na geração de riqueza

brasileira. Os setores com maiores impactos foram a agricultura e o próprio setor de fabricação de biodiesel não-familiar, que, para os empregos, absorveram 28% e 16%, respectivamente. Enquanto que do impacto no PIB foram absorvidos 16% pelo setor agrícola e 30% pelo setor do biodiesel.

Os resultados revelaram também diferenças expressivas na renda (considerando o VACF - EOB) entre os setores decorrente da produção das distintas rotas de biodiesel. A agricultura familiar obteve uma renda média mensal de R\$ 457,22 para os empregos gerados no setor decorrente da produção de biodiesel familiar. O setor agrícola apresentou uma renda média mensal de R\$ 1.451,16 resultante da produção de biodiesel não-familiar. Ao considerar somente as remunerações, a agricultura teve um impacto de R\$ 365,26, que foi 20% menor que a renda do VACF – EOB da agricultura familiar. Isso demonstra que é melhor para os agricultores familiares obterem renda na propriedade.

Quanto aos impactos em termos energéticos de 1 milhão de bep, comparando a produção de biodiesel ao óleo diesel mineral, observou-se que para atender a essa demanda energética, o biodiesel gera mais empregos que o diesel mineral, uma vez que demanda mais empregos em toda a cadeia produtiva. O biodiesel também demonstrou maior impacto no PIB, pois seu preço é maior que o combustível fóssil, além da quantidade necessária para atender a mesma demanda energética também ser maior.

De modo geral, os resultados indicam que o setor do biodiesel exerce impactos expressivos na economia brasileira e tem demonstrado crescimento ao longo do tempo em decorrência do aumento da mistura obrigatória ao diesel. Em específico à agricultura familiar, os resultados indicaram que os maiores impactos ocorrem nas ocupações geradas e que a renda mensal média dos empregos gerados tem contribuído ao equivalente a 58% do salário mínimo de 2015.

Vale destacar que a partir do ano de 2012 houve uma redução constante no número de famílias que fornecem matéria-prima para o abastecimento das usinas de biodiesel, estabelecendo-se os agricultores familiares da região Sul do país, onde apresenta-se um setor agrícola familiar bem mais organizado e com condições estruturais diferentes do resto do país, o que indica que existem resultados diferentes para a agricultura familiar, considerando a heterogeneidade regional.

Referências

- ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. 2019. “Estatísticas.” Associação Brasileira Das Indústrias de Óleos Vegetais. 2019. <http://abiove.org.br/estatisticas/>.
- Abramovay, Ricardo, e Reginaldo Magalhães. 2007. “O Acesso dos Agricultores Familiares Aos Mercados de Biodiesel: Parcerias Entre Grandes Empresas e Movimentos Sociais.” Texto Para Discussão. São Paulo: Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas.
- ANP - Agência Nacional do Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis. 2019. Anuário Estatístico Brasileiro Do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Anuário Estatístico ANP. Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. <http://www.anp.gov.br/arquivos/central-conteudos/anuario-estatistico/2019/2019-anuario-versao-impressao.pdf>.
- . 2020. “Boletim Mensal Da Produção de Petróleo e Gás Natural.” Agência Nacional Do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. <http://www.anp.gov.br/publicacoes/boletins-anp/2395-boletim-mensal-da-producao-de-petroleo-e-gas-natural>.
- APROBIO - Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil. 2012. “Impactos Socioeconômicos Da Indústria De Biodiesel No Brasil.” Aprobio. São Paulo. <http://aprobio.com.br/2015/11/24/soja-e-a-materia-prima-de-82-do-biodiesel-produzido-no-brasil/>.
- Assis, R. L., e Ademar R. Romeiro. 2005. “Agroecologia e Agricultura Familiar Na Região Centro-Sul Do Estado Do Paraná.” *Revista de Economia Rural* 43 (1): 155–77.
- Bartholomeu, D. B., e L. T. Silveira. 2007. “Impactos do Programa Nacional do Biodiesel na Economia Brasileira: Uma Aplicação do Modelo Minimal de Equilíbrio Geral.” *Organizações Em Contexto* 3 (6): 214–35.
- Belik, Walter, e A. R. A. A. Cunha. 2015. “Abastecimento no Brasil: O Desafio de Alimentar as Cidades e Promover o Desenvolvimento Rural.” In *Políticas Públicas de Desenvolvimento Rural No Brasil*, editado por Catia Grisa e Sergio Schneider. Porto Alegre: Editora da UFRGS.
- Bergmann, J. C, D. D. Tupinamba, O. Y. A Costa, J. R. M Almeida, C. C Barreto, e B. F Quirino. 2013. “Biodiesel Production in Brazil and Alternative Biomass Feedstocks.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 21: 411–20. <https://doi.org/dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.12.058>.
- Bosi, José Alfredo. 2015. “O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel e a Agricultura Familiar.” Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo. <http://ir.obihiro.ac.jp/dspace/handle/10322/3933>.
- Brasil. 2018. Portaria No 515, de 21 de Agosto de 2018. Brasília: Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário. https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/37784156/do1-2018-08-22-portaria-n-515-de-21-de-agosto-de-2018-37784082.
- . 2019. Despacho No 621 de 06 de Agosto de 2019. Brasília: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. <http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/despachos/2019/agosto&item=desp-621-2019>.
- Brinkman, Marnix L.J., Marcelo P. da Cunha, Sanne Heijnen, Birka Wicke, Joaquim J.M. Guilhoto, Arnaldo Walter, André P.C. Faaij, e Floor van der Hilst. 2018. “Interregional Assessment of Socio-Economic Effects of Sugarcane Ethanol Production in Brazil.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 88 (December 2016): 347–62. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.02.014>.
- Buainain, Antônio Márcio. 2006. *Agricultura Familiar, Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável: Questões Para Debate*. IICA. Brasília: IICA.
- César, Aldara da Silva, e Mário Otávio Batalha. 2011. “Análise dos Direcionadores de Competitividade Sobre a Cadeia Produtiva de Biodiesel: O Caso Da Mamona.” *Production* 21 (3): 484–97. <https://doi.org/10.1590/s0103-65132011005000039>.
- CGEE. 2009. *Bioetanol Combustível: Uma Oportunidade Para o Brasil*. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. 1st ed. Brasília: NIPE, UNICAMP, CGEE.
- Costa, Angela Oliveira da. 2017. “A Inserção Do Biodiesel Na Matriz Energética Nacional: Aspectos Socioeconômicos, Ambientais e Institucionais.” Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

- Cunha, Marcelo Pereira da. 2011. "Avaliação Socioeconômica e Ambiental de Rotas de Produção de Biodiesel No Brasil, Baseada Em Análise de Insumo-Produto." Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas.
- Evangelista Junior, Francisco. 2009. "Inserção de um Modelo Agro-Industrial de Pequena Escala na Cadeia de Produção do Biodiesel Baseado na Cultura do Girassol e no Segmento Agrícola Familiar do Semi-Árido Potiguar." Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas.
- Flexor, George, Karina Yoshie Martins Kato, Maria do Socorro Lima, e Betty Nogueira Rocha. 2011. "Dilemas Institucionais Na Promoção dos Biocombustíveis." *Cadernos Do Desenvolvimento* 6 (8): 329–54.
- Freitas, Silene Maria, e Oswaldo Lucon. 2011. Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel: A Transição Para um Estilo de Desenvolvimento Sustentável. Editado pelo Instituto de Economia Agrícola. 27 ed. Vol. 27. São Paulo: IEA.
- Frozza, Mateus Sangoi, e Ana Lúcia Tatsch. 2014. "Sistema Setorial do Biodiesel no Rio Grande Do Sul: Caracterização e Oportunidades para a Consolidação de um Sistema Inovativo em Agroenergia." *Ciência Rural* 44 (12): 2286–92. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130756>.
- Garcia, Junior Ruiz. 2007. "O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel Brasileiro e a Agricultura Familiar na Região Nordeste." Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas.
- Garcia, Junior Ruiz, e José Eustáquio Vieira Filho. 2014. "Reflexões Sobre o Papel Da Política Agrícola Brasileira Para o Desenvolvimento Sustentável." Texto para Discussão. Vol. 1936. Brasília: IPEA.
- Gonçalves, K. Y. Arilson Favareto, e Ricardo Abramovay. 2014. "As Estruturas Sociais do Mercado de Matérias-Primas para o Biodiesel no Semiárido Brasileiro e os Bloqueios à Inserção dos Agricultores Pobres do Nordeste." In *Energia, Desenvolvimento e Sustentabilidade*, editado por Arilson Favareto e Rafael Moralez, 245–62. Porto Alegre: Editora Zouk.
- Grisa, Catia, e Sergio Schneider. 2015. Políticas Públicas de Desenvolvimento Rural no Brasil. Porto Alegre: Editora da UFRGS.
- Guanziroli, Carlos E. 2007. "PRONAF Dez Anos Depois: Resultados e Perspectivas para o Desenvolvimento Rural." *Revista de Economia e Sociologia Rural* 45 (2): 301–28. <https://doi.org/10.1590/s0103-20032007000200004>.
- Guanziroli, Carlos Enriques, Ademar R. Romeiro, Antônio Márcio Buainain, Alberto Di Sabbato, and Gilson Bittencourt. 2001. *Agricultura Familiar e Reforma Agrária No Século XXI*. Rio de Janeiro: Garamound.
- Guilhoto, Joaquim José Martins. 2011. Input-Output Analysis: Theory and Foundations (Análise de Insumo-Produto: Teoria e Fundamentos). SSRN Electronic Journal. Munich Personal RePEc Archive. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1900073>.
- Guilhoto, Joaquim José Martins, e Umberto Antonio Sesso Filho. 2010. "Estimação Da Matriz Insumo-Produto Utilizando Dados Preliminares das Contas Nacionais: Aplicação e Análise de Indicadores Econômicos para o Brasil em 2005." *Revista Economia & Tecnologia* 6 (4): 53–62. <https://doi.org/10.5380/ret.v6i4.26912>.
- Guilhoto, José, S. M. Ichihara, F. G. Silveira, B. P. C. Diniz, C. R. Azzoni, e G. R. C. Moreira. 2007. "A Importância da Agricultura Familiar no Brasil e em seus Estados." In *Anais Do 35º Encontro Nacional de Economia*, 172. Recife: Venaber.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2006. "Censo Agropecuário 2006." Sistema IBGE de Recuperação Automática. 2006. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>.
- . 2017a. "Censo Agropecuário 2017." Sistema IBGE de Recuperação Automática. 2017. <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>.
- . 2017b. "Contas Nacionais." Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101289_notas_tecnicas.pdf.
- . 2017c. "Matriz de Insumo-Produto." Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9085-matriz-de-insumo-produto.html?=&t=resultados>.
- . 2018. "Sistemas de Contas Nacionais." IBGE. 2018. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9052-sistema-de-contas-nacionais-brasil.html?=&t=o-que-e>.

- IRENA - International Renewable Energy Agency. 2016. "Renewable Energy and Jobs."
- Isolani, Kellen Alessandra, e Julerme Matheus Tonin. 2013. "Produção de Biodiesel No Brasil com o Advento do Selo Combustível Social e os Impactos na Agricultura Familiar Biodiesel." *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 28: 157–71.
- Landau, E. L., L. S. Guimarães, A. Hirsch, D. P. Guimarães, W. J. R. Matrangolo, e M. T. Gonçalves. 2013. "Concentração Geográfica Da Agricultura Familiar no Brasil." Sete Lagoas. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/965105/1/doc155.pdf>.
- Leite, João Guilherme Dal Belo, Jos Bijman, Ken Giller, e Maja Slingerland. 2013. "Biodiesel Policy for Family Farms in Brazil: One-Size-Fits-All?" *Environmental Science & Policy* 27 (March). <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.01.004>.
- Leite, Sergio P., e V. Wezs Jr. 2010. *Modèle de Développement et Dynamiques Foncières au Brésil: Analyse de l'expansion de l'agribusiness du Soja et ses Effets Sur le Millieu Rural*. Mimeo. Montpellier: CIRAD.
- Machado, Pedro G., Marcelo Cunha, Arnaldo Walter, André Faaij, e Joaquim J.M. Guilhoto. 2020. "The Potential of a Bioeconomy to Reduce Brazilian GHG Emissions towards 2030: A CGE-Based Life Cycle Analysis." *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 14 (2): 265–85. <https://doi.org/10.1002/bbb.2064>.
- MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 2019. "Balanço Do Selo Combustível Social." *Selo Combustível Social*. 2019. http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/user_img_1754/SCS - Balanço_2017_Publicação_20-11-18.pdf.
- Miller, Ronald E, e Peter D Blair. 2009. *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*. 2ª ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Monteiro, Joyce Maria Guimarães. 2007. "Plantio de Oleaginosas por Agricultores Familiares do Semi-Árido Nordeste para Produção de Biodiesel como uma Estratégia de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas." Tese de Doutorado, Universidade Federal Do Rio de Janeiro.
- Pedroti, Paula Maciel. 2013. "Os Desafios do Desenvolvimento e Inclusão Social: O Caso do Arranjo Político-Institucional do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel." In *Capacidades Estatais e Democracia: Arranjos Institucionais de Políticas Públicas*, editado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1858:66. Rio de Janeiro: IPEA.
- Prado, Jefferson Nery. 2015. "Estudo sobre o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). Uma Análise sobre os Municípios Produtores de Soja e as Cooperativas de Agricultura Familiar." Tese de Doutorado, Universidade Federal de Juiz de Fora.
- Ramos, L. P., V. Kothe, M. A.F. César-Oliveira, A. S. Muniz-Wypych, S. Nakagaki, N. Krieger, F. Wypych, e C. S. Cordeiro. 2017. "Biodiesel: Matéria-Primas, Tecnologias de Produção e Propriedades Combustíveis." *Revista Virtual de Química* 9 (1): 317–69. <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20170020>.
- Ribeiro, Vinicius Souza, e Marcus Vinicius Alves Finco. 2014. "Biodiesel e Agricultura Familiar No Tocantins: Uma Análise a Partir Da Teoria Dos Conjuntos Fuzzy." *Revista Esmat* 6 (8): 167–80.
- Ribeiro, Vinicius Souza, Marcus Vinicius Alves Finco, Jaqueline Boni Ribeiro, e Joel Ferreira Nunes. 2015. "Cadeia Produtiva da Soja e a Produção de Biodiesel no Tocantins: Uma Análise do Uso da Terra pela Agricultura Familiar." *Cadernos de Ciência & Tecnologia* 32 (1/2): 167–163.
- Rodrigues, Marcos, e Arturo Alejandro Zavala. 2017. "Programa Nacional de Biodiesel e Agricultura Familiar em Mato Grosso." *Revista Da Faculdade de Administração e Economia* 8 (2): 172–88.
- Salles-Filho, S. L. M., L. A. B. Cortez, J. M. F. J. Silveira, e S. C. Trindade. 2016. *Global Bioethanol*. Amsterdã: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2014-0-03857-9>.
- Sambuichi, R. H. R., E. P. Galindo, M. A. C. Oliveira, e A. M. M. Moura. 2014. "Compras Públicas Sustentáveis e Agricultura Familiar: A Experiência do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)." In *Políticas Agroambientais e Sustentabilidade: Desafios, Oportunidades e Lições Aprendidas*, editado por R. H. R. Sambuichi, A. P. M. Silva, M. A. C. Oliveira, e M. Savian, IPEA, 273-undefined. Brasília: IPEA.

Sampaio, Renata Martins. 2017. "Biodiesel no Brasil: Capacidades Estatais, P&D e Inovação na Petrobras Biocombustíveis." Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas.

Sauer, Sérgio, e Sérgio Pereira Leite. 2012. "Expansão Agrícola, Preços e Apropriação de Terra por Estrangeiros no Brasil." *Revista de Economia e Sociologia Rural* 50 (3): 503–24.

Silva, Marcelo Santana, Fábio Matos Fernandes, Francisco Lima, Cruz Teixeira, e Ednildo Andrade Torres. 2014. "Biodiesel and the 'Social Fuel Seal' in Brazil: Fuel of Social Inclusion?" *Journal of Agricultural Science* 6 (11): 212–28. <https://doi.org/10.5539/jas.v6n11p212>.

Souza, Simone P., Joaquim E.A. Seabra, e Luiz A.Horta Nogueira. 2017. "Feedstocks for Biodiesel Production: Brazilian and Global Perspectives." *Biofuels* 9 (4): 455–78. <https://doi.org/10.1080/17597269.2017.1278931>.

Yuuki, P. Y., M. A. Conejero, e M. F. Neves. 2007. "Avaliação dos Impactos Econômicos da Produção de Biodiesel no Brasil." *Organizações Rurais e Agroindustriais* 9 (1): 53–68.