

Costa, Wanderson Santos; Ruivo, Heloísa Musetti; Soterroni, Aline Cristina; Ramos, Fernando Manuel; Pompermayer, Fabiano Mezadre

Working Paper

Impactos na agricultura brasileira utilizando diferentes cenários de demanda doméstica de etanol

Texto para Discussão, No. 3140

Provided in Cooperation with:

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

Suggested Citation: Costa, Wanderson Santos; Ruivo, Heloísa Musetti; Soterroni, Aline Cristina; Ramos, Fernando Manuel; Pompermayer, Fabiano Mezadre (2025) : Impactos na agricultura brasileira utilizando diferentes cenários de demanda doméstica de etanol, Texto para Discussão, No. 3140, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, <https://doi.org/10.38116/td3140-port>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/331448>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by/2.5/br/>

**IMPACTOS NA AGRICULTURA
BRASILEIRA UTILIZANDO DIFERENTES
CENÁRIOS DE DEMANDA
DOMÉSTICA DE ETANOL**

**WANDERSON SANTOS COSTA
HELOÍSA MUSETTI RUIVO
ALINE CRISTINA SOTERRONI
FERNANDO MANUEL RAMOS
FABIANO MEZADRE POMPERMAYER**

IMPACTOS NA AGRICULTURA BRASILEIRA UTILIZANDO DIFERENTES CENÁRIOS DE DEMANDA DOMÉSTICA DE ETANOL¹

WANDERSON SANTOS COSTA²

HELOÍSA MUSETTI RUIVO³

ALINE CRISTINA SOTERRONI⁴

FERNANDO MANUEL RAMOS⁵

FABIANO MEZADRE POMPERMAYER⁶

1. Este trabalho foi produzido no âmbito do Termo de Execução Descentralizada acordado entre a Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura do Ministério da Economia e o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (TED/SDI/Ipea nº 01/2019), vigente entre 2019 e 2022. A frente de trabalho em que este *Texto para Discussão* se insere foi coordenada por Edison Benedito da Silva Filho e Fabiano Mezadre Pompermayer.

2. Bolsista do Subprograma de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Diset/Ipea).

3. Bolsista do PNPD na Diset/Ipea.

4. Bolsista do PNPD na Diset/Ipea.

5. Bolsista do PNPD na Diset/Ipea.

6. Técnico de planejamento e pesquisa na Diset/Ipea.

Governo Federal

Ministério do Planejamento e Orçamento

Ministra Simone Nassar Tebet

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento e Orçamento, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidenta

LUCIANA MENDES SANTOS SERVO

Diretor de Desenvolvimento Institucional

FERNANDO GAIGER SILVEIRA

**Diretora de Estudos e Políticas do Estado,
das Instituições e da Democracia**

LUSENI MARIA CORDEIRO DE AQUINO

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

CLÁUDIO ROBERTO AMITRANO

**Diretor de Estudos e Políticas Regionais,
Urbanas e Ambientais**

ARISTIDES MONTEIRO NETO

**Diretor de Estudos e Políticas Setoriais,
de Inovação, Regulação e Infraestrutura**

PEDRO CARVALHO DE MIRANDA

Diretora de Estudos e Políticas Sociais

LETÍCIA BARTHOLO DE OLIVEIRA E SILVA

Diretora de Estudos Internacionais

KEITI DA ROCHA GOMES

Chefe de Gabinete

ALEXANDRE DOS SANTOS CUNHA

**Coordenadora-Geral de Imprensa e
Comunicação Social**

GISELE AMARAL DE SOUZA

Ouvidoria: <https://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <https://www.ipea.gov.br>

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2025

Impactos na agricultura brasileira utilizando diferentes cenários de demanda doméstica de etanol / Wanderson Santos Costa ... [et al.]. – Rio de Janeiro: Ipea, 2025.

26 p.: il., gráfs., mapas. – (Texto para Discussão ; n. 3140).

Inclui Bibliografia.

ISSN 1415-4765

1. Modelo de Uso do Solo. 2. Biocombustíveis. I. Costa, Wanderson Santos. II. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 338.10981

Ficha catalográfica elaborada por Elizabeth Ferreira da Silva CRB-7/6844.

Como citar:

COSTA, Wanderson Santos *et al.* **Impactos na agricultura brasileira utilizando diferentes cenários de demanda doméstica de etanol.** Rio de Janeiro: Ipea, ago. 2025. 26 p.: il. (Texto para Discussão, n. 3140). DOI: <https://dx.doi.org/10.38116/td3140-port>

JEL: R11; R12; Q1; Q16.

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos).

Acesse: <https://repositorio.ipea.gov.br/>.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	7
2 O MODELO GLOBIOM-BRASIL	10
3 COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES CENÁRIOS DE DEMANDA DOMÉSTICA DE ETANOL NO BRASIL.....	12
4 IMPACTOS DO CENÁRIO DE DEMANDA DE ETANOL ZERO NO USO DA TERRA	13
4.1 Tendência de área e produção de cana-de-açúcar entre os cenários	18
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS.....	25

SINOPSE

Este trabalho avalia os efeitos sobre o uso da terra nas atividades de agricultura, pecuária e florestal quanto a um cenário hipotético de redução a zero da demanda doméstica brasileira por etanol combustível. Para tanto, utiliza-se o modelo Globiom-Brasil, que simula a decisão dos produtores sobre que atividade desenvolver considerando custos de insumos, preços de venda dos produtos, produtividade da terra e custos de comercialização e transportes, em um equilíbrio espacial de preços com trinta regiões de produção e consumo distribuídas pelo mundo, com detalhamento espacial do Brasil em células de cerca de 50 km por 50 km. Os cenários levam em consideração o controle do desmatamento ilegal, impactos das mudanças climáticas sobre as principais culturas agrícolas e projeções de demanda alinhadas com a narrativa socioeconômica SSP2. Eles diferem apenas quanto à demanda doméstica por etanol combustível: no cenário Linha de Base a demanda cresce conforme a tendência histórica até 2030, mantendo-se constante a partir daí até 2050, ano final da projeção; o cenário Etanol Zero mantém a tendência histórica até 2025, quando começa a decrescer monotonicamente até zerar em 2050. Os resultados indicam que a área de cana-de-açúcar no cenário Etanol Zero sofreria uma perda de 8,68 milhões de hectares (Mha) em 2050, comparado ao Linha de Base. Dessa área, 2,02 Mha seriam destinados a outras culturas agrícolas, 2,58 Mha para pecuária, 0,82 Mha para vegetação nativa e 3,20 Mha para áreas não produtivas. O retorno econômico agregado dos produtores seria reduzido em quase todos os anos da projeção, com a perda de rendimento da cana-de-açúcar não sendo compensada pelo ganho de rendimento nas outras atividades modeladas. Entretanto, o retorno das outras atividades seria maior que a perda provocada pela menor produção de cana-de-açúcar em 2050.

Palavras-chave: modelo de uso do solo; biocombustíveis.

ABSTRACT

This work evaluates the effects on land use in agricultural and forestry activities in terms of a hypothetical scenario of reducing Brazilian domestic demand for fuel ethanol to zero. For this purpose, we use the Globiom-Brazil model, which simulates the producers' decision on which activity to develop considering input costs, product sales prices, land productivity, and marketing and transport costs, in a spatial price equilibrium model with 30 regions distributed around the world, with spatial detailing of Brazil in cells of about 50 x 50 km. The scenarios take into account the illegal deforestation control, climate change impacts on the main crops, and demand projections aligned with the socioeconomic narrative SSP2. The scenarios differ only in terms of domestic demand for fuel ethanol: in the Baseline scenario, demand grows according to the historical trends until 2030, remaining constant from then until 2050, the final year of the projection; the Zero Ethanol scenario maintains the historical trends until 2025 when it starts to decrease monotonically until reaching zero in 2050.

The results indicate that the sugarcane area in the Zero Ethanol scenario would suffer a loss of 8.68 Mha in 2050 compared to Baseline. Within this area, 2.02 Mha would be allocated to other crops, 2.58 Mha to livestock, 0.82 Mha to native vegetation, and 3.20 Mha to non-productive areas. The producers' aggregate economic return would be reduced in almost all years of the projection, with the loss of income from sugarcane not being compensated by the profits in the other modelled activities. However, the return on other activities would be greater than the loss caused by lower sugarcane production by 2050.

Keywords: land use model; biofuels.

TEXTO para DISCUSSÃO

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o único país do mundo com uso intensivo de etanol como combustível para automóveis. Seu uso em escala nacional teve início com o Programa Nacional do Álcool (Proálcool) das décadas de 1970 e 1980, em que veículos movidos a gasolina foram adaptados para utilizar o combustível renovável da cana-de-açúcar. Com a redução dos preços internacionais de petróleo na década de 1990, o etanol deixa de ser competitivo em relação à gasolina, levando a uma forte redução dos veículos fabricados com motores calibrados para consumir etanol. Parte desse efeito também foi devido à introdução, nessa época, da injeção eletrônica nos carros nacionais – tecnologia importada das fabricantes multinacionais, ainda não adaptada para o etanol.

Nos anos 2000, os preços de combustíveis derivados de petróleo voltam a subir, mas os automóveis a etanol ainda não eram atrativos ao consumidor, provavelmente por receio da falta de oferta do combustível e da maior dificuldade de revenda do veículo em comparação ao movido a gasolina. No entanto, a busca por energias renováveis estava crescendo. Uma descoberta relativamente simples permitiu adaptar os sistemas de injeção de combustível em motores a combustão do ciclo Otto (como aqueles a gasolina e a etanol) para utilizar tanto gasolina como etanol, em qualquer proporção de mistura, gerando os chamados motores *flex fuel*, ou bicomcombustíveis.

Ao fim da década de 2000 quase todos os automóveis fabricados no Brasil passaram a adotar os motores bicomcombustíveis. Em outros países também se passou a adotar tal tecnologia, com algum fomento ao uso do etanol, como o E85 (mistura de 85% de etanol com 15% de gasolina) disponível nos Estados Unidos e na Europa. Contudo, a oferta de etanol nesses países é bastante reduzida. Mesmo no Brasil, o mercado de etanol é bem menor que o da gasolina. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a participação do etanol hidratado no consumo total de combustíveis do ciclo Otto ficou entre 17% e 30% no período 2011-2021 (tabela 1). Vale ressaltar também o uso do etanol em mistura com a gasolina no Brasil. Na tabela 1 são apresentadas as quantidades de etanol anidro, usado na mistura com a gasolina A (produzida nas refinarias) para formar a gasolina C, utilizada nos automóveis brasileiros.

Apesar de a tecnologia dos motores bicomcombustíveis estar dominada, a indústria automobilística passa por uma rediscussão do padrão a ser adotado no futuro, na busca por veículos que sejam menos poluentes e emitam menos gases de efeito estufa. Com isso, discute-se a substituição dos motores a combustão interna (como aqueles a gasolina, etanol e óleo *diesel*). Das três tecnologias mais consideradas – veículos híbridos, veículos elétricos e veículos a célula de hidrogênio – apenas a primeira ainda

usaria motores a combustão interna, o que permitiria o uso do etanol nos veículos, mas em geral ela é vista como uma tecnologia de transição. Os veículos a combustão de biocombustíveis até foram considerados, mas aparentemente deixados de lado pela possível competição por terra para a produção de alimentos que uma produção de biocombustíveis em larga escala, para atender à demanda mundial equivalente por combustíveis fósseis, provocaria.¹ A utilização dessa tecnologia na transição energética para uma economia de baixo carbono tem sido considerada apenas como temporária.

TABELA 1**Demanda do ciclo Otto e participação dos diferentes combustíveis**

Ano	Gasolina A	Anidro	Hidratado	Total	Gasolina A	Anidro	Hidratado
	Milhões de m³ de gasolina equivalente				%		
2011	27,1	8,4	8,6	44,0	61	19	19
2012	31,8	7,8	7,9	47,4	67	16	17
2013	31,7	9,7	9,2	50,6	63	19	18
2014	33,4	11,0	9,8	54,1	62	20	18
2015	30,2	10,9	13,2	54,3	56	20	24
2016	31,4	11,1	10,9	53,4	59	21	20
2017	32,2	12,1	10,2	54,5	59	22	19
2018	28,0	10,2	14,1	52,3	54	20	27
2019	27,9	10,6	16,3	54,7	51	19	30
2020	26,2	9,8	13,9	49,8	52	20	28
2021	28,7	11,0	12,3	52,0	55	21	24

Fonte: EPE (2022).

Obs.: O etanol anidro é usado na mistura com a gasolina A para formar a gasolina C, que é disponibilizada aos consumidores nos postos de combustível. Os volumes apresentados foram convertidos para o volume equivalente de gasolina A, conforme o poder calorífico de cada combustível.

Assim, considerando que a decisão pela tecnologia dominante nos veículos automotores deve ser capitaneada pela indústria automobilística e pelos países com grandes mercados de automóveis (por exemplo, Estados Unidos, China e Europa), e que

1. Estudos que abordam a possível competição por terra para produção de alimentos *versus* para biocombustíveis apontam, em geral, a ausência de evidências significativas dessa competição (Ajanovic, 2011; Cobuloglu e Büyüktaktın, 2015; Weng *et al.*, 2019). Vale ressaltar, entretanto, que muitos desses estudos consideram apenas a situação atual, em que o volume de biocombustíveis é uma pequena fração do consumo de combustíveis líquidos. Ainda que sem analisar quantitativamente cenários de maior substituição dos combustíveis fósseis por biocombustíveis, é recorrente o alerta para a provável insustentabilidade desse cenário. Ajanovic (2011, p. 2070), por exemplo, chega a afirmar que “mesmo que todas as lavouras, florestas e pastagens atualmente não utilizadas fossem usadas para a produção de biocombustíveis, seria impossível substituir todos os combustíveis fósseis usados hoje nos transportes”.

TEXTO para DISCUSSÃO

é pouco provável que, ainda que viável tecnicamente, os automóveis a ciclo Otto (que usam gasolina e etanol) continuem a ser adotados apenas no Brasil, este estudo busca avaliar qual seria o impacto no uso do solo do país (agricultura, pecuária e florestas), caso a demanda interna por etanol combustível fosse gradativamente reduzida até zerar em 2050.

Trata-se de um estudo de cenários para subsidiar políticas públicas vinculadas à agricultura e energia, em que convém avaliar seus possíveis desempenhos diante de cenários extremos. Nesse sentido, cabe mencionar que o cenário aqui apresentado e estudado não é citado nos diversos estudos para neutralidade climática de 2050, seja no Brasil ou em nível global (Bello *et al.*, 2023). Há fortes apostas nos biocombustíveis, em especial os avançados como *diesel* verde, e-metanol, derivados de hidrogênio verde, biomassa (incluindo cana-de-açúcar). Ainda existem muitas dúvidas sobre a viabilidade de uma eletrificação em massa da frota de veículos automotores. Caso os custos de baterias e soluções baseadas em hidrogênio não se tornem viáveis, a descarbonização via biocombustíveis permanece entre as alternativas mais promissoras, o que colocaria o Brasil em vantagem pela sua já vasta experiência (Lap *et al.*, 2019).

Mas as projeções mais recentes da Agência Internacional de Energia (International Energy Agency – IEA) apontam forte redução da demanda de combustíveis fósseis, mas também dos biocombustíveis (IEA, 2024). Além disso, a indústria automobilística global, assim como países com reduzidas possibilidades de produzir biocombustíveis em larga escala, tem investido forte em outras soluções, como a bateria e o hidrogênio. Um exemplo aparentemente promissor é o das baterias à base de sódio chinesas, com diversos anúncios sendo feitos.² O Brasil não está fora dessa corrida tecnológica, mas são reais as chances de seus biocombustíveis serem relegados pelos demais países na transição energética. Assim, as simulações aqui propostas avaliam os efeitos de um possível, ainda que pouco provável, cenário extremo de redução da demanda por etanol combustível. Inferências sobre os efeitos de cenários intermediários, mais prováveis inclusive, são de fácil obtenção a partir dos resultados desse cenário extremo. Este estudo avalia apenas os efeitos sobre o uso do solo em atividades agropecuárias e florestais. Para efeitos nos demais setores da economia brasileira, em março de 2024 foi divulgado um estudo de Coutinho *et al.* (2024), que considerou um cenário semelhante ao aqui tratado, de uma convergência global de eletrificação de veículos,

2. Disponível em: <https://www.thecooldown.com/green-tech/sodium-ion-jac-group-hina-battery-china/>; e https://news.yahoo.com/sodium-ion-batteries-gaining-traction-150000318.html?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLnNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAD9zuH33slQSHUNCdrgZweZJo_mNf_zCGmgt9oovQIUZ9vJ4TFsrGT6Zv9KlaZW_D7Mct9-_eNp9hwOrCW-QE_k2QLNEoftWqExxbSMC2K63V07EV63LFN9I9hjolmFKDNdnNo6tMh-Qixk6ddxru5BFeyAv_cWEVonabQqRpjN-.

sem veículos a biocombustíveis. Conforme tal estudo, a perda para o Brasil seria de R\$ 7,5 trilhões nesse cenário.

2 O MODELO GLOBIOM-BRASIL³

Os cenários aqui estudados foram projetados no modelo econômico de equilíbrio parcial Globiom-Brasil (Soterroni *et al.*, 2016; 2018), que simula a competição pelo uso da terra entre os setores da agropecuária, silvicultura e bioenergia.⁴ Conforme descrito em Soterroni *et al.* (2016), o “Global Biosphere Management Model (Globiom)” é um modelo econômico de equilíbrio parcial que utiliza estratégia de baixo para cima (*bottom-up*), com foco nos principais setores relacionados às mudanças de cobertura e uso do solo: agropecuária, floresta e bioenergia”. Suas principais características estão descritas a seguir.

- Modelo de equilíbrio de mercado: o Globiom é construído sobre os pressupostos da teoria neoclássica. Ajustes endógenos nos preços de mercado implicam igualdade entre oferta e demanda para cada produto e região. O equilíbrio é único, ou seja, os agentes não têm interesse em mudar suas ações, uma vez que o equilíbrio é alcançado.
- Modelo de otimização: o objetivo do problema de otimização é maximizar a soma dos excedentes econômicos dos consumidores e dos produtores. Os preços não são explícitos, mas são obtidos da solução dual das equações de balanço de mercado.
- Modelo de equilíbrio parcial: o Globiom tem como foco os setores de agricultura, pecuária, florestas e bioenergia. Os outros setores da economia não estão incluídos no modelo. Os setores da agropecuária e florestas estão integrados no modelo e competem pelo uso da terra.
- Modelo de equilíbrio espacial de preço: é uma categoria específica dos modelos de equilíbrio parcial e de programação linear, sendo útil na análise de fluxos inter-regionais de *commodities*. O modelo se baseia na suposição de que as mercadorias são homogêneas e, dessa forma, a diferença de preço entre duas possíveis regiões é dada apenas pelo custo de transporte. Essa característica permite a representação de fluxos de comércio bilaterais entre regiões.

3. Seção baseada em Soterroni *et al.* (2016), em que o leitor pode obter mais detalhes do modelo Globiom-Brasil – Modelo Global de Gestão da Biosfera (Global Biosphere Management Model – Globiom), da International Institute for Applied Systems Analysis (Iiasa).

4. Mais informações sobre o modelo Globiom disponíveis em: www.globiom.org.

TEXTO para DISCUSSÃO

- Modelo dinâmico recursivo: o Globiom é executado para intervalos de tempo de dez anos mediante dinâmica recursiva. Ao contrário de modelos totalmente dinâmicos, os agentes econômicos não consideram os valores futuros dos parâmetros ao longo de vários períodos de tempo. A decisão ótima tomada no período t depende apenas de decisões que os agentes tomaram no período $t-1$. No início de cada novo período, as condições iniciais do uso da terra são atualizadas a partir das soluções obtidas no período anterior. O modelo é atualizado para cada período de simulação por meio de fatores exógenos, como o crescimento do produto interno bruto (PIB) e da população.

A originalidade do Globiom vem da representação dos fatores (*drivers*) de mudança do uso da terra em duas escalas geográficas diferentes. Todas as variáveis relacionadas à terra, como o cultivo de culturas, a produção madeireira e os números da pecuária, são expressas de acordo com as variáveis locais. A demanda final, as quantidades de processamento, os preços e o comércio são obtidos em um nível regional. Os fatores regionais influenciam a alocação do uso do solo em nível local e as restrições locais influenciam o resultado das variáveis definidas no âmbito regional, o que garante coerência entre as várias escalas.

O Globiom representa a produção de áreas de cultivo agrícola, áreas de pastagens, áreas de florestas manejadas e áreas de florestas de rotação curta (florestas plantadas). O modelo inclui dezoito tipos de culturas, cinco produtos florestais e seis produtos pecuários (quatro tipos de carne, ovos e leite). Os tipos de produção são de Leontief – ou seja, os fatores produtivos são utilizados em proporções fixas. Mudanças nas características tecnológicas da produção de produtos primários são consideradas, permitindo que vários tipos de produção possam ser utilizados pelo modelo – desde agricultura de subsistência até agricultura intensiva, por exemplo.

A adaptação do modelo Globiom para o Brasil envolveu não somente a inclusão de dados atualizados específicos para o país, de forma especialmente explícita, mas também um conjunto de aperfeiçoamentos para representar as regras indicadas no Código Florestal brasileiro, a adoção de técnicas como safras duplas (soja e milho em uma mesma área) e o zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar. Além disso, foram revistos os fatores de produtividade e custos de diversas culturas para considerar efeitos das mudanças climáticas, como redução da produtividade da terra para soja em regiões tropicais e seu aumento em regiões temperadas. Mais informações desse detalhamento e atualização podem ser vistas em Ruivo *et al.* (2025).

3 COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES CENÁRIOS DE DEMANDA DOMÉSTICA DE ETANOL NO BRASIL

Para análise deste estudo, foram criados dois cenários: o primeiro – Linha de Base – visa capturar as tendências históricas em termos de mudança do uso da terra, produção, consumo e exportação de produtos agrícolas no Brasil; o segundo cenário – Etanol Zero – é baseado no primeiro com alterações na demanda doméstica de etanol.

O cenário Linha de Base utiliza as projeções de população e PIB do cenário SSP2⁵ (Fricko *et al.*, 2017). É baseado no cenário IDCImperfect2 (Soterroni *et al.*, 2018), no qual o controle do desmatamento ilegal é imperfeito (ou parcial) nos biomas Amazônia e Cerrado. Não há controle algum do desmatamento ilegal no restante do país, exceto na Mata Atlântica, e não há restauração de débitos de áreas de preservação permanente (APPs) ou de reserva legal (RL). Além disso, a conversão de florestas em áreas de cultivo de soja não é permitida após 2005, respeitando a Moratória da Soja no bioma da Amazônia que foi assinada em 2006 e continua vigente. Na Mata Atlântica, o desmatamento legal e ilegal é banido após 2005, uma vez que esse bioma possui lei específica e mais restritiva que o Código Florestal (Lei nº 11.428/2006 – Lei da Mata Atlântica). Com relação aos impactos das mudanças climáticas, o cenário Linha de Base considera *shifters* que alteram a produtividade das culturas agrícolas simuladas no modelo, utilizando a metodologia criada em Flach *et al.* (2021).

O outro cenário, denominado Etanol Zero, apresenta as mesmas características do cenário Linha de Base supracitado, diferenciando-se apenas por alterações na demanda doméstica de etanol (gráfico 1).⁶ Vale ressaltar que a demanda de etanol é definida exogenamente no modelo. No cenário Linha de Base, há variações na produção até 2030, sendo constante a partir desse ano, enquanto no cenário Etanol Zero a demanda de etanol cai linearmente até zero em 2050, com a queda partindo de 2025 (tabela 2).

5. Shared Socioeconomic Pathways.

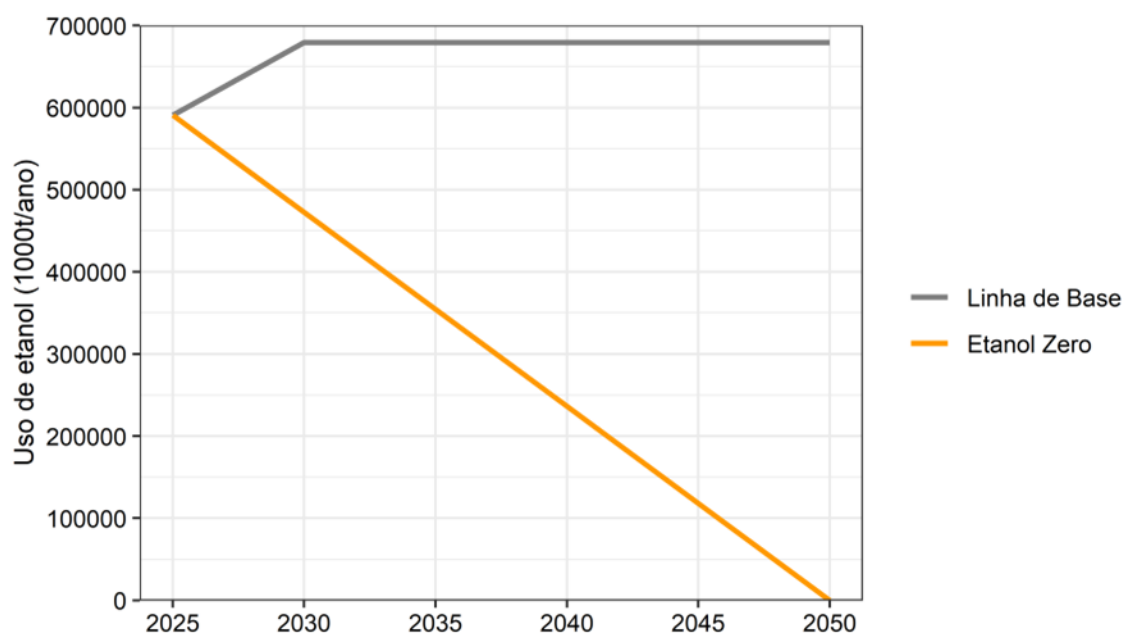
6. As ilustrações constantes neste *Texto para Discussão* não tiveram seu leiaute e textos padronizados e revisados pelo Editorial do Ipea, por se tratar de imagens não editáveis elaboradas pelos autores utilizando-se o *software* R.

TEXTO para DISCUSSÃO

GRÁFICO 1

Demanda doméstica de cana-de-açúcar para produção de etanol nos cenários Linha de Base e Etanol Zero (2025-2050)

(Em 1 mil toneladas/ano)



Elaboração dos autores.

TABELA 2

Valores de produção de cana-de-açúcar para produção de etanol utilizados nos cenários Linha de Base e Etanol Zero

(Em 1 mil toneladas/ano)

Cenário/Ano	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Linha de Base	590.763	679.516	679.516	679.516	679.516	679.516
Etanol Zero	590.763	472.610	354.458	236.305	118.153	0

Elaboração dos autores.

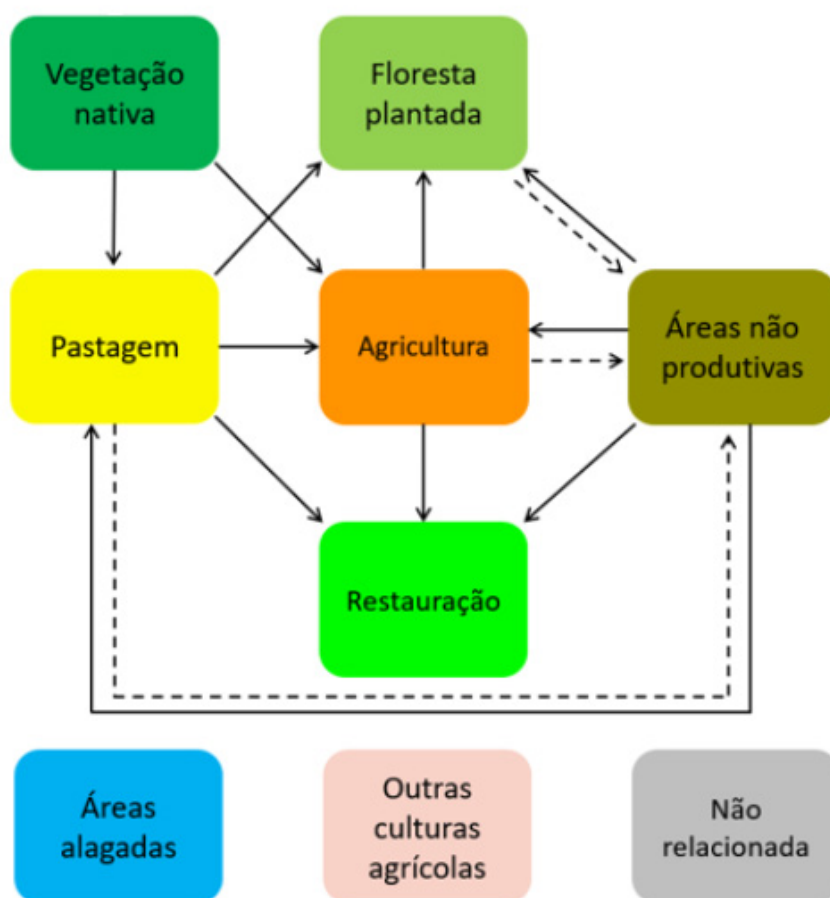
4 IMPACTOS DO CENÁRIO DE DEMANDA DE ETANOL ZERO NO USO DA TERRA

As classes de uso da terra do Globiom-Brasil são representadas por *vegetação nativa*, *floresta plantada*, *pastagem*, *agricultura*, *áreas não produtivas*, *restauração*, *áreas alagadas*, *outras culturas agrícolas e não relacionada*. Vale ressaltar que a classe agricultura representa a área de dezoito culturas (cana-de-açúcar, soja, milho, cevada, milheto, arroz, sorgo, trigo, amendoim, granola, girassol, palma, mandioca, grão-de-bico, feijão,

batata, batata-doce e algodão). Para este texto, a classe vegetação nativa representa a área agregada de florestas primárias e florestas manejadas. Além disso, a classe áreas não produtivas refere-se a áreas que já foram “antropizadas” no passado, mas com produção muito baixa, a exemplo de pastagens degradadas. As possibilidades de conversão da terra entre as classes de uso da terra são restringidas pela adequação biofísica da terra e potencial de produção, e por meio de uma matriz de mudança endógena de uso da terra (figura 1). Vale ressaltar que as áreas de baixa produção, como pastagens degradadas, podem voltar a se tornar produtivas ou simplesmente entrarem em regeneração passiva.

FIGURA 1

Matriz de mudanças endógenas de uso e cobertura da terra permitidas no Globiom-Brasil



Fonte: Soterroni *et al.* (2018).

Elaboração dos autores.

Obs.: As setas tracejadas na matriz de mudanças endógenas de uso da terra representam o abandono da terra.

TEXTO para DISCUSSÃO

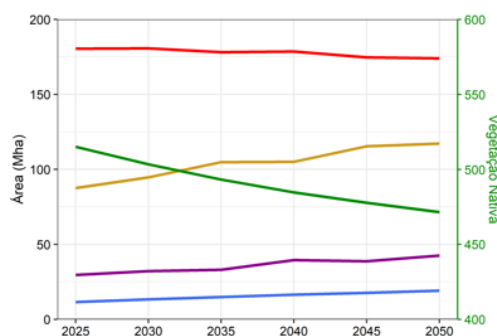
As mudanças das principais classes de uso da terra nos cenários Linha de Base e Etanol Zero durante o período 2025-2050 estão ilustradas no gráfico 2. As variações mais significativas ao comparar os dois cenários ocorreram nas classes áreas não produtivas, pastagem e agricultura.

Conforme ilustrado na figura 2, a área da classe agricultura no cenário Etanol Zero é reduzida em 6,67 milhões de hectares (Mha) em 2050, comparado ao cenário Linha de Base. Esta redução é distribuída pelo modelo nas classes áreas não produtivas (+3,2 Mha), pastagem (+2,58 Mha) e vegetação nativa (+0,82 Mha). O aumento das áreas não produtivas pode caracterizar abandono de produção relativo ao cenário Linha de Base. Embora esse abandono possa resultar em regeneração passiva, essa hipótese é descartada na modelagem porque os ganhos ecológicos desse tipo de restauração são incertos (Brancalion *et al.*, 2016). Além disso, diferentemente de áreas destinadas para a restauração de ecossistemas, como as APPs e RL definidas pelo Código Florestal, as áreas não produtivas não são restringidas para conversão e podem se tornar produtivas novamente em qualquer momento da simulação. Cabe mencionar, ainda, que as áreas destinadas à produção de cana-de-açúcar em 2050, segundo o modelo, não seriam as usadas atualmente. As produtivas áreas do interior do estado de São Paulo reduziriam a produção de cana para produzir soja e milho no cenário base, enquanto a produção de cana migraria para o norte e o oeste. A migração para áreas não produtivas se daria nessas regiões, de menor produtividade e/ou maior custo de escoamento da produção, e também menos aptas para outras culturas.

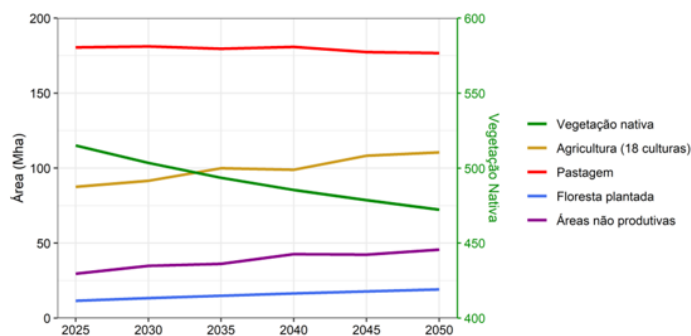
GRÁFICO 2

Trajórias de uso da terra das principais classes do Globiom-Brasil nos cenários Linha de Base e Etanol Zero (2025-2050)

2A – Linha de Base



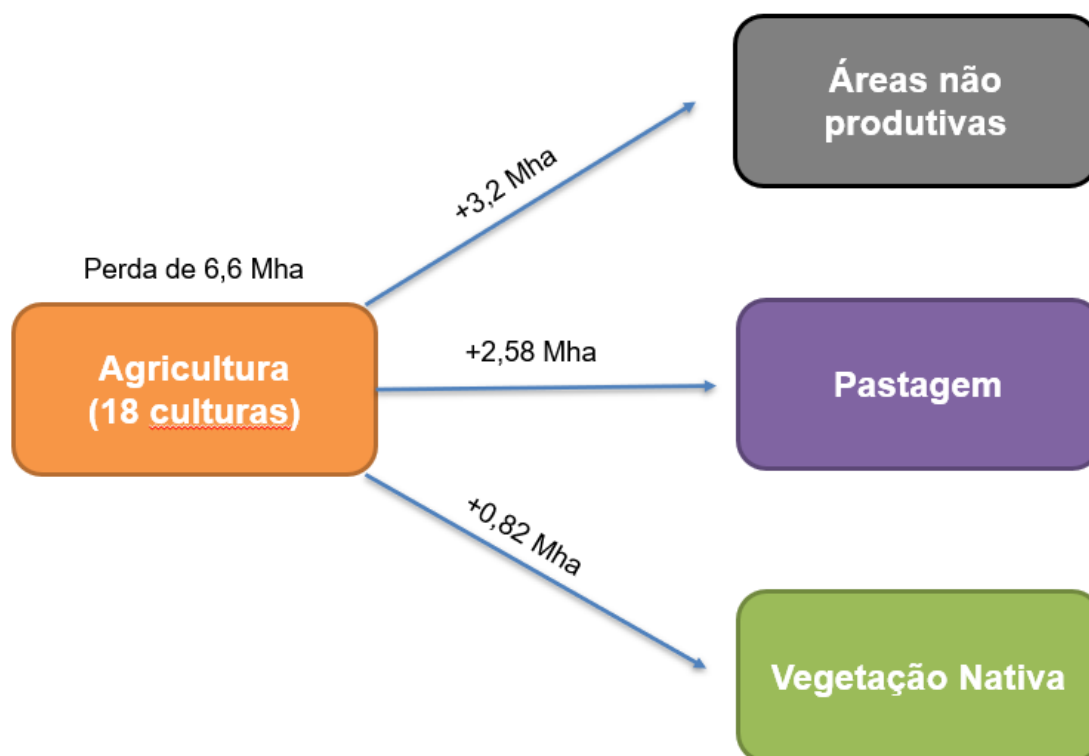
2B – Etanol Zero



Elaboração dos autores.

FIGURA 2

Principais variações nas classes de uso da terra no cenário Etanol Zero, comparado ao cenário Linha de Base (2050)



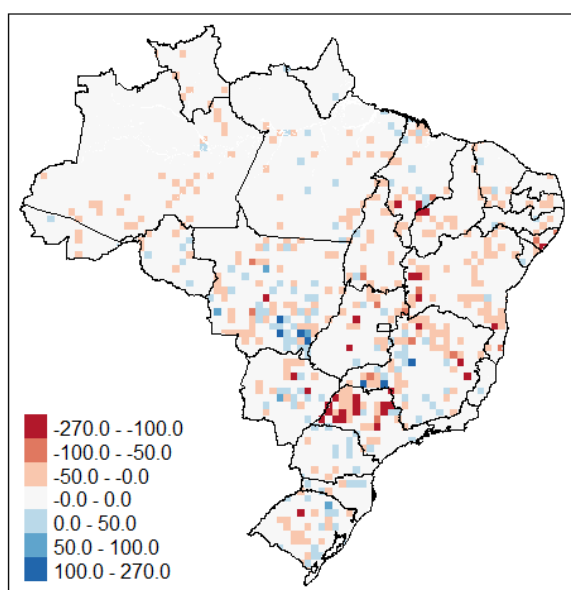
Elaboração dos autores.

A figura 3 representa a distribuição espacial da diferença das principais classes de uso da terra entre os cenários Etanol Zero e Linha de Base em 2050. As maiores perdas de área de agricultura no cenário Etanol Zero (figura 3A) estão concentradas em São Paulo, Goiás e Minas Gerais, os maiores estados produtores sucroalcooleiros do Brasil. Em contrapartida, a diferença entre os cenários projeta um ganho de área da classe áreas não produtivas nestes três estados (figura 3B), o que reforça a hipótese de abandono de produção. Chama a atenção o aumento considerável dessas áreas não produtivas no extremo oeste de São Paulo, indicando que, mesmo com solo fértil, o custo de transição para outras culturas, somado aos demais custos de produção e escoamento nesses locais, levaria à inviabilidade da produção agrícola em parte dessas áreas. Para a classe pastagem, projetaram-se perdas e ganhos distribuídos por todo o território nacional, com uma pequena concentração de ganho de área na região noroeste do estado de São Paulo (figura 3C). Por sua vez, a classe vegetação nativa apresenta diferenças pontuais de área nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste (figura 3D).

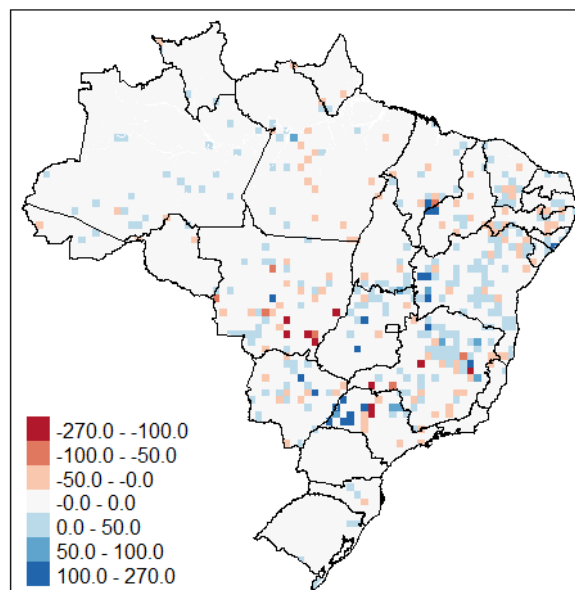
FIGURA 3

Diferença da área das classes agricultura, áreas não produtivas, pastagem e vegetação nativa entre os cenários Etanol Zero e Linha de Base (2050)
(Em 1 mil hectares)

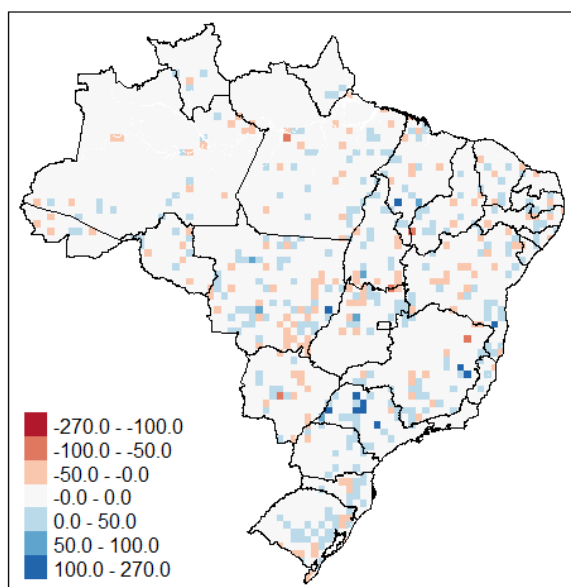
3A – Agricultura



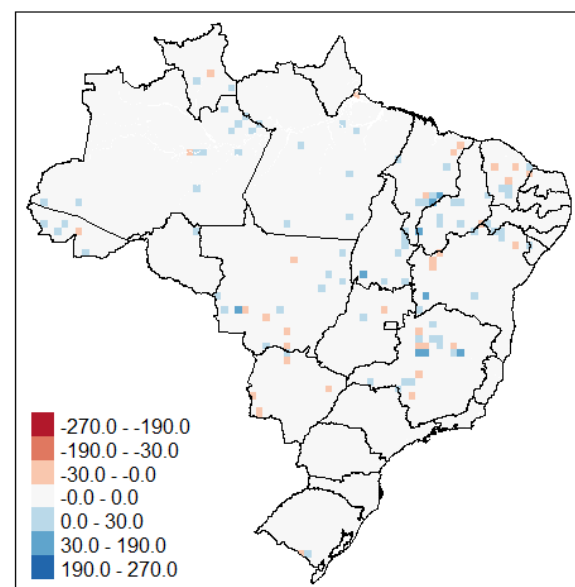
3B – Áreas não produtivas



3C – Pastagem



3D – Vegetação nativa



Elaboração dos autores.

Se observarmos a distribuição da área da classe agricultura para as dezoito culturas entre os dois cenários (figura 4), a área de cana-de-açúcar no cenário Etanol Zero sofreu uma perda de 8,68 Mha em 2050 devido à queda da demanda interna de etanol, comparado ao Linha de Base. As projeções indicam aumento de 1,49 Mha da área conjunta de soja e milho no mesmo período. As outras quinze culturas agrícolas tiveram pequenos acréscimos de área no cenário Etanol Zero em 2050, totalizando 0,53 Mha.

FIGURA 4

Variações de área das culturas agrícolas na classe agricultura no cenário Etanol Zero, comparado ao cenário Linha de Base (2050)



Elaboração dos autores.

4.1 Tendência de área e produção de cana-de-açúcar entre os cenários

As projeções de área de cana-de-açúcar nos cenários Linha de Base e Etanol Zero em 2050 estão ilustradas na figura 5. Em ambos os cenários, as áreas de cultivo estão concentradas na região central do Brasil (São Paulo, Goiás e Minas Gerais). O modelo indica uma redução na área de 8,68 Mha, e na produção de 4 milhões de toneladas (Mt) da cultura em 2050 no cenário Etanol Zero (gráfico 3). Ao longo do tempo, entretanto, as projeções indicam uma estagnação, e leve redução, da produção de cana no cenário Etanol Zero, que contrasta com o crescimento constante do cenário base. Entre estes 8,68 Mha reduzidos no cenário Etanol Zero em relação ao Linha de Base, observa-se uma perda de 3,33 Mha no estado de São Paulo, 1,91 Mha em Goiás e 1,44 Mha em

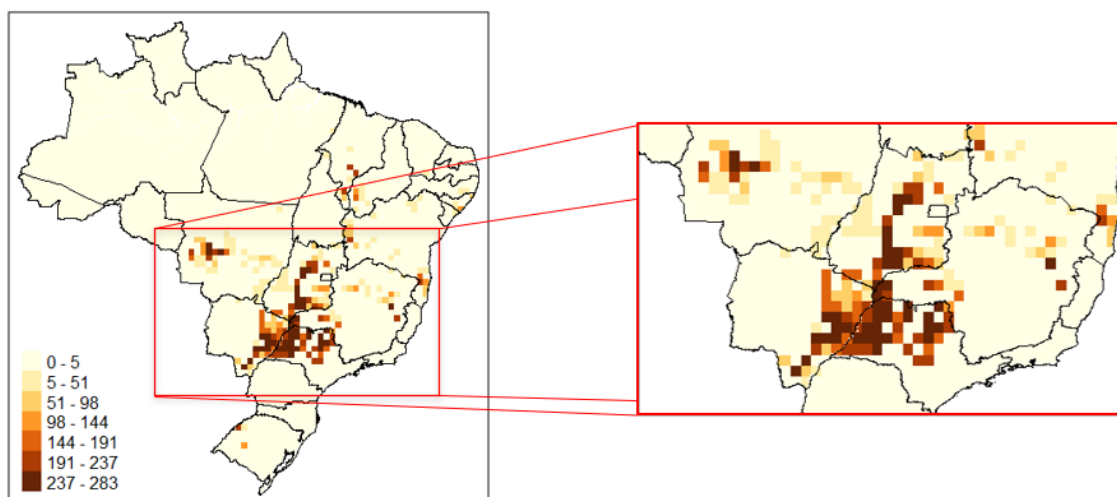
TEXTO para DISCUSSÃO

Minas Gerais. A distribuição espacial da diferença entre os dois cenários por todo o território nacional pode ser visualizada na figura 6. Como são áreas de relativamente mais alta fertilidade, é natural que sejam ocupadas por outras culturas agrícolas, deslocando as demais culturas para essas regiões liberadas pela cana-de-açúcar, com consequente redução da área de agricultura nas regiões menos produtivas.

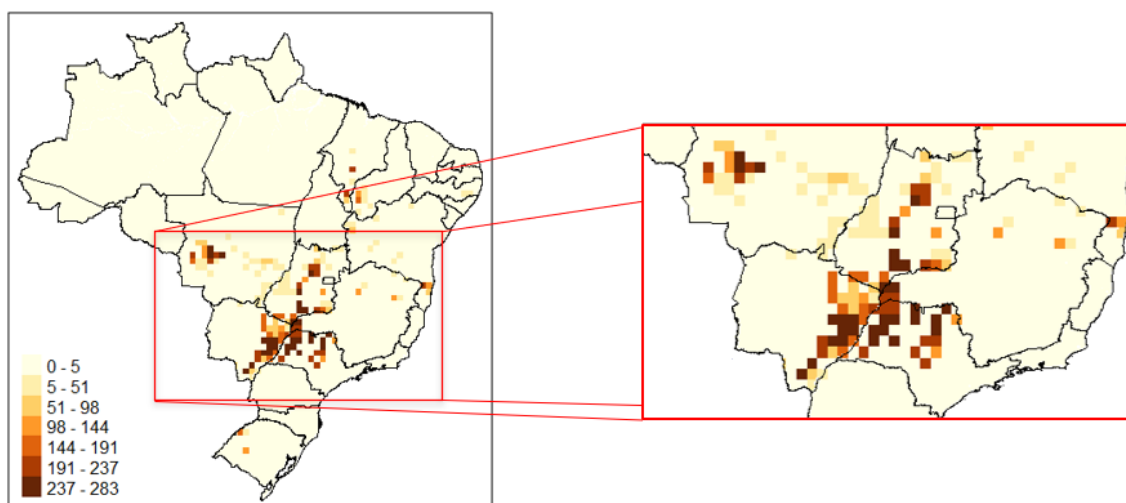
FIGURA 5

Área de cana-de-açúcar projetada nos cenários Linha de Base e Etanol Zero (2050)
(Em 1 mil hectares)

5A – Cenário Linha de Base



5B – Cenário Etanol Zero

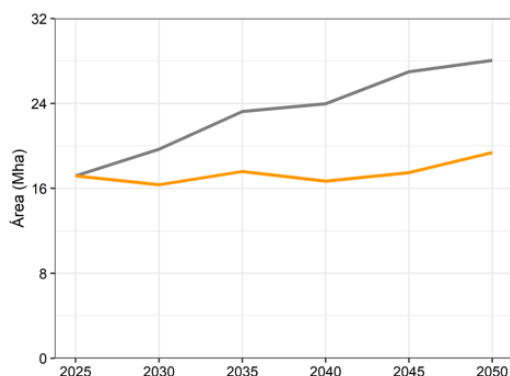


Elaboração dos autores.

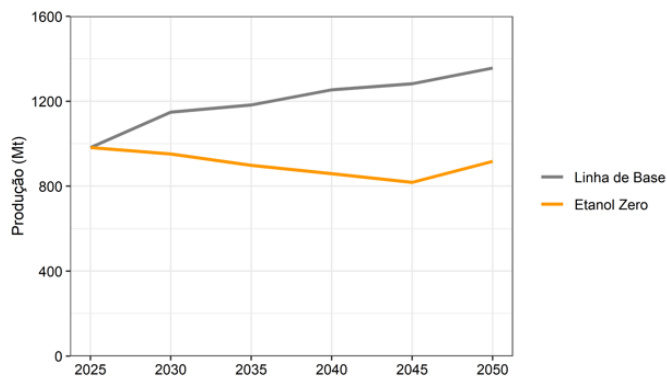
Obs.: Zoom das áreas na região central do Brasil.

GRÁFICO 3**Evolução da área e produção de cana-de-açúcar nos cenários Linha de Base e Etanol Zero**

3A – Área (Mha)



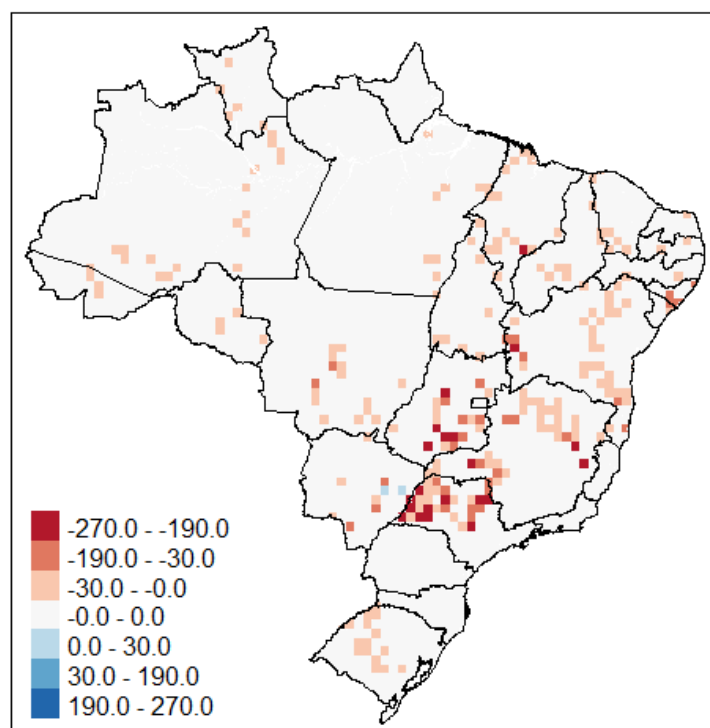
3B – Produção (Mt)



Elaboração dos autores.

FIGURA 6**Diferença da área de cana-de-açúcar entre os cenários Etanol Zero e Linha de Base (2050)**

(Em 1 mil hectares)



Elaboração dos autores.

TEXTO para DISCUSSÃO

Observando a evolução projetada da área e da produção de cana-de-açúcar para 2050, há uma redução de cerca de 31% na área e 32% na produção da cultura no cenário Etanol Zero (tabelas 3 e 4). Os resultados indicam uma redução de área de 46% e de 18% na produção para as regiões Sudeste e Centro-Oeste, respectivamente. A produção é reduzida em torno de 43% e 18% nestas duas regiões.

TABELA 3

Valores projetados da área de cana-de-açúcar para o Brasil e por região nos dois cenários analisados (2050)
(Em Mha)

Cenário	Brasil	Sudeste	Centro-Oeste	Nordeste	Sul	Norte
Linha de Base	28,06	10,36	14,22	3,07	0,36	0,05
Etanol Zero	19,38	5,60	11,71	1,73	0,32	0,02

Elaboração dos autores.

TABELA 4

Valores projetados da produção de cana-de-açúcar para o Brasil e por região nos dois cenários analisados (2050)
(Em Mt)

Cenário	Brasil	Sudeste	Centro-Oeste	Nordeste	Sul	Norte
Linha de Base	1356,71	599,79	611,29	131,71	12,09	1,82
Etanol Zero	916,76	339,28	499,25	66,48	10,84	0,91

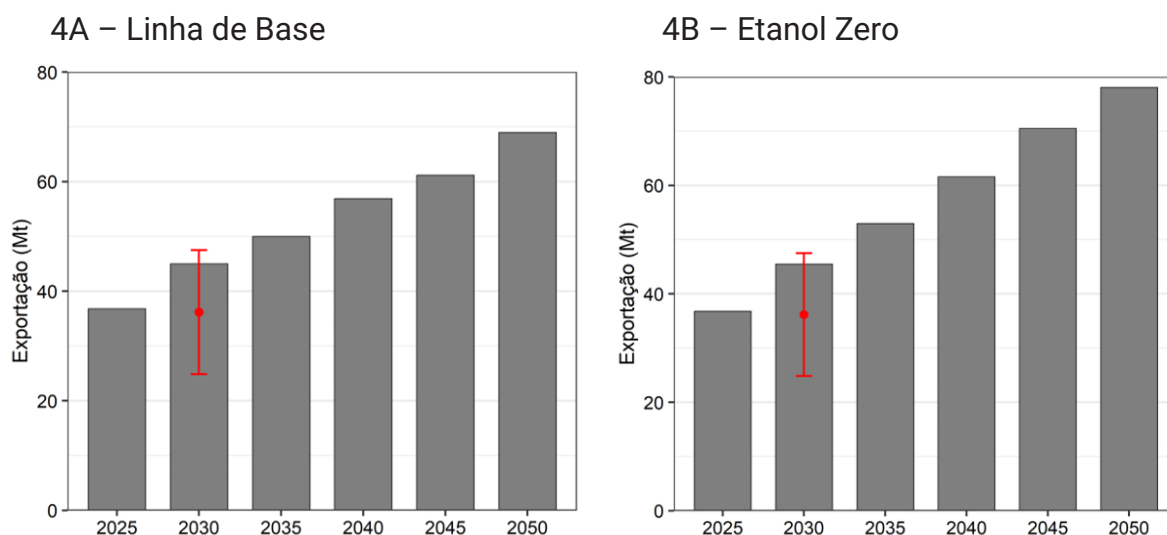
Elaboração dos autores.

Os valores projetados pelo Globiom-Brasil referem-se à cana-de-açúcar equivalente, que é transformada em açúcar e etanol. Todavia, vale ressaltar que, para o modelo, todo o etanol produzido no Brasil é consumido internamente. Tendo em vista tais considerações, o modelo projeta um aumento de 13,3% nas exportações de açúcar no cenário Etanol Zero em 2050, correspondendo a um crescimento de 9 Mt de açúcar, se comparado com o Linha de Base.

O gráfico 4 exibe a evolução da exportação de açúcar durante 2025-2050 nos dois cenários analisados. As projeções para 2030 em ambos os cenários estão dentro do intervalo projetado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), em vermelho no gráfico (Brasil, 2021). No cenário Linha de Base, as exportações de açúcar no Brasil aumentarão em 87,6% de 2025 a 2050, enquanto esta porcentagem aumenta para 112,6% no cenário Etanol Zero para o mesmo período.

GRÁFICO 4

Evolução da exportação de açúcar para os cenários Linha de Base e Etanol Zero
(Em Mt)



Elaboração dos autores.

Obs.: As estimativas de exportação do Mapa para os limites superior, inferior e valor projetado para 2030 estão destacadas em vermelho.

Além do efeito de aumento na produção e exportação de açúcar, a menor área destinada à cana-de-açúcar leva a uma maior produção de outras culturas, em especial soja e milho, assim como algum efeito sobre a produção de bovinos. A tabela 5 apresenta as quantidades produzidas das três principais culturas temporárias no país – cana-de-açúcar, soja e milho – em cada um dos cenários.

TABELA 5

Quantidade produzida de cana-de-açúcar, soja e milho simulada pelo Globiom-Brasil em cada cenário
(Em Mt/ano)

Cenário	Linha de Base			Etanol Zero		
	Soja	Milho	Cana	Soja	Milho	Cana
2000	32	32	295	32	32	295
2005	53	39	419	53	39	419
2010	82	54	610	82	54	610
2015	103	67	712	103	67	712
2020	122	87	838	122	87	838
2025	136	100	982	136	100	982

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

Cenário	Linha de Base			Etanol Zero		
Ano	Soja	Milho	Cana	Soja	Milho	Cana
2030	156	129	1.149	157	129	952
2035	164	135	1.183	166	135	898
2040	179	149	1.254	182	151	859
2045	188	170	1.283	194	172	818
2050	198	198	1.357	203	205	917

Elaboração dos autores.

Com base no Censo Agropecuário de 2017 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foram estimadas as margens médias das culturas de cana-de-açúcar, soja e milho em São Paulo, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, estados mais afetados nos cenários simulados. Os resultados foram de 42% para soja, 60% para milho e 15% para cana-de-açúcar. Para a estimativa dessas margens foram consideradas todas as despesas, com exceção do item arrendamento de terras, pois nem todos os produtores têm esse tipo de custo, alguns usam terras próprias, assim como para emular a remuneração do fator terra nessas atividades. Para a produção bovina, adotou-se a margem média estimada para pecuária como um todo nesses estados, em 28%.

A partir dessas margens e tomando os rendimentos médios desses produtos entre 2018 e 2021 com base na Produção Agrícola Municipal do IBGE (PAM/IBGE) de 2023,⁷ simularam-se as perdas e ganhos de margens entre os dois cenários. Apesar de a redução da quantidade produzida de cana-de-açúcar no cenário Etanol Zero em relação ao Linha de Base ser bem mais pronunciada que o aumento de produção nas demais atividades, suas maiores margens compensam em parte a perda de retorno da atividade agropecuária do Brasil no cenário Etanol Zero. Na simulação para 2050 haveria inclusive maior retorno no cenário Etanol Zero que no Linha de Base. Isso deve ocorrer pela maior demanda por alimentos nos anos finais da projeção, assim como por menor produção desses produtos nos demais países simulados pelo Globiom-Brasil.

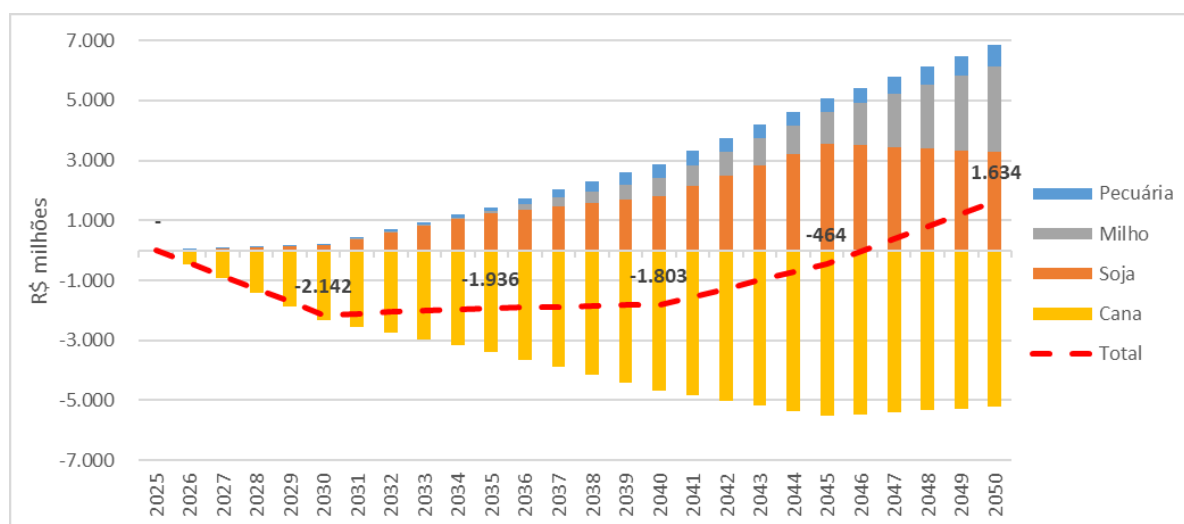
O gráfico 5 ilustra como devem ocorrer as variações das margens entre os dois cenários. Nos anos iniciais, a perda de produção de cana-de-açúcar é preponderante. A produção das demais atividades modeladas vai crescendo lentamente a partir de 2030, devido à crescente demanda mundial por alimentos. A partir de 2045, a diferença na produção de cana-de-açúcar entre os cenários começa a reduzir, em virtude da maior exportação de açúcar brasileiro, a ponto de a margem agregada dessas atividades

7. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>.

tornar-se maior no cenário Etanol Zero a partir de 2047. De qualquer forma, no horizonte de 2025 a 2050, o cenário Etanol Zero levaria a uma redução da margem agregada em torno de R\$ 27 bilhões nessas atividades agropecuárias. Não foram feitas simulações sobre o efeito nos demais setores da economia, como produção de petróleo e derivados, insumos agropecuários etc., para os quais outras modelagens devem ser adotadas, como modelos de equilíbrio geral computável. Também não se consideraram diferenças nos preços de equilíbrio dessas *commodities* entre os cenários.

GRÁFICO 5

Projeção do impacto diferencial nas margens de soja, milho, cana-de-açúcar e carne bovina: cenário Etanol Zero menos Linha de Base
(Em R\$ milhões/ano)



Elaboração dos autores.

Obs.: Valores interpolados para os anos intermediários entre os anos simulados no Globiom-Brasil.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo avaliou o efeito que um cenário hipotético de redução da demanda interna por etanol combustível traria sobre o uso da terra e a produção agropecuária brasileira. Por meio do modelo Globiom-Brasil, foram simuladas as escolhas dos produtores em relação à alocação de suas terras, considerando um cenário base, que assume uma demanda interna por etanol combustível crescente até 2030 e constante a partir daí, e um cenário alternativo, chamado de Etanol Zero, no qual essa demanda é reduzida a partir de 2025 até zerar em 2050.

TEXTO para DISCUSSÃO

Os resultados revelam uma esperada redução da área destinada à cana-de-açúcar, assim como uma maior destinação da produção brasileira de cana para o açúcar, inclusive com aumento de suas exportações. Há também aumento da área destinada à soja, milho e pecuária, mas o aumento mais expressivo foi em áreas não produtivas (potencialmente abandonadas), que poderiam se tornar áreas de reflorestamento natural ou induzido. A redução da produção de cana-de-açúcar levaria a fortes perdas nas margens dos produtores, ainda que nos anos finais da projeção a maior produção de soja, milho e carne bovina venha a gerar margens superiores à margem perdida com cana-de-açúcar, supondo que as hipóteses dos cenários Linha de Base e Etanol Zero permaneçam válidas.

Além dos resultados produzidos com este estudo, um objetivo secundário foi mais uma vez demonstrar as funcionalidades do modelo na avaliação de políticas que afetem o uso da terra no país. Estudos anteriores já apresentaram simulações sobre diferentes regras de controle do desmatamento, distintos cenários de demanda, assim como o efeito das mudanças climáticas sobre a produtividade agrícola. Além disso, o modelo pode ser usado para simular variações nos custos e no escoamento da produção, resultantes tanto de choques exógenos (por exemplo, restrição da oferta mundial por fertilizantes ou restrição de compra de carne bovina ou soja de regiões recentemente desmatadas) quanto de políticas internas (por exemplo, implantação de ferrovias e hidrovias, adesão a mercados de carbono e alterações das tarifas de impostos de importação e exportação).

REFERÊNCIAS

AJANOVIC, A. Biofuels versus food production: does biofuels production increase food prices? **Energy**, v. 36, n. 4, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.05.019>.

BELLO, A. *et al.* **Neutralidade do carbono até 2050**: cenários para uma transição eficiente no Brasil. Rio de Janeiro: Cebri, 2023.

BRANCALION, P. H. S. *et al.* Balancing economic costs and ecological outcomes of passive and active restoration in agricultural landscapes: the case of Brazil. **Biotropica**, v. 48, n. 6, p. 856-867, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/btp.12383>.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Secretaria de Política Agrícola. **Projeções do agronegócio**: Brasil 2020/21 a 2030/31 e projeções de longo prazo. Brasília: Mapa, 2021.

COBULOGLU, H.; BÜYÜKTAHTAKIN, I. Food vs. biofuel: an optimization approach to the spatio-temporal analysis of land-use competition and environmental impacts. **Applied Energy**, v. 140, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.11.080>.

COUTINHO, L. *et al.* **Estudo de avaliação de trajetórias mais eficientes para a descarbonização da mobilidade**. [s.l.]: LCA Consultores; MTempo Capital, 2024. Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2024/03/estudo-mobilidade-lca-consultoria.pdf>.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Análise de conjuntura dos biocombustíveis 2021**. Rio de Janeiro: EPE, 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/analise-de-conjuntura-dos-biocombustiveis-2021>.

FLACH, R. *et al.* Conserving the Cerrado and Amazon biomes of Brazil protects the soy economy from damaging warming. **World Development**, v. 146, p. 105582, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105582>.

FRICKO, O. *et al.* The marker quantification of the Shared Socioeconomic Pathway 2: a middle-of-the-road scenario for the 21st century. **Global Environmental Change**, v. 42, p. 251-267, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.06.004>.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World Energy Outlook 2024**. [s.l.]: IEA, 2024. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c036b390-ba9c-4132-870b-ffb455148b63/WorldEnergyOutlook2024.pdf>.

LAP, T. *et al.* Pathways for a Brazilian biobased economy: towards optimal utilization of biomass. **Biofuels Bioproducts and Biorefining**, v. 13, p. 673-689, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/bbb.1978>.

RUIVO, H. M. *et al.* **Principais atualizações no modelo Globiom-Brasil e comparação de resultados usando diferentes cenários de mudanças climáticas**. Rio de Janeiro: Ipea, 2025.

SOTERRONI, A. C. *et al.* Modelagem de mudanças de uso da terra no Brasil: 2000-2050. *In*: VIEIRA FILHO, R. E. J.; GASQUES, G. J. (Org.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, 2016. cap. 11.

SOTERRONI, A. C. *et al.* Future environmental and agricultural impacts of Brazil's Forest Code. **Environmental Research Letters**, v. 13, n. 7, p. 074021, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaccbb>.

WENG, Y. *et al.* Exploring the impacts of biofuel expansion on land use change and food security based on a land explicit CGE model: a case study of China. **Applied Energy**, v. 236, p. 514-525, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.12.024>.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação

Aeromilson Trajano de Mesquita

Assistentes da Coordenação

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Samuel Elias de Souza

Supervisão

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Revisão

Bruna Oliveira Ranquine da Rocha

Carlos Eduardo Gonçalves de Melo

Crislayne Andrade de Araújo

Elaine Oliveira Couto

Luciana Bastos Dias

Vivian Barros Volotão Santos

Luíza Cardoso Mendes Velasco (estagiária)

Editoração

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Camila Guimarães Simas

Leonardo Simão Lago Alvite

Mayara Barros da Mota

Capa

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Projeto Gráfico

Aline Cristine Torres da Silva Martins

*The manuscripts in languages other than Portuguese
published herein have not been proofread.*

Acesse nossas publicações



Acompanhe nossas redes sociais



Composto em roboto regular 10/12 (texto)
Roboto regular, bold, black 12/14 (títulos)
Roboto regular 10 (gráficos e tabelas)
Rio de Janeiro-RJ

Missão do Ipea
Qualificar a tomada de decisão do Estado e o debate público.



ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DO
PLANEJAMENTO
E ORÇAMENTO

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO