Friedrich Ebert Stiftung

ineep

ESTUDO ESTRATÉGICO

BIOCOMBUSTÍVEIS CONVENCIONAIS NO BRASIL: **O DESAFIO DA CONCENTRAÇÃO PRODUTIVA E DEPENDÊNCIA DE *COMMODITIES* NA CONSTRUÇÃO DE UMA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA JUSTA**

OUTUBRO
2025

Mahatma Ramos[1]
Ticiana Alvares[2]
Francismar Ferreira[3]
Isadora Coutinho[4]

RESUMO EXECUTIVO

O Brasil vem consolidando sua posição como uma das lideranças globais em biocombustíveis, com o etanol e o biodiesel desempenhando papel estratégico na descarbonização da matriz de transportes. Esse protagonismo é resultado de mais de cinco décadas de políticas públicas que instituíram um arcabouço regulatório sólido, fomentando a expansão do setor, cuja produção alcançou patamares recordes em 2024 e apresenta perspectivas de crescimento sustentado. No entanto, o modelo vigente enfrenta desafios estruturais significativos. Destaca-se a elevada concentração geográfica da produção no eixo Centro-Sul do país, associada à dependência de matérias-primas provenientes de monocultura extensiva, como a cana-de-açúcar e a soja. Tal configuração tende a reproduzir assimetrias regionais históricas e intensificar externalidades socioambientais negativas, além de comprometer a resiliência do setor de biocombustíveis. Nesse sentido, o presente estudo apresenta um panorama atual da produção de biocombustíveis convencionais no Brasil, identifica seus principais desafios e propõe caminhos para que o setor contribua de forma efetiva a uma transição energética justa no país.

[1] Mestre e doutorando em Sociologia e Antropologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e diretor técnico do Instituto de Estudos Estratégicos de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (Ineep).

[2] Mestre e doutoranda em Economia Política Internacional pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e diretora técnica do Instituto de Estudos Estratégicos de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (Ineep).

[3] Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), pesquisador na área de Exploração e Produção (E&P) e coordenador de pesquisas do Instituto de Estudos Estratégicos de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (Ineep).

[4] Mestre em Estudos Estratégicos Internacionais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e ex-pesquisadora da área de Transição Energética do Instituto de Estudos Estratégicos de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (Ineep).

INTRODUÇÃO

Os biocombustíveis convencionais[5] desempenham um papel estratégico na transformação da matriz energética brasileira, atuando como instrumento de segurança energética e um importante vetor de descarbonização do setor de transportes, sobretudo no horizonte de curto prazo.

Em 2023, esses combustíveis de baixa emissão representaram 22,5% da matriz de transportes do Brasil (sendo 17,3% de etanol e 5,2% de biodiesel), enquanto a média global foi de apenas 6% (EPE, 2024a; IEA, 2024a). Tal posição de destaque do Brasil é resultado de cinco décadas de políticas públicas que consolidaram um marco regulatório robusto, promovendo a expansão do uso desses produtos por meio de mandatos de mistura obrigatória aos combustíveis fósseis.

O etanol[6] teve sua trajetória impulsionada pelo Proálcool na década de 1970. Posteriormente, sua adoção foi consolidada com a fixação do percentual obrigatório de 22% de etanol anidro na gasolina em todo o território nacional, estabelecido pela Lei nº 8.732/1993. O biocombustível, em especial o etanol hidratado, ganhou novo estímulo nos anos 2000 com a difusão dos motores flex fuel (Brasil, 2022; 2023).

Paralelamente, o biodiesel, incentivado desde os anos 1980, teve seu marco no Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, em 2004, e na Lei nº 11.097/2005, que fixou percentuais mínimos de adição do biodiesel ao óleo diesel, tornando obrigatória a mistura de 2% a partir de 2008. Nos anos seguintes, com o amadurecimento do mercado, as adições obrigatórias desses biocombustíveis foram ampliadas. Em agosto de 2025, o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) atualizou o percentual de etanol da gasolina, passando de 27% para 30% e o percentual de biodiesel no diesel passando de 14% para 15%.

Em 2017, o marco regulatório foi fortalecido pela Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), que introduziu metas decenais de descarbonização e os Créditos de Descarbonização (CBIOs), alinhando o setor aos compromissos do Acordo de Paris (ANP, 2023).

Mais recentemente, em 2024, a Lei do Combustível do Futuro (Lei 14.993/2024)

[5] São aqueles produzidos a partir de matéria-prima agrícola, como cana-de-açúcar, amido ou milho, para obter etanol, ou de óleos vegetais e gorduras animais para produzir biodiesel.

[6] O etanol pode ser classificado em dois tipos: anidro (99,5% álcool e 0,5% água), usado como aditivo na gasolina, e hidratado (96% álcool e 4% água), destinado a veículos flex.

previu o aumento do percentual de mistura obrigatória de etanol à gasolina (que passou da faixa de adição de 18% a 27,5%, para 22% a 27,5%, com autorização para elevação até 35%) e do biodiesel ao diesel, estabelecendo o objetivo de, a partir de 2025, acrescentar um ponto percentual por ano até atingir 20% em março de 2030. Além disso, a lei integrou políticas públicas de mobilidade e biocombustíveis e instituiu programas para incentivar o avanço de outros tipos de combustíveis sustentáveis a partir de diferentes rotas tecnológicas, de modo a descarbonizar diferentes setores de difícil mitigação (Brasil, 2024)[7].

Embora o arcabouço institucional tenha permitido ao Brasil atingir recordes de produção em 2024, persistem desafios estruturais que exigem atenção. A concentração geográfica da produção no eixo Centro-Sul do país evidencia e reproduz desigualdades regionais históricas no desenvolvimento da cadeia de biocombustíveis. Essa disparidade, associada à dependência de matérias-primas específicas (como a cana-de-açúcar para o etanol e a soja para o biodiesel), gera impactos não apenas para o setor em si, mas também do ponto de vista social e ambiental. Diante dos incentivos à expansão da produção e do consumo de biocombustíveis tradicionais no país, é necessário refletir sobre em que medida esse modelo pode comprometer o potencial de uma transição energética justa, inclusiva e sustentável, sem renunciar à segurança energética nacional.

Diante desse cenário, este *Estudo Estratégico* apresenta um panorama geral da produção de biocombustíveis convencionais no Brasil, analisa os principais desafios e entraves enfrentados do setor, e propõe caminhos para que o setor contribua de forma efetiva a uma transição energética justa no país.

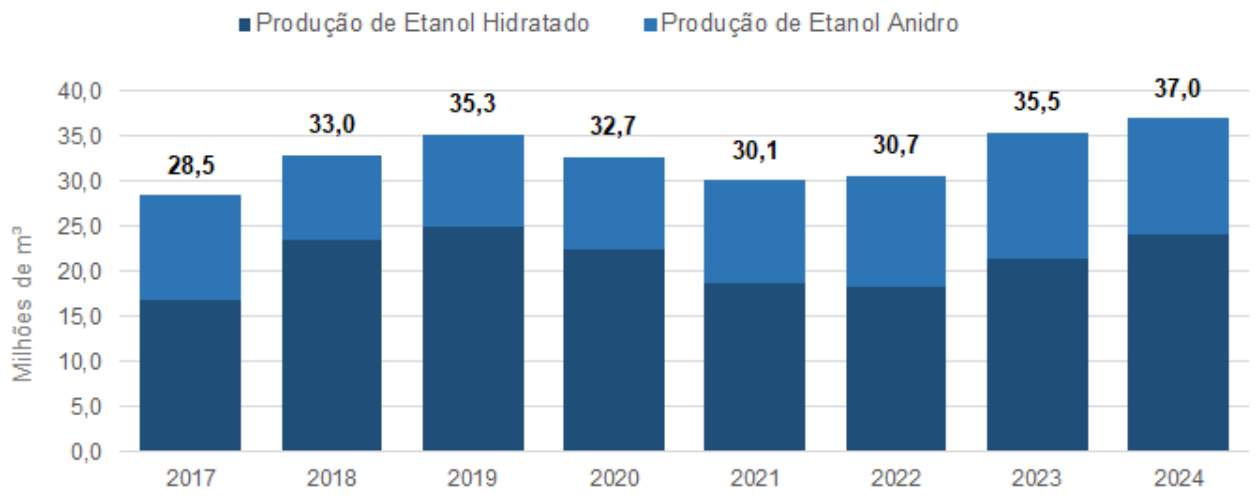
[7] Vale ressaltar que no cenário internacional, diversos países adotam mandatos de mistura obrigatória de biocombustíveis líquidos no setor de transportes. De acordo com levantamento da EPE (2025) com dados até 2022, o Brasil passa a ocupar posição de destaque com a introdução do chamado E30, que estabelece 30% de etanol anidro na gasolina, superando os percentuais vigentes em outras regiões, como o Canadá, que adota mandatos em torno de 15%. No caso do biodiesel, contudo, países como Indonésia (30%) e determinadas regiões dos Estados Unidos (20%, em períodos específicos do ano) apresentam percentuais superiores aos praticados no Brasil.

EVIDÊNCIAS E ANÁLISE

A PRODUÇÃO DE ETANOL NO BRASIL ENTRE 2017 E 2024

O Brasil, segundo maior produtor de etanol do mundo (atrás apenas dos Estados Unidos), alcançou, em 2024, sua maior oferta histórica do combustível, de aproximadamente 37 milhões de m³ de etanol anidro e hidratado. Essa oferta representa um crescimento de 4,2% em relação ao ano de 2023. De acordo com dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), entre 2017 e 2024, a produção nacional de etanol cresceu 30,0%, passando de cerca de 28 milhões m³ para 37 milhões m³. O Gráfico 1, a seguir, ilustra a evolução da produção de etanol no Brasil.

Gráfico 1: Evolução da produção de etanol no Brasil, 2017 e 2024. Em milhões de metros cúbicos



Fonte: ANP. Elaboração Ineep

Em 2024, o uso de matéria prima para a produção se deu majoritariamente a partir da cana-de-açúcar (90%), seguida pelo milho (5%) e pelo melaço (4,5%), com o restante proveniente do bagaço, da palha da cana e de outras matérias-primas (EPE, 2025; ANP, 2025a).

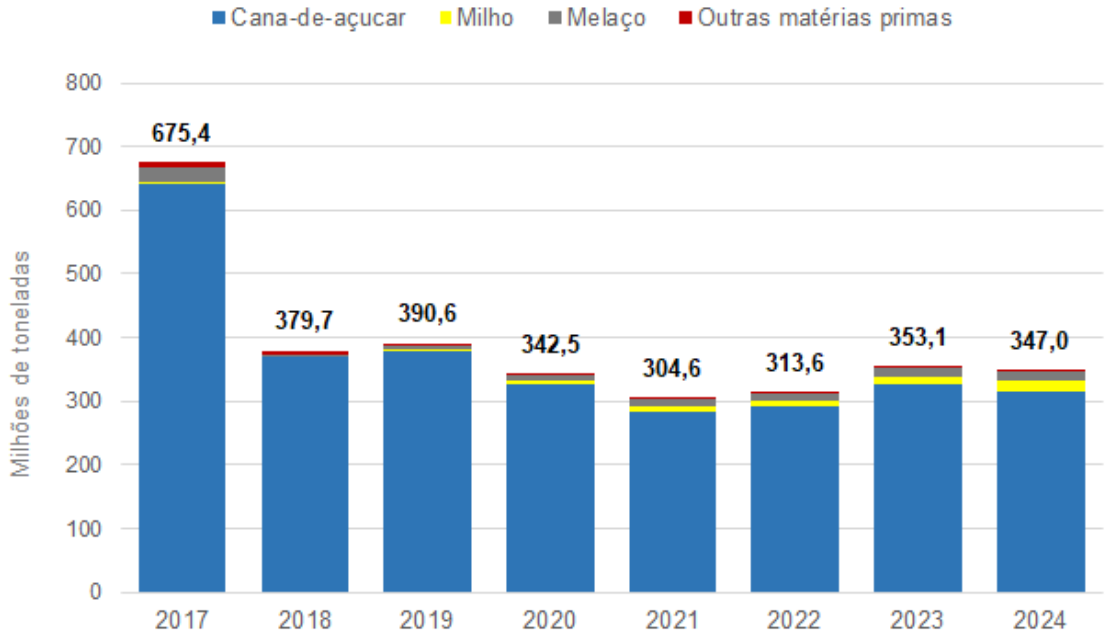
Ao observarmos a evolução do quadro de matérias-primas entre 2017 e 2024, nota-se certa estabilidade nas principais fontes utilizadas para a fabricação do etanol, com dois destaques importantes: o aumento da produtividade e o crescimento da participação do milho no mix de matéria prima.

Apesar da queda do volume de matéria-prima em torno de 48,6%, reduzindo de 675,4 milhões de toneladas, em 2017, para aproximadamente 347 milhões de tonela-

das em 2024, a produção total apresentou importante aumento próximo de 30,0%, conforme indicado.

Quanto ao aumento da participação do milho no mix, em 2017, das cerca de 675 milhões de toneladas de matéria-prima utilizadas, 95,1% eram de cana-de-açúcar e apenas 0,14% de milho. Já em 2024, o volume total de matéria-prima caiu para aproximadamente 347 milhões de toneladas, mas a representatividade do milho saltou para aproximadamente 5%, enquanto a da cana recuou levemente para 90,8% (ANP, 2025a), como pode ser visto no gráfico 2. Esse avanço evidencia a expansão gradual da utilização do milho como alternativa complementar à cana na matriz produtiva do etanol.

Gráfico 2: Volume e tipo de matéria prima utilizada na produção de etanol no Brasil,2017 e 2024. Em milhões de toneladas



Fonte: ANP. Elaboração Ineep

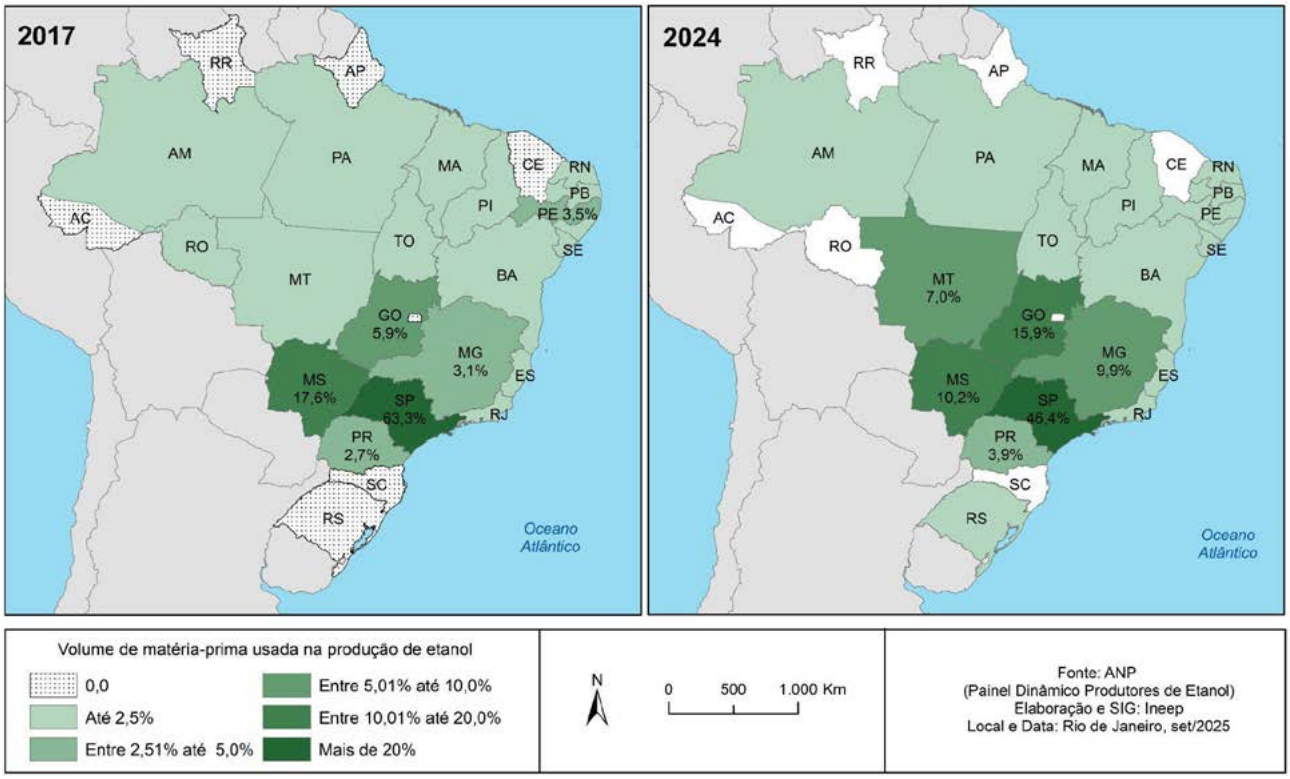
Segundo a EPE (2024b), esse crescimento do etanol de milho no Brasil tem sido impulsionado, principalmente, pela maior disponibilidade do cereal – que permite até duas ou três safras por ano, especialmente por meio da combinação com outros cultivos, notadamente a soja – e por seu potencial de agregação de valor. A produção de etanol a partir do milho gera coprodutos valiosos, como o óleo de milho (para consumo humano) e o DDGS[8] (para ração animal), o que fortalece economicamente as usinas.

[8] Grãos Secos de Destilaria com Solúveis (DDGS), cooproduto da produção de etanol a partir de milho.

Além disso, a possibilidade de armazenamento do cereal permite a produção contínua ao longo do ano, diferente da sazonalidade particular da cana. Ainda assim, é evidente que a cana-de-açúcar continua sendo a base da produção nacional de etanol, refletindo décadas de consolidação e infraestrutura voltadas a essa cultura.

No que diz respeito à localização de origem da matéria-prima, observa-se igualmente uma mudança na distribuição geográfica entre 2017 e 2024. Em 2017, São Paulo liderava com 63,5% do fornecimento, seguido por Mato Grosso do Sul (17,6%) e Goiás (6%). Com a expansão da produção de etanol, especialmente a partir do milho, os estados de Mato Grosso e Goiás passaram a ocupar posições de maior relevância conforme indica o mapa 01 . Mato Grosso, por exemplo, ampliou sua participação de 1,4% para 7,3%, enquanto Goiás praticamente triplicou sua fatia, chegando a 16% em 2024. No mesmo período, São Paulo reduziu sua participação para 46,3% e Mato Grosso do Sul para 10,2% (ANP, 2025a). No mapa 1, pode ser observada a origem da matéria prima por estado e região no Brasil em 2017 e 2024.

Mapa 1: Volume de matéria-prima usada na produção de etanol no Brasil por estado, em 2017 e 2024. Em percentual (%)*

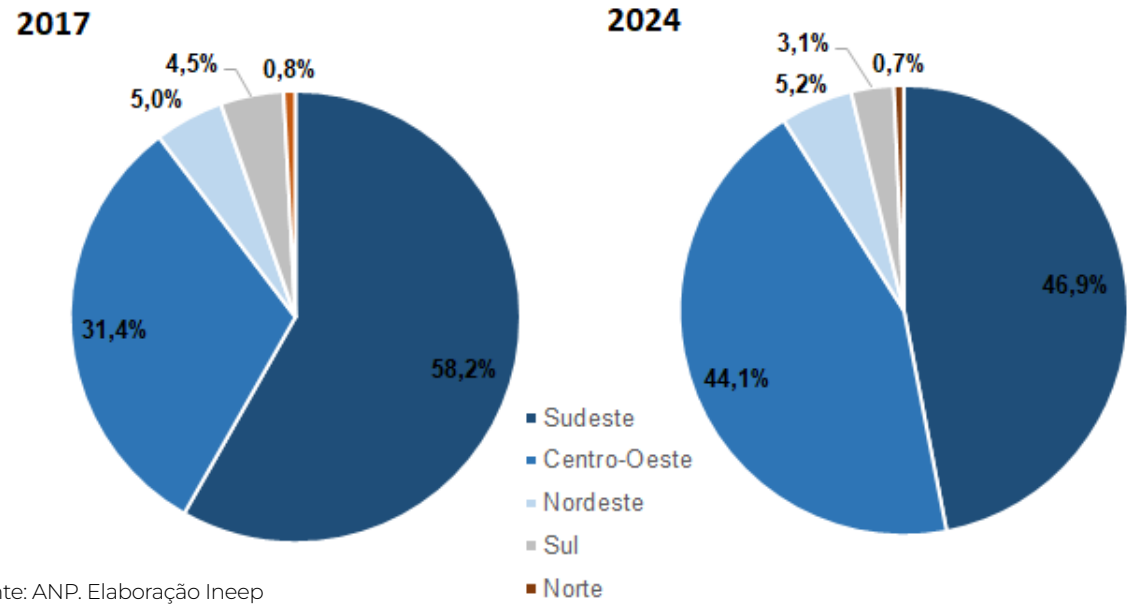


* Os valores absolutos e percentuais por estado e região podem ser consultados no Anexo I.

Esse movimento foi impulsionado pela expansão da produção de etanol de milho na região Centro-Oeste. Em 2017, das 373 plantas em operação no Brasil, 202 estavam localizadas no Sudeste e 74 no Centro-Oeste. Em 2024, de um total de 359 unidades ativas, 185 permaneciam no Sudeste e 86 estavam no Centro-Oeste. Assim, como mostram os gráficos da figura 1, a seguir, o Centro-Oeste foi responsável por 44% da produção de etanol no Brasil, em 2024, ao produzir 16,3 milhões de metros cúbicos (m^3) de etanol. Ainda assim, a região Sudeste mantém a liderança, com 47% (17,3 milhões de m^3 de etanol) do total produzido nacionalmente, refletindo sua histórica predominância no cultivo da cana-de-açúcar (ANP, 2025a).

Enquanto isso, o Nordeste concentrou 5,2% da produção nacional de etanol distribuídas em 54 unidades produtivas, em 2024, com destaque para 11% sendo proveniente do melaço (e o restante da cana-de-açúcar). A região Sul aparece em quarto lugar, com 3,0% da produção e 30 plantas ativas. O Norte representa a menor parcela, com apenas 0,7% da produção, distribuída em 4 unidades (ANP, 2025a).

Figura 1: Distribuição regional da produção de etanol no Brasil em 2017 e 2024



Fonte: ANP. Elaboração Ineep

Nos próximos anos, a oferta de etanol deverá crescer significativamente. De acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2034, a produção aumentará 38,5% ao longo do período, com a cana-de-açúcar mantendo seu papel central e o etanol de milho expandindo expressivamente, atingindo 30% da oferta total até

2034. Assim, estima-se que a produção de etanol proveniente da cana alcance 32,6 bilhões de litros, enquanto o etanol de segunda geração[9], obtido a partir de uma parcela do bagaço e da palha da cana, deverá chegar a 1,2 bilhão de litros. Já o etanol de milho crescerá para aproximadamente 14,5 bilhões de litros (EPE, 2024c).

Com relação ao consumo, espera-se que a demanda cresça em torno de 41,0%, alcançando 44,5 bilhões de litros em 2034. Esse aumento é impulsionado principalmente pela maior competitividade do etanol hidratado em relação à gasolina, resultado de políticas como o RenovaBio e dos ganhos de eficiência no setor. A expectativa é que essa competitividade se fortaleça ao longo da década, sustentada pela continuidade e ampliação dos incentivos públicos e investimentos em melhoria dos processos produtivos (EPE, 2024c).

No âmbito industrial, esse avanço será impulsionado por três fatores principais: (i) a utilização da capacidade ociosa de moagem, (ii) a expansão das unidades já existentes e (iii) a entrada em operação de novas plantas produtoras, com especial destaque para o etanol de milho. Paralelamente, projetos voltados à otimização da logística – incluindo transporte e armazenagem – devem reduzir custos e aumentar a eficiência do setor, fortalecendo ainda mais sua posição no mercado de combustíveis (EPE, 2024c).

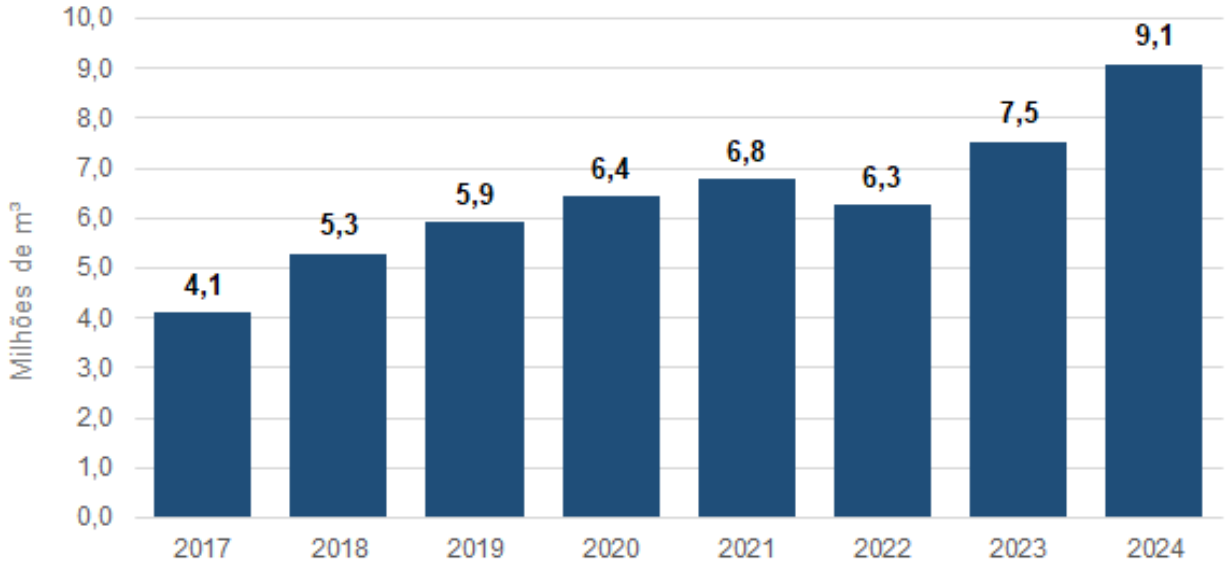
Por fim, vale destacar que o recente direcionamento da Petrobras de seu Plano de Negócios 2025-2029 para os bioinsumos. A estatal prevê o ingresso no segmento preferencialmente por meio de parcerias minoritárias ou com controle compartilhado, com outros *players* do segmento. Essa medida, representa uma ampliação e diversificação do portfólio de projetos da companhia em direção à descarbonização, no entanto, pode implicar em baixo protagonismo da Petrobras por tratarem-se de parcerias minoritárias com outros agentes.

[9] O etanol de segunda geração (E2G) é um combustível renovável obtido a partir de subprodutos da cana-de-açúcar, como o bagaço e a palha, em substituição à cana inteira utilizada na produção do etanol de primeira geração (E1G).

A PRODUÇÃO DE BIODIESEL NO BRASIL ENTRE 2017 E 2024

No que se refere ao biodiesel, o Brasil ocupa a terceira posição entre os maiores produtores mundiais, atrás apenas dos Estados Unidos e da Indonésia. A produção nacional cresceu progressivamente desde 2008, quando foi instituída a obrigatoriedade da mistura de biodiesel ao diesel fóssil. Em 2024, a produção de biodiesel atingiu o novo recorde, mais de 9 milhões de m³ (EPE, 2025, ANP, 2025b). O que corresponde a um crescimento de aproximadamente 20,7% em relação a 2023. Conforme dados da ANP, entre 2017 e 2024, a produção nacional de etanol apresentou expansão de 122,0%, passando de cerca de 4,1 milhões de m³ para 9,1 milhões de m³ em menos de uma década. A evolução dessa trajetória pode ser observada no Gráfico 3.

Gráfico 3: Evolução da produção de biodiesel no Brasil. 2017 a 2024.
Em milhões de metros cúbicos (m³)



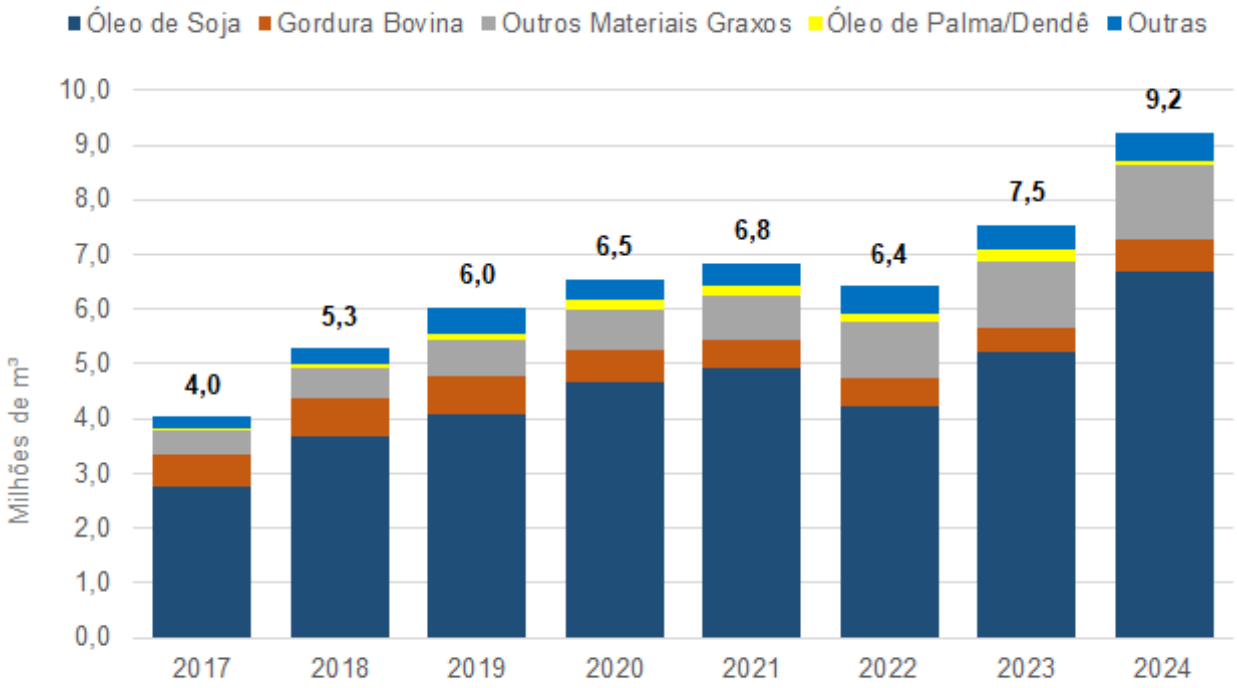
Fonte: ANP. Elaboração Ineep

A produção nacional de biodiesel é baseada, principalmente, no óleo de soja, que correspondeu a aproximadamente 74% da matéria-prima utilizada em 2024. Outras fontes incluem outros materiais graxos[10] (13,9%), com o restante sendo composto por gordura bovina e outras gorduras de origem animal e vegetal, como as de frango, porco, algodão, colza/canola, óleo de fritura usado e milho, além do óleo de palma (dendê) (ANP, 2025b).

[10] "Outros materiais graxos" contemplam misturas de vários insumos sem caracterização específica.

Desde 2017, observa-se um avanço crescente do uso do óleo de soja como principal matéria-prima na produção de biodiesel, além de um crescimento considerável da utilização de outros materiais graxos. Em 2017, o óleo de soja já liderava enquanto fonte principal de fabricação, respondendo por 69% do total produzido de biodiesel, com um volume de aproximadamente 2,8 milhões de m³. Em 2024, esse volume mais do que dobrou, alcançando 6,7 milhões de m³ e representou 72,4% da matéria-prima utilizada. Paralelamente, os outros materiais graxos registraram um crescimento expressivo, passando de 428,9 mil m³, em 2017, cerca de 10,6% da matéria-prima, para 1,4 milhões de m³ em 2024, aproximadamente 14,9% do volume total. Já a utilização da gordura bovina aumentou cerca de 2,2%, entre 2017 e 2024, ao passo que sua participação relativa no total da matéria-prima caiu de 14,3%, em 2017, para cerca de 6,4% em 2024 (ANP, 2025b).

Gráfico 4: Volume e tipo de matéria prima utilizada na produção de biodiesel no Brasil, 2017 a 2024. Em milhões de m³



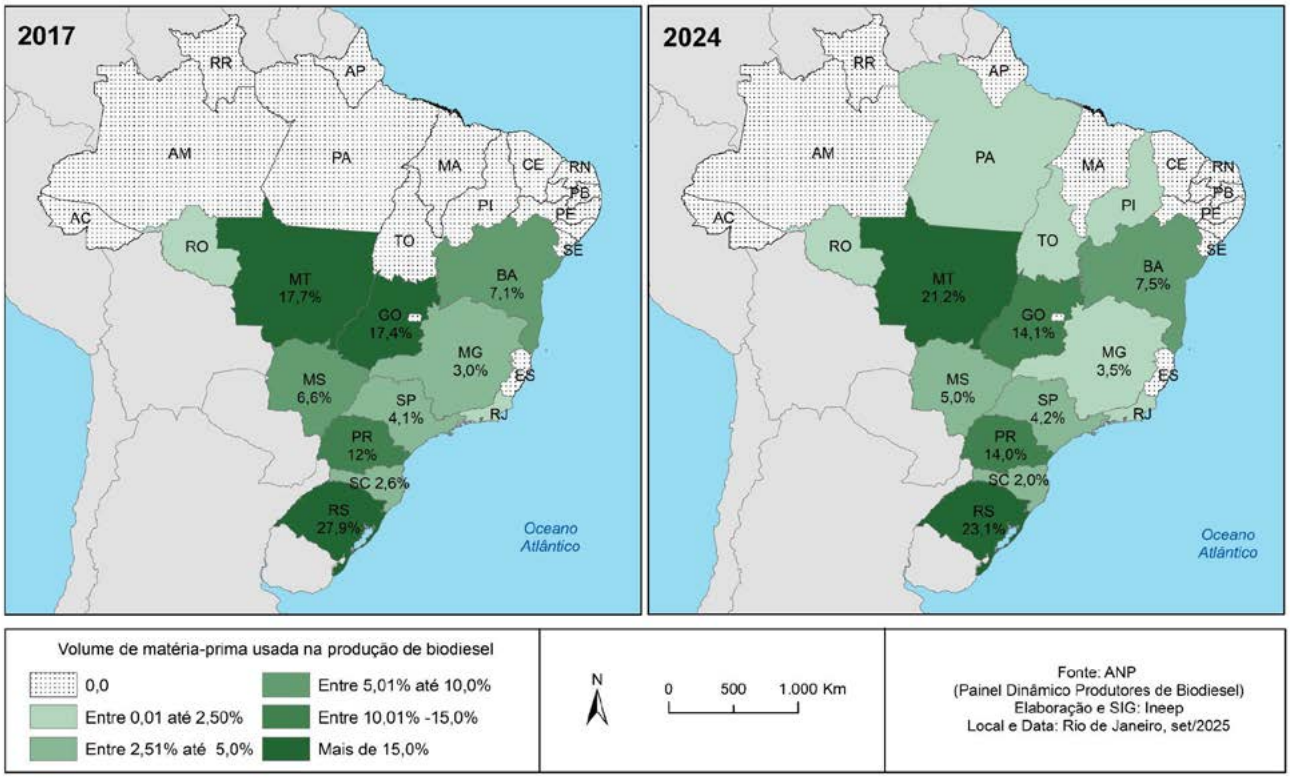
Fonte: ANP. Elaboração Ineep

Em relação à origem geográfica da matéria-prima utilizada na produção de biodiesel, observa-se relativa estabilidade nas principais regiões fornecedoras entre 2017 e 2024, com variações pontuais na participação de cada estado conforme indica o mapa 02. Em 2017, o Rio Grande do Sul liderava com aproximadamente 28% da oferta, seguido por Mato Grosso (17,6%) e Goiás (17,3%). Em 2024, embora o Rio Grande

do Sul permanecesse na liderança, sua participação caiu para 22,4%, enquanto Mato Grosso e Goiás ampliaram suas contribuições para 19,9% e 20%, respectivamente (ANP, 2025b). Esse aumento acompanha a expansão da produção de soja nesses estados: entre 2017 e 2024, Mato Grosso registrou um crescimento de 18,5% na produção do grão, Goiás de 37,6% e o Rio Grande do Sul de 7% (Conab, 2025).

Além disso, novos estados passaram a integrar de forma mais expressiva o mapa da produção de biodiesel em 2024 conforme indica o mapa 2. No Pará, a produção se destacou pelo uso de gordura bovina e óleo de palma (dendê), que juntos representaram cerca de 70% da matéria-prima utilizada. Já no Tocantins e no Piauí, quase 100% da produção foi baseada em óleo de soja (ANP, 2025b). No mapa 2, pode ser visualizado o volume de matéria-prima por estado e região para a produção de biodiesel no Brasil em 2017 e 2024.

Mapa 2: Volume de matéria-prima por estado para a produção de biodiesel no Brasil, 2017 e 2024. Em percentual (%)**

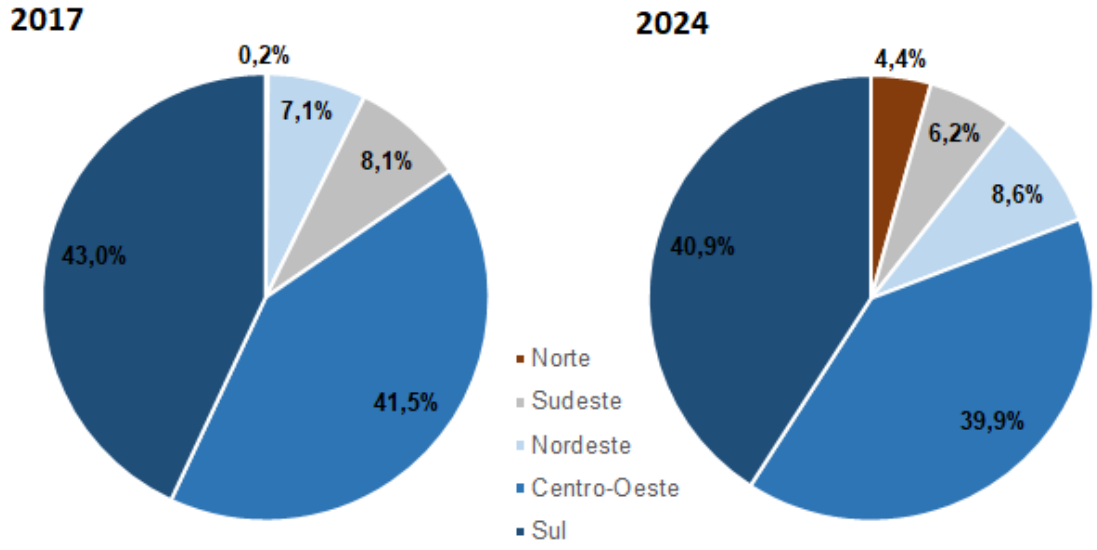


** Os valores absolutos e percentuais por estado e região podem ser consultados no Anexo II.

Com efeito, esse cenário também se reflete na distribuição regional da produção de biodiesel, realizada em 2024 por meio de 58 usinas ativas no país. Como pode ser visto nos gráficos da figura 2, em 2017, a região Sul concentrava 43% da produção nacional, o Centro-Oeste 41,5% e as demais regiões tinham participação significativamente menor – Sudeste (8,1%), Nordeste (7,1%) e Norte (0,2%).

Em 2024, observou-se uma leve redução na participação do Sul, que passou para 40,9%, apesar do aumento do número de usinas de 13 para 15 na região. O Centro-Oeste também registrou queda na participação total, alcançando 39,8%, embora tenha ampliado seu parque industrial de 23 para 28 unidades (ANP, 2025b). Por outro lado, o Nordeste ampliou sua participação para 8,7%, com 4 plantas em operação (uma a mais do que em 2017), e o Norte apresentou um crescimento expressivo, atingindo 4,3% da produção com 5 plantas (acréscimo de duas). O Sudeste, por sua vez, apresentou uma leve retração, passando a representar 6,2% da produção nacional, por meio de suas 6 instalações (uma a menos do que no início do período analisado) (ANP, 2025b). Esses dados indicam um processo incipiente de desconcentração regional na cadeia produtiva do biodiesel, mas sem alterar substancialmente a configuração predominante.

Figura 2: Distribuição regional da produção de biodiesel no Brasil, 2017 a 2024



Fonte: ANP. Elaboração Ineep

No que se refere ao consumo de biodiesel, em 2024, a região Sudeste se destaca como a principal consumidora, respondendo por aproximadamente 38% do total nacional (ANP, 2025b). Em seguida, estão as regiões Sul (22,5%), Nordeste (15,5%), Centro-Oeste (14,5%) e Norte (9,5%). Observa-se que, nas regiões Nordeste e Norte, apenas parte do biodiesel consumido é de produção local, sendo que 48,5% do total foi fornecido pelas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul (ANP, 2025b). Esse cenário evidencia não apenas a concentração geográfica da produção de biodiesel no eixo Centro-Sul do país, mas também a dependência das regiões Sudeste, Norte e Nordeste do fornecimento proveniente desses pólos produtores.

Nos próximos anos, conforme o PDE 2034, as projeções para a participação do biodiesel consideram o cumprimento da mistura mandatória, o que exigirá produção crescente do biocombustível, atingindo um consumo total de 12,5 bilhões de litros em 2034 – aumento de 36% em relação a 2024. Com a adição no transporte aquaviário[11], a demanda do biocombustível alcança 13,6 bilhões de litros no mesmo ano (EPE, 2024c).

No que se refere à matéria-prima, o óleo de soja continuará sendo a principal matéria-prima para a produção de biodiesel no período. No entanto, de acordo com o Plano Decenal, a diversificação do mix de insumos deve avançar impulsionada pelo crescimento do uso de materiais graxos, óleos residuais e gorduras animais. Entre as alternativas em expansão, o óleo de palma (dendê), que registrou uma participação de 2,5% em 2024, tem potencial de crescimento, assim como o óleo de milho, que, apesar de sua presença ainda modesta, tende a se fortalecer devido à oferta como coproduto da indústria do etanol. Além disso, a macaúba desponta como uma cultura promissora, com estudos destacando sua alta produtividade e adaptabilidade aos biomas brasileiros.

Esse estímulo à produção de novas culturas, como a palma e a macaúba, adaptadas às condições edafoclimáticas das regiões Norte e Nordeste, poderá ampliar significativamente a produção de biodiesel, apesar de significar um risco de expansão da fronteira agrícola nessas regiões. Contudo, as regiões Centro-Oeste e Sul deverão manter a liderança na produção do biocombustível (EPE, 2024c).

[11] Os biocombustíveis configuram-se como uma das alternativas para atender as metas propostas pela IMO (Organização Marítima Internacional), principalmente as relacionadas à redução de emissões absolutas e à produção de combustíveis renováveis de emissão zero ou quase zero. Nesse contexto, o biodiesel se destaca por ser um combustível já consolidado no Brasil, com uma indústria madura e ágil na adaptação a incrementos de demanda. Além disso, sua capacidade instalada ociosa pode ser estrategicamente aproveitada para contribuir de forma rápida e eficiente para o cumprimento desses objetivos no curto prazo (EPE, 2024c).

DESAFIOS DO SETOR DE BIOCOMBUSTÍVEIS

Considerando o panorama exposto, as perspectivas para a próxima década indicam que a produção de etanol deverá permanecer concentrada nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, com a cana-de-açúcar como principal matéria-prima. Enquanto a produção de biodiesel continuará concentrada no Sul e no Centro-Oeste, mantendo o óleo de soja em posição de destaque. Assim, de acordo com dados da EPE (2024c), em dez anos, o modelo produtivo de biocombustíveis convencionais no Brasil terá uma configuração bastante semelhante à atual, com dependência considerável de matérias-primas produzidas em larga escala (*commodities* de alta procura no sistema alimentar global) e reproduzindo as mesmas assimetrias regionais. Diante disso, observa-se que a lenta desconcentração produtiva e a diversificação insuficiente de insumos expõem o setor de biocombustíveis tradicionais a questões que vão além da esfera produtiva.

A forte dependência das monoculturas extensivas, especialmente voltadas à exportação, expõe o setor a diversas vulnerabilidades associadas às dinâmicas do mercado internacional. Oscilações nos preços globais dessas *commodities* podem levar os produtores a priorizar as exportações em detrimento do abastecimento interno, o que pode comprometer a competitividade dos biocombustíveis, pressionar seus preços e elevar o risco de desabastecimento, além de reproduzir a lógica primário-exportadora que limita o desenvolvimento nacional. Como reflexo desse cenário, observa-se a tendência de expansão de novas fronteiras agrícolas, com possíveis impactos socioambientais.

Esse contexto evidencia que a destinação dessas culturas agrícolas para a produção de biocombustíveis fica, em certa medida, subordinada às decisões e interesses do agronegócio, que ocupa posição central na cadeia produtiva. Diante do crescimento projetado da oferta e da demanda por biocombustíveis, torna-se crucial reconhecer que sua expansão ocorre em um contexto marcado historicamente por relações sociais e econômicas desiguais, associado a uma concentração de terra e renda em mãos de grandes expoentes do agronegócio. Nesse sentido, a concentração do cultivo por esse setor no eixo Centro-Sul do país tende a restringir os benefícios econômicos, sociais e territoriais da cadeia dos biocombustíveis a esses grupos e espaços.

Tendo em vista esse panorama, a **participação da agricultura familiar na cadeia** produtiva dos biocombustíveis fica ainda mais limitada, com uma escala insuficiente de produção e dificuldade de acesso a mercados.

Embora programas como o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB - RenovaBio), por meio do Selo Biocombustível Social, tenham buscado fomentar a inserção desses agricultores no fornecimento de matéria-prima e tenham obtido avanços nesse sentido – como a contratação de 54.341 agricultores familiares em 2022 contra 28.656 em 2008 –, o volume de matéria-prima adquirido desses produtores ainda é consideravelmente reduzido em termos comparativos. Dados de 2019 do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) e de 2020 da ANP, indicam que apenas 16,0% do biodiesel produzido no Brasil utiliza matéria-prima originária da agricultura familiar (Cavalcante et al., 2021; Brasil, 2024b)

Além disso, no âmbito social e laboral, importa destacar as persistentes violações de direitos trabalhistas nas lavouras de cana-de-açúcar e da soja, onde a precarização é estrutural. Estudos como de Oliveira et al. (2021) e Silva et al. (2021) apontam que o modelo de monocultivo em larga escala e intensivo em capital, não só consolida relações de trabalho precárias, mas também gera uma exploração sistêmica, caracterizada por jornadas exaustivas, metas abusivas e elevados índices de terceirização. Muitas vezes, sob um regime de pagamento por produtividade, somado à exposição a condições perigosas, configura-se um cenário de superexploração, com registros inclusive de trabalho análogo à escravidão[12].

Essa dinâmica também está ligada, entre outras coisas, à expansão predatória das fronteiras agrícolas, que avançam sobre biomas como Cerrado, Amazônia e Pantanal, intensificando conflitos socioambientais. O cultivo de soja, milho e cana-de-açúcar nessas regiões pressionam territórios tradicionais e ecossistemas, avançando sobre a vegetação nativa.

A produção de biocombustíveis, a partir desse modelo de cultivo de matérias-primas, pode aprofundar impactos socioambientais: o desmatamento para monocultivos eleva as emissões de gases de efeito estufa e a perda de biodiversidade, enquanto a agricultura

[12] Apesar dos avanços em modernização, fiscalização e outras medidas, situações de superexploração, com condições de trabalho análogas à escravidão, ainda persistem nas lavouras de cana-de-açúcar. Segundo dados do Observatório da Erradicação do Trabalho Escravo e do Tráfico de Pessoas, em 2024, 6,93% dos casos de trabalho análogo à escravidão estavam relacionados ao cultivo da cana. Mais informações podem ser consultadas em: https://smartlabbr.org/trabalhoescravo/localidade/0?dimensao=perfilCasosTrabalhoEscravo

intensiva – uso excessivo de insumos, fertilizantes[13] e agrotóxicos, além da irrigação, com pegada hídrica elevada – tem potencial de contaminação de solos e recursos hídricos, podendo afetar comunidades locais (Rabbani et al., 2023; Prado et al., 2024; Rial, 2024).

Essa relação entre expansão agrícola dos monocultivos de grande escala e degradação ambiental revela um paradoxo: embora os biocombustíveis sejam considerados uma alternativa energética sustentável, sua intensidade de carbono do ciclo de vida pode ser muitas vezes subestimada. De um lado, é fato que o ciclo de vida dos biocombustíveis, que envolve a captura de carbono durante o crescimento das plantas, resulta em uma pegada de carbono menor em comparação aos combustíveis fósseis. No caso do etanol anidro, sua intensidade de carbono é de 27,4 gCO_2eq/MJ, enquanto o etanol hidratado apresenta um valor de 28,3 gCO_2eq/MJ, ambos significativamente inferiores aos 87,4 gCO_2eq/MJ do combustível fóssil correspondente. Já o biodiesel, com intensidade de carbono de 18,7 gCO_2eq/MJ, também se destaca como uma alternativa sustentável ao diesel, cuja intensidade atinge 86,5 gCO_2eq/MJ (EPE, 2023).

Por outro lado, Cieplinski e Araújo (2023), ao analisarem o estudo sobre descarbonização do setor de transporte da EPE – que quantifica a intensidade de carbono do ciclo de vida das fontes energéticas –, argumentam que as projeções podem estar subestimando a intensidade de carbono da produção de etanol e, principalmente, de biodiesel ao projetar reduções de 20% a 30% até 2032.

Em primeiro lugar, os autores apontam que os dados entre 2019 e 2022 do RenovaBio, que regula a sustentabilidade dos biocombustíveis no Brasil, não demonstram uma redução consistente nas emissões ao longo do tempo, indicando que as melhorias tecnológicas podem estar sendo superestimadas na prática. Ainda, lembram que o RenovaBio estabelece que as usinas deveriam comprovar que sua matéria-prima não vem de áreas desmatadas após 2017. No entanto, apenas 26% da capacidade produtiva de biodiesel atende efetivamente a esse critério de rastreabilidade. Embora a situação seja melhor para o etanol, com os percentuais da capacidade elegíveis mais altos, de 82%

[13] Importa considerar a elevada dependência do Brasil em relação às importações de fertilizantes, cuja produção convencional, no caso dos nitrogenados, tem como principal insumo o gás natural e o carvão. Essa dependência torna o país especialmente vulnerável a fatores externos, como oscilações nos preços internacionais, variações cambiais, custos de frete e entraves logísticos, com impactos diretos sobre o setor agrícola. Embora existam alternativas de menor impacto em termos de emissões de gases de efeito estufa, como a produção de fertilizantes a partir de hidrogênio verde ou biometano, essas rotas ainda enfrentam desafios significativos, sobretudo relacionados aos altos custos de produção (Brozoski et al, 2024).

para o etanol anidro e 73% para o hidratado, ainda persiste uma parcela significativa de usinas operando fora do sistema de certificação.

Além disso, Cieplinski e Araújo (2023) destacam que o estudo (e o Renovabio) não considera as emissões por mudanças indiretas do uso da terra (ILUC, na sigla em inglês), que acontecem quando a demanda de biocombustível gera o aumento da área cultivada de biomassa energética, substituindo outras culturas que, por sua vez, se deslocam para novas terras suprimindo vegetação nativa. A presença de uma significativa capacidade produtiva não elegível de biodiesel[14], em especial, reforça o risco de emissões ILUC[15]. Um exemplo claro dessa distorção também aparece em cálculos internacionais[16] que incluem o ILUC, nos quais o etanol chega a ser considerado 70% mais poluente do que nas métricas do RenovaBio (Cieplinski; Araújo, 2023).

Observa-se que tais questões estão relacionadas com o uso de biomassas que apresentam impactos ambientais significativos, já que as emissões estão diretamente relacionadas às matérias-primas utilizadas, à certificação de seus locais de origem, além das distâncias transportadas e da intensidade energética dos processos industriais. Revela-se, assim, que nem todo biocombustível produzido no país atende aos padrões de sustentabilidade socioambiental previstos e estimulados pelo próprio marco regulatório.

[14] Além das emissões, outro desafio ambiental relevante relacionado à produção de biodiesel, em específico, está na geração de excedente de glicerol como subproduto da transesterificação, que é a etapa central da produção desse biocombustível. Esse subproduto, que corresponde a aproximadamente 10% do biocombustível gerado, é carregado de impurezas oriundas da matéria-prima e do próprio processo químico. Por não poder ser descartado diretamente no ambiente, esse resíduo exige formas adequadas de reaproveitamento ou tratamento. No entanto, ainda são limitadas as alternativas que conciliam viabilidade econômica e baixo impacto ambiental. O acúmulo desse excedente pode, inclusive, elevar os custos operacionais do setor, comprometendo a rentabilidade da produção. Assim, a gestão sustentável do glicerol torna-se um elemento-chave para assegurar a eficiência econômica e ambiental dos biocombustíveis (Duarte et al, 2022).

[15] O RenovaBio busca mitigar o risco de desmatamento associado à produção de biocombustíveis ao exigir que a biomassa provenha de propriedades registradas no Cadastro Ambiental Rural (CAR). No entanto, o critério de não desmatamento se restringe à área efetivamente utilizada para o cultivo da biomassa, sendo possível que propriedades habilitadas contenham outras áreas desmatadas, desde que estas não correspondam à área produtiva. Assim, não se pode descartar a possibilidade de que áreas consideradas elegíveis no âmbito do RenovaBio estejam associadas a emissões por mudança indireta do uso da terra.

[16] Duas das principais regulamentações internacionais – Renewable Fuel Standard (RFS), política federal dos Estados Unidos, e Low Carbon Fuel Standard (LCFS), do estado da Califórnia – adotam a contabilização dessas emissões para atribuir diferentes intensidades de carbono para os biocombustíveis. Contudo, há ainda incertezas científicas e metodológicas associadas (Moreira et al, 2019).

Com efeito, o próprio RenovaBio tem enfrentado diversas contestações relacionadas à falta de resultados concretos e à necessidade de ajustes regulatórios[17].

Nesse contexto, no que se refere aos instrumentos destinados a impulsionar a redução de emissões de carbono, os CBIOs – créditos de descarbonização adquiridos pelas distribuidoras de combustíveis para comprovar o cumprimento das metas do RenovaBio – têm sido alvo de críticas quanto à sua eficácia e integridade, além de gerarem disputas entre diferentes atores acerca da responsabilidade pelos custos.

Destaca-se, de um lado, que as distribuidoras têm conseguido driblar a obrigatoriedade da compra dos certificados, e, de outro, que as receitas oriundas da comercialização desses títulos são, em grande parte, apropriadas justamente pela agroindústria[18], tendo em vista o modelo produtivo hegemônico (Dutra, 2024).

Por fim, cabe mencionar outro aspecto importante, a dependência do atual modelo produtivo de uma baixa diversidade de culturas e de larga escala torna a produção de biocombustíveis ainda mais vulnerável às mudanças climáticas. Isso ocorre porque eventos climáticos extremos – como secas, ondas de calor e inundações, cuja frequência tende aumentar no futuro – afetam diretamente a disponibilidade das principais matérias-primas utilizadas. Essas variações nos padrões climáticos podem reduzir a produtividade agrícola, gerando riscos e incertezas que comprometem a estabilidade do setor de biocombustíveis e a segurança energética em um cenário de transição energética. Entre as possíveis consequências, estão o risco de pressão sobre os preços e de desabastecimento, além da migração da demanda para combustíveis fósseis (Prado et al., 2024; Chiappini, 2024).

[17] O RenovaBio conta atualmente com o desafio de harmonização com o Combustível do Futuro e com o marco legal do mercado de carbono.

[18] Recentemente, foi sancionada a Lei 15.082/2024, que trata do rateio dos Créditos de Descarbonização (CBIOs) do RenovaBio entre produtores de biocombustíveis e fornecedores de matéria-prima (sobretudo a cana, na produção de etanol). Isto é, na prática, o projeto permite que produtores de cana-de-açúcar recebam a remuneração dos CBIOs, até então restrita aos fabricantes de biocombustíveis. O projeto também endurece as regras para distribuidoras de combustíveis fósseis que não cumprirem suas metas de descarbonização (Câmara dos Deputados, 2025).

Este panorama joga luz sobre importantes desafios à aposta brasileira[19] na rota orgânica, em especial nos biocombustíveis tradicionais, como indutora da descarbonização e mitigação de emissões de GEE do nosso setor de transportes no curto e médio prazo.

O primeiro desafio é ampliar a eficiência energética da produção nacional de biocombustíveis, com a promoção da produção de biocombustíveis de segunda e terceira geração. As biomassas já utilizadas nesse processo podem abrir espaço para diversificação de produtos e para um aproveitamento mais eficiente de subprodutos e coprodutos. Nesse sentido, o uso integral da biomassa, incorporando resíduos como bagaço e palha de cana, óleos vegetais residuais e outros rejeitos agrícolas pode não apenas ampliar a eficiência econômica e energética, como também contribui para a redução de impactos ambientais.

O segundo desafio é diversificar a matéria prima usada na produção de biocombustíveis, sobretudo, visando reduzir a dependência de insumos ancorados no mercado global de *commodities*. Essa diversificação pode contribuir para a redução da dependência de monoculturas, ao mesmo tempo em que pode gerar benefícios econômicos, sociais e ambientais em outras regiões, ampliando oportunidades de emprego e renda e reduzindo a pegada de carbono. Além disso, pode estimular novas culturas em diferentes locais e ainda contribui com o setor de biocombustíveis ao garantir maior estabilidade da oferta e minimizar custos logísticos.

O terceiro desafio consiste em promover a descentralização geográfica da produção de biocombustíveis, atualmente concentrada no eixo Centro-Sul e Sudeste sem que isso implique na expansão da fronteira agrícola brasileira. Essa é uma dimensão estratégica para enfrentar os desequilíbrios regionais e avançar em um modelo mais equilibrado e justo de desenvolvimento produtivo.

Um quarto e estrutural desafio é desconcentrar a propriedade da terra no Brasil e, com isso, reduzir a concentração de riqueza e promover o combate à desigualdade e misé-

[19] Por outro lado, cabe considerar que a Agência Internacional de Energia aponta que a produção de biocombustíveis convencionais na América Latina e Caribe deve ter avanço consideravelmente menor que a produção de biocombustíveis avançados, como, por exemplo, o diesel renovável, cuja parcela renovável é o HVO (óleo vegetal hidrotratado) (IEA, 2024b). Enquanto um combustível drop-in, pode ser utilizado nos veículos atuais sem qualquer adaptação tecnológica, podendo ser adicionado em qualquer quantidade, ou mesmo utilizado puro, sem nenhum prejuízo aos motores de ciclo diesel. Outra vantagem é sua estabilidade, que permite armazená-lo por longos períodos sem necessidade do constante monitoramento do biodiesel tradicional (BNDES, 2022).

ria no país. Finalmente, o quinto desafio mapeado é incorporar a agricultura familiar nessa cadeia de valor, em contraponto à predominância do agronegócio financeirizado e oligopolizado, que historicamente é o segmento que mais emissor de GEE no Brasil, tem baixo engajamento na agendas climáticas e reproduz formas de violência histórica contra lideranças populares no campo.

Isto posto, o potencial dos biocombustíveis tradicionais[20] como alternativa energética sustentável se vê comprometido no processo de construção de uma transição energética verdadeiramente justa e inclusiva no Brasil, no longo prazo.

[20] Por outro lado, cabe considerar que a Agência Internacional de Energia aponta que a produção de biocombustíveis convencionais na América Latina e Caribe deve ter avanço consideravelmente menor que a produção de biocombustíveis avançados, como, por exemplo, o diesel renovável, cuja parcela renovável é o HVO (óleo vegetal hidrotratado) (IEA, 2024b). Enquanto um combustível drop-in, pode ser utilizado nos veículos atuais sem qualquer adaptação tecnológica, podendo ser adicionado em qualquer quantidade, ou mesmo utilizado puro, sem nenhum prejuízo aos motores de ciclo diesel. Outra vantagem é sua estabilidade, que permite armazená-lo por longos períodos sem necessidade do constante monitoramento do biodiesel tradicional (BNDES, 2022).

RECOMENDAÇÕES

O modelo atual de produção de biocombustíveis convencionais no Brasil, marcado pela concentração geográfica e dependência de monoculturas, demanda transformações estruturais. Para tanto, propõe-se um conjunto integrado de medidas que abordem simultaneamente as dimensões produtivas, sociais e ambientais.

- **Aprimoramento do sistema de políticas públicas e regulação de forma a promover a diversificação das matérias primas utilizadas e estimular ganhos de escala, a partir de maior eficiência produtiva e explorando biomassas adaptadas aos diferentes biomas nacionais, como a macaúba no Cerrado e dendê no Nordeste.**

- **Desconcentração territorial da produção de biocombustíveis considerando a diversificação de matérias-primas e a potencialidade de cada região.**

- **Impulsionar a inovação tecnológica, com investimentos em pesquisa e desenvolvimento de biocombustíveis de segunda e terceira geração.** Esses avanços são cruciais para desenvolver processos mais eficientes e sustentáveis, capazes de maximizar o potencial energético enquanto minimizam impactos ambientais e econômicos, reduzindo, assim, tanto a pressão por novas terras agrícolas quanto os custos de produção, o que amplia a competitividade do setor.

- Avaliação da introdução de emissões ILUC no programa RenovaBio, com modelos adequados à realidade brasileira, de modo a promover um incentivo maior à produção de biocombustíveis de segunda geração, assim como uma produção mais eficiente e sustentável nas instalações de primeira geração.

- **Garantir incentivos voltados ao desenvolvimento da infraestrutura e logística adequadas para viabilizar cadeias alternativas de suprimento, como no manejo de resíduos industriais, urbanos e de pequenos estabelecimentos locais.**

- **Investimento no aprimoramento da** coleta, armazenamento e transporte de bioinsumos, garantindo a efetiva incorporação dessas matérias-primas na produção de biocombustíveis.

- Fortalecimento da economia circular, que promove maior distribuição de renda entre diferentes atores na cadeia produtiva e estimula o desenvolvimento regional, com formação de *clusters* produtivos, com fornecimento de insumos locais, que otimizam toda a cadeia de valor.

- **Requalificação do Selo Biocombustível Social**, indo além dos percentuais mínimos obrigatórios de compra da agricultura familiar por região, promovendo metas regionais vinculantes e preços mínimos garantidos, especialmente para matérias-primas alternativas específicas oriundas das regiões Norte e Nordeste.

- **Promoção de instrumentos que ampliem acesso de produtores da agricultura familiar a linhas de crédito específico, de longo prazo e em condições mais favoráveis a exemplo de créditos e editais de fundo perdido da FINEP, BNDES, fundo social, entre outros;**

- **Desenvolvimento de mecanismos mais eficazes de rastreabilidade das matérias primas para garantir a sustentabilidade de sua procedência.** A sustentabilidade deve se tornar uma condicionante obrigatória para todos os incentivos fiscais e financiamentos públicos, que devem ser impulsionados de modo a garantir novos modelos de produção agrícola. Isso inclui, por exemplo, a comprovação de origem da matéria-prima em áreas antropizadas, como pastagens degradadas[21]; a adoção de sistemas agroflorestais, como a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF); e implementação de práticas regenerativas, como reflorestamento com espécies nativas. Além disso, recomenda-se consolidar a valorização e a aplicação contínua dos conhecimentos de povos e comunidades tradicionais, como forma de integrar a agricultura sustentável à conservação da biodiversidade e à manutenção dos serviços ecossistêmicos (EPE, 2023; Rial, 2024, Rabbani et al., 2023; Prado et al., 2024).

- Fortalecimento e a ampliação dos investimentos da Petrobras Biocombustíveis (Pbio). A empresa pode ser um instrumento fundamental para garantir que a produção e a oferta de biocombustíveis estejam alinhadas a uma estratégia nacional de desenvolvimento energético, industrial e social.

[21] O Brasil possui cerca de 28 milhões de hectares de pastagens degradadas com potencial para conversão em áreas agrícolas, permitindo a expansão da produção sem a necessidade de novos desmatamentos (Embrapa, 2024).

- Uso da Petrobras holding como um vetor do setor de biocombustíveis, não apenas como coadjuvante e minoritária em parcerias, para impulsionar a maior integração entre a produção de combustíveis fósseis e renováveis e ampliar a produção de combustíveis com menor pegada de carbono, como o Diesel R (Diesel com Conteúdo Renovável) e o SAF (Combustível Sustentável de Aviação).

CONCLUSÃO

O Brasil tem a oportunidade de transformar seu setor de biocombustíveis em um vetor estratégico para uma transição energética, mas isso exigirá superar desafios estruturais significativos. Embora o atual modelo de produção, no curto prazo, tenha contribuído para a descarbonização dos transportes, sua concentração geográfica no eixo Centro-Sul do país e a dependência de monoculturas como soja e cana de açúcar reproduzem a lógica primário-exportadora e as desigualdades regionais que limita o desenvolvimento nacional e agravam riscos sociais, ambientais e climáticos, comprometem sua sustentabilidade e resiliência no longo prazo.

A superação desses entraves passa por diversificar matérias-primas, descentralizar a produção com inclusão efetiva de novos atores – para além do agronegócio – e avançar na vinculação rigorosa dos incentivos públicos a critérios ambientais e sociais consistentes. Um projeto de transição energética no Brasil passa por aprimorar e elevar a eficiência do potencial já desenvolvido, como são os biocombustíveis. Para que seja justa e inclusiva, é preciso garantir a segurança energética e conjugar essa rota ao desenvolvimento de novas rotas tecnológicas capazes de gerar o adensamento de novas cadeias produtivas em torno das energias de baixo carbono.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANP. **Painel Dinâmico de Produtores de Biodiesel.** Disponível em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiOTlkODYyODctMGJjNS00MGIyLWJmMWItNGJlNDg0ZTg5NjBlIiwidCI6IjQ0OTlmNGZmLTI0YTYtNGI0Mi1iN2VmLTEyNGFmY2FkYzkxMyJ9&pageName=ReportSection8aa0cee5b2b8a941e5e0%22 2025b. Acesso em: 13/09/2025

ANP. **Painel Dinâmico de Produtores de Etanol.** Disponível em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMmRhZWU2NDUtZWE2Yi00NzI5LWJjMGQtNjIwNjE0MjM0MjEzIiwidCI6IjQ0OTlmNGZmLTI0YTYtNGI0Mi1iN2VmLTEyNGFmY2FkYzkxMyJ9. 2025a. Acesso em: 13/09/2025

ANP. **Sobre o RenovaBio**. Assuntos, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio/sobre-o-renovabio Acesso em: 13/07/2025

ANP. **Vendas de etanol combustível pelos fornecedores.** Dados Estatísticos. 2023.

BNDES. **Biodiesel e diesel verde no Brasil**. Panorama recente e perspectivas. Rio de Janeiro, v. 28, n. 56, p.41-71, set. 2022.

BRASIL. **20 anos de carros flex no Brasil. Notícias, 2023**. Disponível em: https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2023/03/20-anos-de-carros-flex-no-brasil Acesso em: 13/07/2025

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cronologia da mistura carburante etanol anidro-gasolina no Brasil**. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/arquivos/cronologia-da-mistura-carburante-etanol-anidro-gasolina-no-brasil.pdf/view Acesso em: 13/07/2025

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Política Nacional de Biocombustíveis (PNPB) RenovaBio**. s/d. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/biodiesel/pnpb Acesso em: 13/07/2025

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar. **Boletim Selo Biocombustível Social**. Safra 2021/2022. Brasília, 2024b. Disponível em: https://www.gov.br/mda/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programas-projetos-acoes-obras-e-atividades/selo-biocombustivel-social/boletim-selo-biocombustivel-2022.pdf Acesso em: 13/07/2025

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Elementos para uma Estratégia Nacional de Implementação de Biorrefinarias no Brasil**. Brasília, abril de 2025. Disponível em: https://www.gov.br/mdic/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/biorrefinarias/mdic_biorrefinarias_v7_regular-26-03-2025.pdf Acesso em: 13/07/2025

BRASIL. Planalto. **Presidente Lula sanciona Lei do Combustível do Futuro para promover a mobilidade sustentável**. Notícias. 2024a. Disponível em: https://www.gov.br/planalto/pt-br/acompanhe-o-planalto/noticias/2024/10/presidente-lula-sanciona-lei-do-combustivel-do-futuro-para-promover-a-mobilidade-sustentavel Acesso em: 13/07/2025

BROZOSKI, F.; DOS SANTOS, M.; ALVARES, T. Reativar o setor de fertilizantes como estratégia para fortalecer a indústria nacional. **Le Monde Diplomatique**, 13 de dezembro de 2024. Disponível em: https://diplomatique.org.br/reativar-o-setor-de-fertilizantes-como-estrategia-para-o-fortalecer-a-industria-nacional/. Acesso em: 13/07/2025

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Sancionada lei que remunera produtor de cana por créditos de descarbonização. **Agência Câmara de Notícias**, 03 janeiro de 2025. Disponível em: https://www.camara.leg.br/noticias/1125492-sancionada-lei-que-remunera-produtor-de-cana-por-creditos-de-descarbonizacao/ Acesso em: 13/07/2025

CAVALCANTE FILHO, P.; BUAINAIN, A.; CUNHA, M. Avaliação dos impactos socioeconômicos da cadeia produtiva do Biodiesel na agricultura familiar brasileira. **Estud. Econ.**, São Paulo, vol.51 n.3, p.493-527, jul.-set. 2021.

CHIAPPINI, G. Mudanças climáticas desafiam produção de biocombustíveis. Combustíveis e bioenergia. **Eixos**. 21 maio 2024. Disponível em: https://eixos.com.br/combustiveis-e-bioenergia/biocombustiveis/mudancas-climaticas-desafiam-producao-de-biocombustiveis/ Acesso em: 13/07/2025

CIEPLINSKI, A.; ARAÚJO, C. O impacto ambiental de biocombustíveis no Brasil: O que ficou de fora?. **ICCT20**, March 28,2023. Disponível em: https://theicct.org/impacto-ambiental-biocombustiveis-brasil-mar23/ Acesso em: 13/07/2025.

CONAB. **Soja**. Grãos. Série Histórica das Safras. 2025. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/911-soja Acesso em: 13/07/2025.

DUARTE, V.; VALENTINI, M.; DOS SANTOS, G.; NADALETTI, W.; VIEIRA, B. **Biocombustíveis**: uma revisão sobre o panorama histórico, produção e aplicações do biodiesel. Meio Ambiente, v.4, n.2, 2022.

DUTRA, L. O RenovaBio em debate e o futuro do mercado de carbono. **Eixos**. 18 dezembro, 2024. Disponível em: https://eixos.com.br/combustiveis-e-bioenergia/biocombustiveis/o-renovabio-em-debate-e-o-futuro-do-mercado-de-carbono/ Acesso em: 08/07/2025.

EMBRAPA. Brasil possui 28 milhões de hectares de pastagens degradadas com potencial para expansão agrícola. **Notícias**, 19 fev. 2024. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/87076753/brasil-possui-28-milhoes-de-hectares-de-pastagens-degradadas-com-potencial-para-expansao-agricola Acesso em: 13/07/2025.

EPE. Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis – Ano 2023. **Nota Técnica**, 2023. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-834/NT-EPE-DPG-SDB-2024-03_ACBios_Ano2023.pdf Acesso em: 13/07/2025.

EPE. **Balanço Energético Nacional**. Relatório Síntese 2024 – Ano base 2023. 2024a. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-715/BEN_S%C3%ADntese_2024_PT.pdf Acesso em: 13/06/2025.

EPE. Cenários de oferta de etanol e demanda de ciclo Otto 2025-2034. Nota Técnica EPE/DPG/SDB/2024/09, dezembro 2024b. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-255/topico-735/NT-EPE-DPG-SDB-2024-09_Cenarios_de_oferta_de_etanol_2034.pdf Acesso em: 20/07/2025.

EPE. **Plano Decenal de Energia 2034** – Caderno de Oferta de Biocombustíveis. 2024c. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-804/topico-709/PDE2034_Caderno%20de%20Oferta%20de%20Biocombust%C3%ADveis_2024-09-24.pdf Acesso em: 18/07/2025.

EPE. **Plano Nacional de Energia 2055** – Caderno de Cenários Energéticos. 2025. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-865/topico-743/PNE%202055_Caderno%20Cen%C3%A1rios%20Energ%C3%A9ticos%20090125_completo.pdf Acesso em: 13/07/2025.

IEA. **Renewables 2024:** Global Overview. Reports, 2024a. Disponível em: https://www.iea.org/reports/renewables-2024/global-overview Acesso em: 13/06/2025.

IEA. **World Energy Outlook 2024**. October 2024b.

MOREIRA, M.; NOVAES, R; SCACHETTI, M.; CHAGAS, M; SEABRA, J.; MATSUURA, M.; RAMOS, N.; MORANDI, M.; BONOMI, A. **Proposta de contabilização da mudança da mudança de uso da terra no uso da terra na Política Nacional de Biocombustíveis (Renovabio)**. VI Congresso Brasileiro Sobre Gestão do Ciclo de Vida, UFSCar. Brasília, junho de 2018.

OLIVEIRA, J., CORRÊA, A., CEZAR-VAZ, M. MARCON, S., ROSA, I., DALPRÁ, L. Work conditions and their repercussions on the quality of life of rural workers. **Revista Escola de Enfermagem da USP**, 2021.

PRADO, R., et al. **Relatório Temático sobre Agricultura, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos**. Sumário para tomadores de decisão. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES), Campinas, 2024.

RABBANI, A.; CRUZ, T.; RABBANI, R. Energy crops in Brazil: challenges and perspectives for climate change mitigation. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, v.13, n.5, 2023.

RIAL, R. Biofuels versus climate change: Exploring potentials and challenges in the energy transition. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 196, 2024.

SILVA, C., GUEDES, C., GURGEL, A., COSTA, P. Condições de trabalho no cultivo da cana-de-açúcar no Brasil e repercussões sobre a saúde dos canavieiros. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, 46, e 22, 2021.

ANEXOS

Anexo I: Volume de matéria-prima usada na produção de etanol no Brasil por estado, em 2017 e 2024

ESTADO E REGIÃO	VOLUME DE MATÉRIA-PRIMA EM TONELADAS 2017	Volume de matéria-prima em toneladas 2024	Participação na Produção Nacional em % (2017)	PARTICIPAÇÃO NA PRODUÇÃO NACIONAL EM % (2024)
Rondônia	11,4	0,0	0,002	0,0
Amazonas	49,9	63,8	0,01	0,02
Pará	608,4	695,3	0,1	0,2
Tocantins	1.336,8	2.378,0	0,2	0,7
Total Norte	**2.006,6**	**3.137,1**	**0,3**	**0,9**
Maranhão	1.579,8	1.704,5	0,2	0,5
Piauí	120,0	117,1	0,02	0,03
Rio Grande do Norte	609,1	1.509,6	0,1	0,4
Paraíba	4.589,3	4.913,9	0,7	1,4
Pernambuco	23.324,3	1.827,6	3,5	0,5
Alagoas	2.672,6	2.879,4	0,4	0,8
Sergipe	362,5	671,1	0,1	0,2
Bahia	1.221,1	3.951,8	0,2	1,1
Total Nordeste	**34.478,8**	**17.574,9**	**5,1**	**5,1**
Minas Gerais	21.209,1	34.265,4	3,1	9,9
Espírito Santo	902,0	1.378,2	0,1	0,4
Rio de Janeiro	160,8	1.307,5	0,02	0,4
São Paulo	429.478,3	160.974,8	63,6	46,4
Total Sudeste	451.750,2	197.925,9	66,9	57,0
Paraná	18.415,4	13.391,5	2,7	3,9
Rio Grande do Sul	-	0,1	-	0,00004
Total Sul	**18.415,4**	**w13.391,6**	**2,7**	**3,9**
Mato Grosso do Sul	118.937,4	35.455,9	17,6	10,2
Mato Grosso	9.889,1	24.361,8	1,5	7,0
Goiás	39.892,5	55.127,6	5,9	15,9
Total Centro-Oeste	168.719,0	114.945,3	25,0	33,1
Total Brasil	**675.370,0**	**346.974,7**	**100,0**	**100,0**

ANEXOS

Anexo II: Volume de matéria-prima por estado para a produção de biodiesel no Brasil, 2017 e 2024

ESTADO E REGIÃO	VOLUME DE MATÉRIA-PRIMA EM MIL M³ 2017	Volume de matéria-prima em mil m³ 2024	Participação na Produção Nacional em % (2017)	PARTICIPAÇÃO NA PRODUÇÃO NACIONAL EM % (2024)
Rondônia	8,2	85,6	0,20	0,93
Pará	-	183,0	-	2,0
Tocantins	-	128,4	-	1,4
Total Norte	8,2	397,0	0,2	4,3
Piauí	-	73,2	-	0,8
Bahia	284,9	696,0	7,1	7,5
Total Nordeste	**284,9**	**769,2**	**7,1**	**8,3**
Minas Gerais	120,2	76,5	3,0	0,8
Rio de Janeiro	56,2	146,8	1,4	1,6
São Paulo	162,8	320,5	4,0	3,5
Total Sudeste	**339,2**	**543,7**	**8,4**	**5,9**
Paraná	483,4	1.289,0	12,0	14,0
Santa Catarina	105,7	461,7	2,6	5,0
Rio Grande do Sul	1.123,0	2.129,0	27,9	23,1
Total Sul	**1.712,2**	**3.879,8**	**42,6**	**42,0**
Mato Grosso do Sul	266,7	384,3	6,6	4,2
Mato Grosso	710,5	1.957,6	17,7	21,2
Goiás	698,1	1.298,1	17,4	14,1
Total Centro-Oeste	**1.675,3**	**3.639,9**	**41,7**	**39,4**
Total Brasil	**4.019,7**	**9.229,6**	**100,0**	**100,0**

OUTUBRO DE 2025

BIOCOMBUSTÍVEIS CONVENCIONAIS NO BRASIL: O DESAFIO DA CONCENTRAÇÃO PRODUTIVA E DEPENDÊNCIA DE *COMMODITIES* NA CONSTRUÇÃO DE UMA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA JUSTA

SIGA NOSSAS REDES SOCIAIS

Clique nos ícones para ser redirecionado(a)

EXPEDIENTE

DIREÇÃO TÉCNICA
Mahatma Ramos
Ticiana Alvares

COORDENAÇÃO TÉCNICA
Francismar Ferreira

AUTORIA
Mahatma Ramos
Ticiana Alvares
Francismar Ferreira
Isadora Coutinho

REVISÃO TÉCNICA
Ceres Cavalcanti

COORDENAÇÃO DE COMUNICAÇÃO
Lídia Michelle Azevedo

EQUIPE DE COMUNICAÇÃO
Fátima Belchior
Laura Cardoso

PROJETO GRÁFICO E DESIGN
Sandro Mesquita

FOTOS
Agência Petrobras / capa: Arte produzida com recurso de IA.

CONTATO
ineep.org.br | redes@ineep.org.br | (21) 97461-8060

ENDEREÇO
Avenida Rio Branco, 133, 21° andar, Centro - Rio de Janeiro/RJ