REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

BIOCOMBUSTÍVEIS NO BRASIL: UMA REVISÃO NARRATIVA SOBRE A PRODUÇÃO DE ETANOL DE CEREAIS NO RIO GRANDE DO SUL

BIOFUELS IN BRAZIL: A NARRATIVE REVIEW ON GRAIN ETHANOL PRODUCTION IN RIO GRANDE DO SUL

BIOCOMBUSTIBLES EN BRASIL: UNA REVISIÓN NARRATIVA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE ETANOL DE GRANO EN RIO GRANDE DO SUL

Luís Eduardo Carvalho Noskoski
Doutorando em Agronegócios, UFSM/PM, Brasil
luiseduardocnoskoski@gmail.com

Maicon Roberto de Maria Weimer
Doutorando em Agronegócios, UFSM/PM, Brasil
Maicon-weimer@hotmail.com

Lucas França Tanaro
Mestrando em Agronegócios, UFSM/PM, Brasil
lucas.franca004@gmail.com

Nelson Guilherme Machado Pinto
Doutor em Administração, UFSM/PM, Brasil
nelson.pinto@ufsm.br

Nelinho Davi Graef
Doutor em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, UNIGUAÇU, Brasil
nelinhodavi@hotmail.com

Adriano Lago
Doutor em Agronegócios, UFSM/PM, Brasil
adriano.lago@ufsm.br

Luciana Fagundes Christofari
Doutora em Zootecnia, UFSM/PM, Brasil
luciana_christofari@ufsm.br

Édina Caroline Alves
Graduação em Agronomia, UNOPAR, Brasil
edinnaalves99@gmail.com

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

Resumo
Este estudo realiza uma revisão narrativa da literatura com o objetivo de analisar a produção de biocombustíveis no Brasil, com ênfase no potencial da produção de etanol a partir de cereais de inverno no Rio Grande do Sul. A partir da análise de literatura científica e de fontes de literatura cinzenta qualificada, a revisão indica que o etanol brasileiro atravessa um processo de diversificação de matérias-primas, historicamente concentrado na cana-de-açúcar e, mais recentemente, no milho, abrindo espaço para novas rotas produtivas associadas à bioeconomia amilácea. Os estudos examinados apontam que o Rio Grande do Sul, enquanto principal produtor nacional de trigo, apresenta condições estratégicas para integrar essa dinâmica, sobretudo pela possibilidade de intensificação produtiva no período invernal e mobilização de áreas agrícolas subutilizadas. Destaca-se que, embora a literatura aponte oportunidades associadas à produção de etanol, seus efeitos permanecem condicionados a fatores conjunturais, demandando planejamento estratégico e mitigação de riscos econômicos, climáticos e alimentares. Ainda assim, os estudos analisados indicam que a adoção de biorrefinarias multiproduto, ao integrarem a produção de biocombustível com coprodutos destinados à alimentação humana e animal, configura arranjos inovadores capazes de promover sinergias entre agricultura, indústria e pecuária, com potencial para induzir dinâmicas de desenvolvimento regional.
Palavras-chave: Biocombustíveis; Cadeias Agroindustriais; Desenvolvimento Regional; Sustentabilidade.

Abstract
This study conducts a narrative literature review to analyze biofuel production in Brazil, with an emphasis on the potential for ethanol production from winter cereals in Rio Grande do Sul. Based on an analysis of scientific literature and qualified grey literature sources, the review indicates that Brazilian ethanol production is undergoing a process of diversification of raw materials, historically concentrated on sugarcane and, more recently, on corn, opening space for new production routes associated with the starchy bioeconomy. The studies examined point out that Rio Grande do Sul, as the main national wheat producer, presents strategic conditions to integrate this dynamic, especially due to the possibility of intensified production during the winter period and the mobilization of underutilized agricultural areas. It is noteworthy that, although the literature points to opportunities associated with ethanol production, its effects remain conditioned by conjunctural factors, demanding strategic planning and mitigation of economic, climatic, and food risks. Nevertheless, the studies analyzed indicate that the adoption of multi-product biorefineries, by integrating biofuel production with co-products destined for human and animal feed, constitutes innovative arrangements capable of promoting synergies between agriculture, industry, and livestock farming, with the potential to induce regional development dynamics.
Keywords: Biofuels; Agro-Industrial Chains; Regional Development; Sustainability.

Resumen
Este estudio realiza una revisión narrativa de la literatura para analizar la producción de biocombustibles en Brasil, con énfasis en el potencial de producción de etanol a partir de cereales de invierno en Rio Grande do Sul. Con base en un análisis de literatura científica y fuentes calificadas de literatura gris, la revisión indica que la producción brasileña de etanol está pasando por un proceso de diversificación de materias primas, históricamente concentrada en la caña de azúcar y, más recientemente, en el maíz, abriendo espacio para nuevas rutas de producción asociadas a la bioeconomía amilácea. Los estudios examinados señalan que Rio Grande do Sul, como principal productor nacional de trigo, presenta condiciones estratégicas para integrar esta dinámica, especialmente debido a la posibilidad de producción intensificada durante el período invernal y la movilización de áreas agrícolas subutilizadas. Cabe destacar que, si bien la literatura apunta a oportunidades asociadas a la producción de etanol, sus efectos siguen condicionados por factores coyunturales, exigiendo planificación estratégica y mitigación de riesgos económicos, climáticos y alimentarios. Sin embargo, los estudios analizados indican que la adopción de biorrefinerías multiproducto, al integrar la producción de biocombustibles con coproductos destinados a la alimentación humana y animal, constituyen arreglos innovadores capaces de promover sinergias entre agricultura, industria y ganadería, con potencial para inducir dinámicas de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

desarrollo regional.
Palabras clave: Biocombustibles; Cadenas Agroindustriales; Desarrollo Regional; Sostenibilidad.

1. Introdução

A expansão dos biocombustíveis constitui uma estratégia global para a mitigação climática e o fortalecimento da segurança energética, fundamentada na substituição de combustíveis fósseis pelo ciclo do carbono biogênico (Subramaniam e Masron, 2020). Em países com forte base agroindustrial, essa transição extrapola o benefício ambiental ao impulsionar o desenvolvimento econômico por meio de novos arranjos produtivos, promovendo a agregação de valor, a diversificação da renda rural e inovações ao longo da cadeia produtiva (de Azevedo e Lima, 2016; Lemos e Grossi, 2025).

No cenário brasileiro, essa trajetória resultou na consolidação do país como um dos líderes globais em biocombustíveis, estruturando sua matriz principalmente no binômio etanol–biodiesel (Araújo, 2023). Contudo, essa expansão ocorreu de forma territorialmente heterogênea, refletindo diferenças na disponibilidade de matérias-primas, na infraestrutura produtiva e nos arranjos institucionais regionais (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2025; Empresa de Pesquisa Energética, 2025).

É nesse contexto que se insere o Rio Grande do Sul, estado que se consolidou como protagonista na produção nacional de biodiesel, ancorado em sua desenvolvida cadeia da soja e no aproveitamento de gorduras animais. Em contraste, a produção estadual de etanol permanece incipiente, o que impõe elevada dependência de suprimento externo para atender à demanda local (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2025). Essa assimetria produtiva evidencia desafios e oportunidades tecnológicas que tornam a presente discussão um passo relevante para a compreensão e o fortalecimento dos processos de inovação nos agronegócios do Rio Grande do Sul, especialmente no que se refere à diversificação energética e ao aproveitamento de capacidades produtivas regionais.

Recentemente, o aproveitamento de cereais para a produção de etanol tem

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

se destacado como uma alternativa estratégica para enfrentar tais desafios, com a produção de etanol de milho em expansão no Brasil, enquanto, no contexto internacional, culturas de inverno, como o trigo, já são amplamente utilizadas. Esse cenário abre oportunidades concretas para o Rio Grande do Sul diversificar sua base produtiva, agregar valor às cadeias agrícolas existentes e fomentar trajetórias de inovação nos agronegócios regionais (Scarlat et al., 2019; International Energy Agency, 2020; Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2025).

1.1 Objetivos Gerais

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo analisar o segmento de biocombustíveis no Brasil, com ênfase no potencial da produção de etanol a partir de cereais de inverno no Rio Grande do Sul.

2. Metodologia

A metodologia adotada neste estudo é a revisão narrativa da literatura, a qual, segundo Rother (2007), possibilita uma análise ampla e interpretativa, sendo especialmente adequada para a investigação de temas emergentes. Diferentemente das revisões sistemáticas, a revisão narrativa privilegia a síntese crítica e a articulação de distintas perspectivas teóricas, caracterizando-se por maior flexibilidade metodológica e pela ausência de critérios rígidos de seleção, o que permite uma análise qualitativa aprofundada alinhada aos objetivos da pesquisa.

Ainda que reconhecido o caráter flexível inerente à revisão narrativa, adotou-se parâmetros estruturados de busca e seleção das fontes, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Procedimentos de busca e seleção das fontes documentais

Elemento	Descrição dos Parâmetros
Bases de dados e repositórios	Periódicos CAPES, Scopus, Web of Science, Google

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

	Scholar
Descritores utilizados (palavras-chave)	Biocombustíveis; Etanol de cereais; Rio Grande do Sul; Bioeconomia; Biorrefinarias; Sustentabilidade Energética.
Fontes de dados (literatura científica)	Artigos, livros, teses e dissertações.
Fontes de dados (literatura cinzenta)	Relatórios técnicos e estatísticos, documentos governamentais e notícias especializadas.
Período de abrangência	Literatura científica: sem recorte temporal; Literatura cinzenta: 2020-2025.
Critérios de inclusão	Documentos que abordassem a produção de biocombustíveis no Brasil, especificidades do trigo/cereais de inverno e impacto no desenvolvimento regional. Documentos da literatura cinzenta provenientes de instituições oficiais, associações setoriais e veículos de imprensa econômica especializados.

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

3. Revisão da Literatura

3.1 Da Resposta à Crise do Petróleo à Agenda Climática: a Evolução Institucional dos Biocombustíveis no Brasil

A trajetória brasileira na bioenergia é marcada por ciclos de inovação que posicionaram o país como um dos principais produtores e consumidores globais de biocombustíveis. Conforme Leite e Leal (2007) e Torroba e Chiara (2023), embora o desenvolvimento dessas fontes varie entre as nações, ele converge em motivações centrais, como a redução da dependência de combustíveis fósseis por razões de segurança energética e equilíbrio da balança de pagamentos, a melhoria da qualidade do ar urbano e o enfrentamento das mudanças climáticas.

No Brasil, esse processo ocorreu de forma não linear, fortemente influenciado por choques externos no mercado de petróleo e, mais recentemente, pela incorporação da agenda de descarbonização (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022). Ao longo das últimas cinco décadas, sucessivos marcos institucionais moldaram o setor de biocombustíveis no Brasil, refletindo mudanças nas prioridades econômicas, sociais e ambientais da política energética nacional, conforme sintetizados na Figura 1.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

Figura 1. Principais marcos regulatórios da trajetória dos biocombustíveis no Brasil



Fonte: elaborado pelos autores com base em Leite e Leal (2007); Goldemberg e Lucon (2008) e Cruz (2024).

Conforme ilustrado na Figura 1, a criação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), em 1975, constituiu a primeira resposta estruturada do Brasil à crise do petróleo do início da década de 1970, ao articular objetivos de segurança energética e de estabilização da balança comercial (Moreira e Goldemberg, 1999; Leite e Leal, 2007). Instituído pelo Decreto nº 76.593/1975, o programa emergiu em um contexto de forte elevação dos preços internacionais do petróleo, que acentuou a vulnerabilidade externa de um país então fortemente dependente da importação de combustíveis fósseis.

Paralelamente, o setor sucroenergético brasileiro enfrentava um cenário desfavorável no mercado internacional de açúcar, caracterizado por preços deprimidos e excedentes de produção. Nesse contexto, a conversão da cana-de-açúcar em etanol combustível passou a representar uma alternativa economicamente estratégica, tanto para a diversificação da matriz energética quanto para a sustentação do setor agroindustrial (Goldemberg, 2007).

O Proálcool possibilitou, assim, a consolidação de uma cadeia produtiva nacional do etanol, apoiada por investimentos em infraestrutura, políticas de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

incentivo e desenvolvimento tecnológico, culminando no desenvolvimento e na comercialização, em escala industrial, de veículos movidos exclusivamente a etanol hidratado.

Após um período de retração e instabilidade nos anos 1990, associado à redução de subsídios e a episódios de desabastecimento, a política brasileira de biocombustíveis foi ampliada para além do ciclo Otto. Em 2004, foi instituído o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), posteriormente regulamentado pela Lei nº 11.097/2005.

Diferentemente do Proálcool, o PNPB incorporou explicitamente objetivos sociais, ao criar o Selo Biocombustível Social, mecanismo que concedia incentivos fiscais às usinas que adquirissem matéria-prima da agricultura familiar (Goldemberg e Lucon, 2008; de Oliveira e Coelho, 2017). Assim, além de reduzir a dependência da importação de óleo diesel fóssil, o programa buscou promover a inclusão produtiva de pequenos agricultores, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, combinando pressões de natureza econômica e social (Oliveira e Coelho, 2017).

Paralelamente, a introdução da tecnologia de veículos flex-fuel, a partir de 2003, representou um ponto de inflexão para o mercado de etanol, permitindo que o consumidor escolhesse entre etanol e gasolina em função da relação de preços. Essa inovação reduziu a volatilidade do mercado e superou a instabilidade da década anterior, integrando definitivamente o biocombustível à matriz de transporte leve (Goldemberg e Lucon, 2008; Walter, 2013).

A partir da década de 2010, observa-se uma mudança significativa na motivação das políticas públicas voltadas aos biocombustíveis, agora fortemente alinhadas aos compromissos de mitigação das mudanças climáticas. Nesse contexto, destaca-se a criação do Programa RenovaBio, em 2017, que rompeu com a lógica de volume ao focar na eficiência ambiental, estabelecendo metas de descarbonização e monetizando a redução de emissões via Créditos de Descarbonização (CBIOs) (Cruz et al., 2024).

Recentemente, esse modelo ganhou escala com a 'Lei do Combustível do Futuro' (Lei nº 14.993/2024), que aprofundou o compromisso nacional ao projetar o

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

aumento progressivo da mistura obrigatória de biodiesel (até 20% em 2030) e de etanol (até 35%). Além de elevar as metas, a legislação passou a incentivar novas rotas tecnológicas e matérias-primas de baixo impacto, consolidando os biocombustíveis como uma fronteira estratégica para o desenvolvimento regional e a descentralização produtiva.

Embora a trajetória tenha enfrentado desafios como instabilidade regulatória e tensões setoriais, o setor demonstra um amadurecimento institucional contínuo. A transição da lógica de volume para a de descarbonização, consolidada pelos mecanismos de mercado, abre agora espaço para a diversificação de matérias-primas e a descentralização produtiva, temas detalhados a seguir (Starling, Borges e Squeff, 2025).

3.2 Panorama Produtivo dos Biocombustíveis no Brasil

O amadurecimento institucional das políticas públicas impulsionou a diversificação produtiva e consolidou o Brasil como líder global em biocombustíveis. Atualmente, as fontes renováveis representam cerca de 50% da matriz energética nacional um patamar singular no cenário internacional, sustentado pela expansão da hidroeletricidade, biomassa, energia eólica, solar e, crucialmente, dos biocombustíveis (Empresa de Pesquisa Energética, 2025).

Essa matriz é marcada pela coexistência de múltiplas matérias-primas e rotas tecnológicas em diferentes estágios de maturidade (Goldemberg et al., 2018). O Quadro 2 detalha os principais biocombustíveis do país, suas respectivas fontes e o atual nível de inserção no mercado brasileiro.

Quadro 2. Principais biocombustíveis na matriz energética brasileira

Biocombustível	Matérias-primas mais utilizadas	Classificação tecnológica	Aplicação principal	Inserção no mercado
Etanol hidratado	Cana-de-açúcar e milho	Primeira geração	Veículos do ciclo Otto (flexfuel)	Comercialização direta nos postos
Etanol anidro	Cana-de-açúcar e milho	Primeira geração	Mistura obrigatória à gasolina	Mistura mandatória (30%)
Biodiesel	Óleo de soja,	Primeira geração	Veículos do	Mistura obrigatória

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

	mamona, palma, babaçu e gorduras animais		ciclo Diesel	vigente (15%)
Biometano	Resíduos orgânicos e vinhaça	Biocombustível gasoso	Veículos pesados / uso industrial	Expansão inicial no mercado
Etanol de segunda geração (E2G)	Bagaço e palha de cana-de-açúcar	Segunda geração	Veículos do ciclo Otto (flexfuel)	Escala comercial incipiente
Diesel verde (HVO)	Óleos vegetais e resíduos lipídicos	Biocombustível avançado	Substituto do diesel fóssil	Em fase de normatização pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis e Empresa de Pesquisa Energética (2025).

Apesar do portfólio diversificado apresentado no Quadro 2, a dinâmica do mercado brasileiro de biocombustíveis é sustentada por um binômio dominante, biodiesel e etanol. Estes dois eixos concentram a maior parcela da relevância econômica e do volume produzido, embora operem sob lógicas de suprimento distintas.

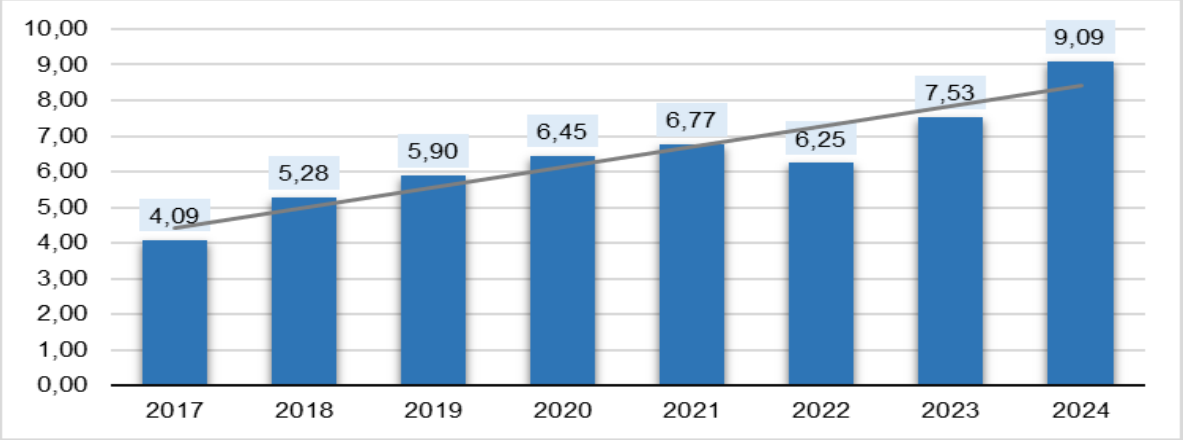
No caso do biodiesel, a produção brasileira caracteriza-se por uma dispersão territorial estratégica, fundamentada na descentralização das matérias-primas. Contudo, existe um paradoxo entre a diversidade teórica e a prática industrial e, embora o país possua potencial para mobilizar desde óleos de palma e canola até resíduos lipídicos e óleos de fritura (Ramos et al., 2017), a matriz produtiva permanece altamente concentrada. Conforme dados da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (2025), o óleo de soja consolida-se como o pilar central do setor, respondendo por aproximadamente 75% da produção nacional.

Essa dependência de uma única cultura não impediu, entretanto, a trajetória de crescimento recorde do setor. Impulsionada pelo avanço gradual das misturas obrigatórias no diesel fóssil, a produção nacional atingiu o patamar histórico de 9,09 bilhões de litros em 2024 (Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais, 2025). Essa evolução é detalhada na Figura 2.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

Figura 2. Evolução da produção de biodiesel no Brasil em bilhões de litros (2024)



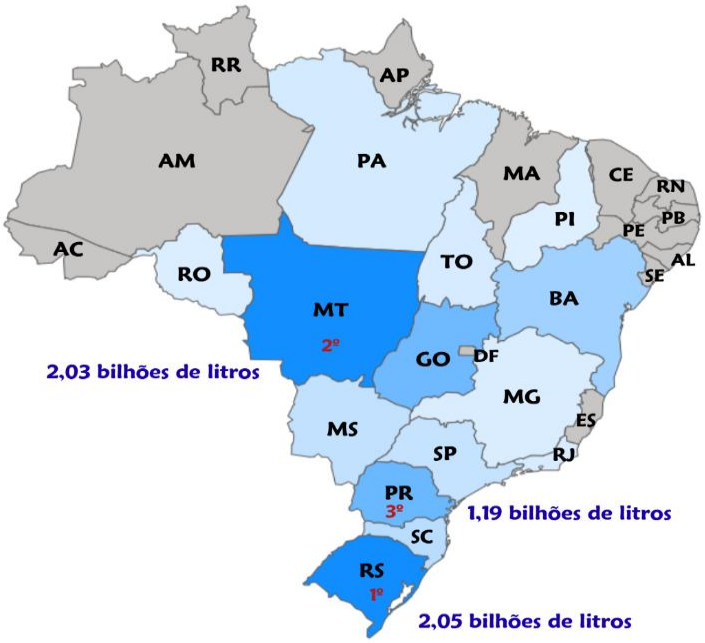
Fonte: elaborado pelos autores com base na Associação Brasileira das Indústrias De Óleos Vegetais (2025).

Territorialmente, a expansão do biodiesel no Brasil não ocorre de forma uniforme, apresentando uma marcada concentração regional. Conforme ilustrado na Figura 3, a distribuição da produção por unidade federativa em 2024 revela uma geografia industrial intrinsecamente ligada às áreas de expansão da fronteira agrícola e de consolidação do complexo soja (Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais, 2025).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

Figura 3. Distribuição territorial da produção de biodiesel por unidade federativa (2024)



Fonte: elaborado pelos autores com base na Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (2025).

Nesse cenário, a Região Sul consolida sua liderança nacional na produção de biodiesel, com especial protagonismo do Rio Grande do Sul. Essa posição de vanguarda é sustentada por um binômio estratégico: a densidade da produção de oleaginosas e a presença de um parque industrial tecnologicamente maduro. Na sequência, destacam-se Mato Grosso e Paraná, evidenciando que a estrutura produtiva, embora concentrada em poucos estados, guarda uma lógica de descentralização geográfica que acompanha os polos de esmagamento de grãos.

Em conjunto, esses três estados respondem por aproximadamente 58% da oferta nacional, configurando um modelo ancorado na sinergia entre a base agrícola, a infraestrutura industrial e a eficiência logística logística (Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais, 2025; Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2025).

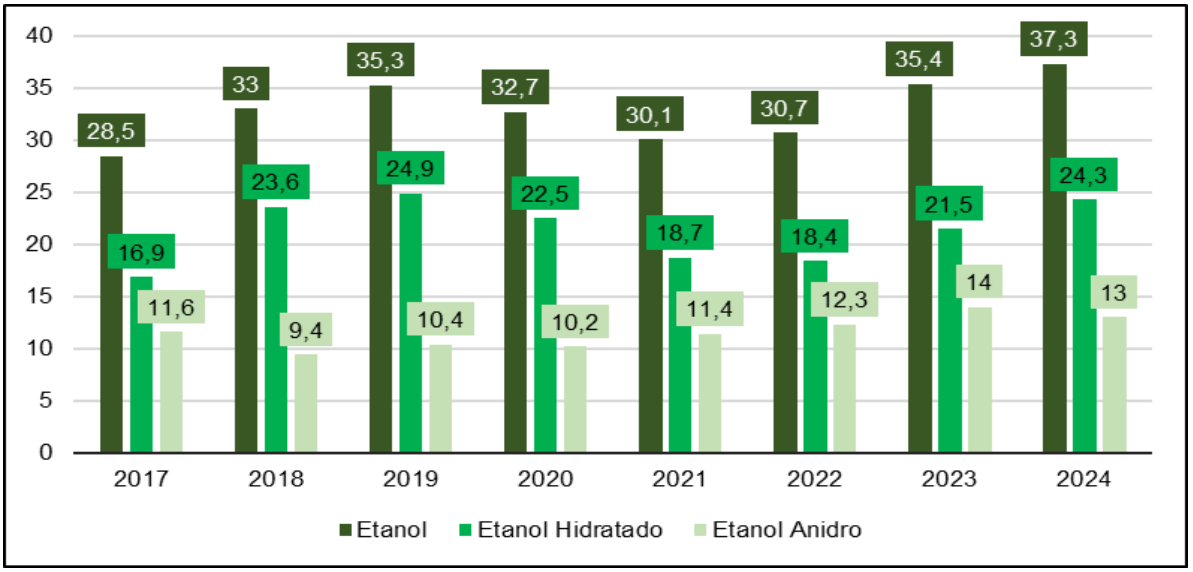
Paralelamente ao biodiesel, o etanol consolida-se como o pilar central da matriz brasileira de biocombustíveis, posicionando o país, ao lado dos Estados

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

Unidos, na vanguarda da oferta mundial (Empresa de Pesquisa Energética, 2025). Esse protagonismo reflete-se em uma trajetória de crescimento consistente, que culminou no recorde histórico de 37,3 bilhões de litros em 2024, conforme detalhado na Figura 4.

Figura 4. Evolução da produção nacional de etanol no Brasil em bilhões de litros (2017- 2024)



Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2025).

A análise da Figura 4 revela uma retomada vigorosa da produção a partir de 2021. Esse avanço foi sustentado por uma dinâmica de mercado bivalente, onde, de um lado, a grande demanda por etanol hidratado (24,4 bilhões de litros), impulsionada pela frota flex-fuel, enquanto de outro, a estabilidade do etanol anidro (13,0 bilhões de litros), cuja produção é balizada pela mistura mandatória à gasolina A para a formulação da gasolina C comercializada nos postos de combustíveis (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2025).

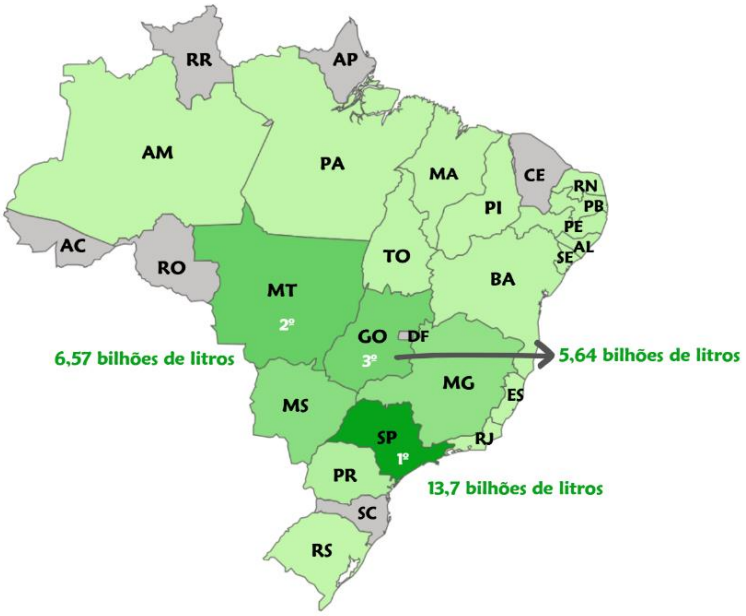
Em relação à distribuição territorial, a produção nacional de etanol mantém forte concentração em poucos estados com São Paulo liderando de forma absoluta, com 13,75 bilhões de litros, seguido por Mato Grosso. A figura 5 apresenta a

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

distribuição da produção no ano de 2024, conforme dados disponibilizados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2025).

Figura 5. Estados do Brasil com maior produção de etanol (2024)



Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados do Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2025).

A estrutura produtiva do etanol brasileiro revela um elevado grau de concentração regional, com o grupo formado por São Paulo, Mato Grosso e Goiás detendo aproximadamente 69,6% da oferta nacional (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2025). No entanto, a análise dessa liderança revela uma mudança profunda na base técnica do setor e, enquanto São Paulo e Goiás mantêm sua hegemonia ancorada na matriz sucroenergética tradicional, a ascensão do Mato Grosso ao posto de segundo maior produtor nacional é impulsionada pela expansão disruptiva do etanol de milho.

Embora a cana-de-açúcar ainda responda por cerca de 80% da oferta total do país, o etanol de cereais, majoritariamente oriundo do milho, apresentou um crescimento acelerado de 33% ao ano desde 2020. Ao atingir a marca de 7,5 bilhões de litros em 2024, com projeções de dobrar esse volume até 2032, essa rota tecnológica deixa de ser uma alternativa secundária para se consolidar como

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

um pilar de segurança energética (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2025).

Esse avanço da produção de biocombustíveis a partir de matérias-primas alternativas altera a dinâmica da oferta interna e aponta para a consolidação de sistemas produtivos baseados em amido. A transição para modelos multipropósito, exemplificada pela experiência observada no Mato Grosso, sugere que a matriz brasileira caminha para uma menor dependência exclusiva da cana-de-açúcar.

Tal cenário estabelece um paradigma estratégico para o Rio Grande do Sul, onde a expressiva capacidade produtiva de cereais de inverno sinaliza condições potenciais para a adoção de uma lógica produtiva análoga. Sob essa ótica, a trajetória gaúcha encontra ressonância em mercados globais maduros, como o da União Europeia, onde o processamento de cereais de inverno (especialmente trigo, cevada e centeio) é uma rota tecnológica consolidada há décadas (International Energy Agency, 2020).

3.3 Perspectivas e Aptidões para a Produção de Etanol no Rio Grande do Sul

A consolidação de novas rotas produtivas de biocombustíveis no Brasil está intrinsecamente associada à natureza química da biomassa disponível. Enquanto a cana-de-açúcar permite a fermentação direta de açúcares (matriz sacarificada), o milho e os cereais de inverno exigem uma etapa prévia de sacarificação para converter o amido em açúcares fermentáveis (Balat, Balat e Öz, 2008). Embora demande maior aporte tecnológico e energético no processamento, a transição para fontes amiláceas é apontada como um elemento central para a resiliência do setor frente às oscilações climáticas e às dinâmicas sazonais de mercado (Marafon et al., 2016).

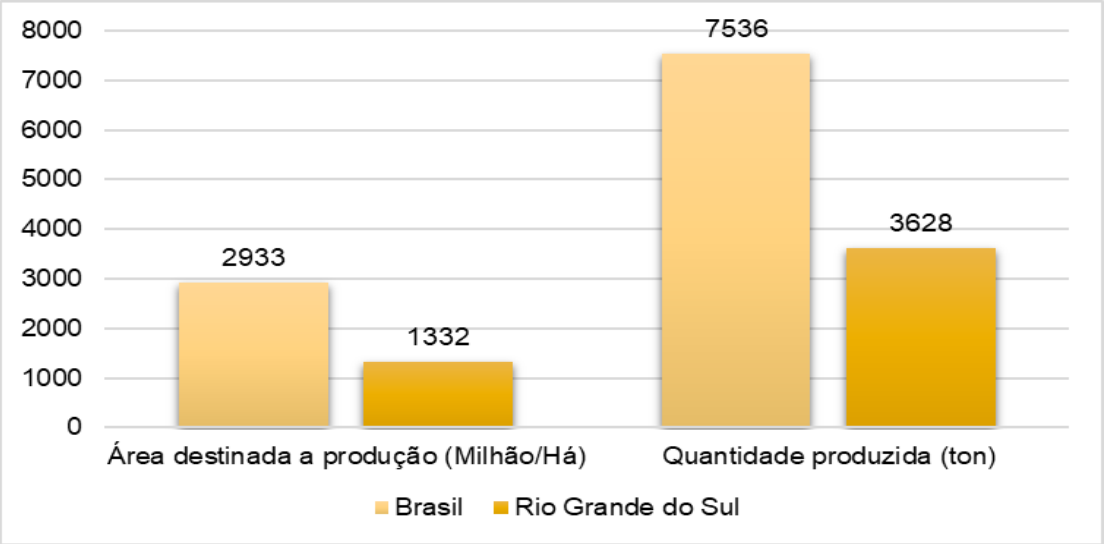
Nesse cenário, o Rio Grande do Sul desponta como fronteira estratégica para a expansão do etanol nacional. Ao converter culturas de clima temperado, como trigo, triticale e centeio, em ativos energéticos, o estado replica a racionalidade de sucesso das biorrefinarias da Europa e América do Norte (Scarlat et al., 2019). O trigo, em particular, assume o protagonismo devido à sua elevada

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

adaptabilidade e à infraestrutura produtiva já consolidada. O estado não apenas detém o know-how técnico, mas exerce a liderança nacional do setor, concentrando a maior parcela da área cultivada e do volume produzido no país (Companhia Nacional de Abastecimento, 2025), conforme detalhado na Figura 6.

Figura 6. Comparação da área destinada a produção e quantidade produzida de trigo no Brasil e no Rio Grande do Sul (safra 2024/25)



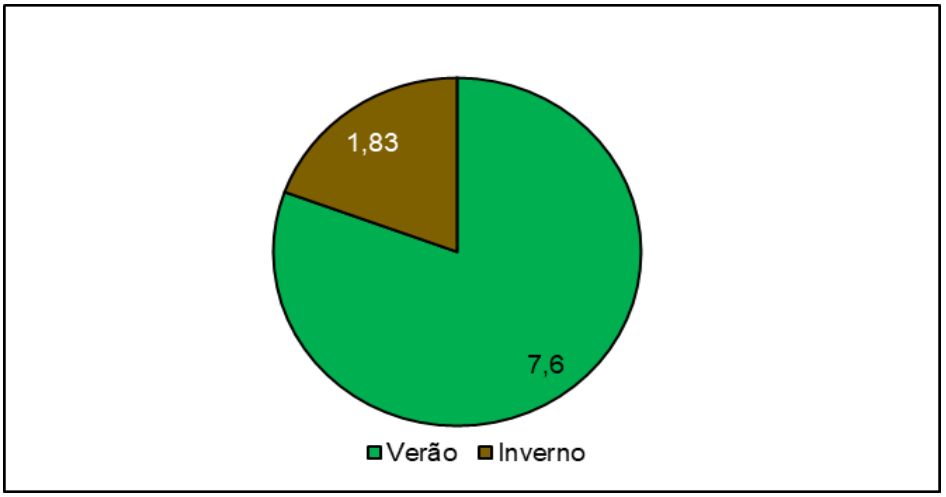
Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da Companhia Nacional de Abastecimento (2025).

A integração de cereais de inverno à rota do etanol permite que o Rio Grande do Sul mobilize uma base produtiva já consolidada para mitigar seu déficit estrutural de biocombustíveis. Essa potencialidade torna-se latente ao observar a ociosidade sazonal do solo gaúcho e, enquanto a safra de verão mobiliza aproximadamente 7,6 milhões de hectares com predominância da cultura da soja, o período invernal ocupa apenas 1,83 milhão de hectares (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2025; Figura 7).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

Figura 7. Área plantada com grãos no Rio Grande do Sul nas safras de verão e inverno na safra 2024/25.



Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2025).

Essa disparidade, ilustrada na Figura 7, evidencia uma assimetria produtiva significativa, com extensas áreas subutilizadas durante o período de inverno. Conforme argumentam Pires et al. (2020), essa ociosidade sazonal revela um espaço agrícola latente que pode ser mobilizado para fins energéticos sem avançar sobre áreas de vegetação nativa, configurando-se como uma estratégia de intensificação agrícola sustentável.

A literatura e os documentos institucionais analisados indicam que a convergência entre a disponibilidade sazonal de terras agrícolas e a crescente demanda por segurança energética tem estimulado o setor produtivo regional a identificar uma janela de oportunidade estratégica. Esse movimento tem se traduzido na transição do campo das potencialidades para a implementação de investimentos estruturantes em infraestrutura de processamento, materializados, até o momento, no pioneirismo técnico associado à instalação de um empreendimento no município de Santiago e outro no município de Passo Fundo (Governo do Rio Grande do Sul, 2025).

A unidade de Santiago configura-se como a pioneira na produção de etanol de trigo no país estabelecendo um marco na diversificação da matriz energética nacional. Embora sua operação centralize-se no trigo, a planta apresenta

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

versatilidade para o processamento de outros cereais de inverno, como triticale, cevada e centeio, além do milho, garantindo flexibilidade diante das safras regionais.

Com uma capacidade de produção estimada em 12 milhões de litros de etanol hidratado por ano, a estratégia industrial da unidade fundamenta-se na multifuncionalidade da biorrefinaria. Para além do combustível, o modelo de negócio contempla a produção de álcool neutro, álcool em gel e a captura de CO_2 industrial, maximizando o aproveitamento de cada etapa do processo fermentativo.

Esse ciclo se fecha com a geração do Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS), um coproduto que converte o amido excedente em nutrição animal de alta densidade proteica, fortalecendo a economia circular e protegendo a pecuária local contra as oscilações de preço de insumos tradicionais, como o milho e a soja (Liu, 2011; Corassa et al., 2021; Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura, 2025).

Se a unidade de Santiago valida o pioneirismo técnico, o empreendimento projetado para Passo Fundo estabelece o etanol como o eixo central de uma nova viabilidade operacional em larga escala. Com uma capacidade projetada de 220 milhões de litros anuais, o projeto assume uma dimensão estratégica para a segurança energética gaúcha, ao buscar mitigar a histórica dependência de importações de um estado que, até então, apresentava uma produção interna incipiente de apenas 0,17% (Governo do Rio Grande do Sul, 2025).

De acordo com os documentos institucionais analisados, a unidade é apresentada como mais do que um centro de produção de combustível, sendo descrita como um como um complexo agroindustrial de elevada complexidade tecnológica, alinhado ao conceito de biorrefinaria multiproduto, extrapolando a dimensão energética convertendo resíduos ou subproduto em produtos de maior valor agregado. O diferencial competitivo associado a esse modelo estaria relacionado ao fracionamento mecânico do grão (Day et al., 2006), que possibilita a extração de componentes de alto valor agregado previamente ao processo fermentativo.

Os documentos institucionais analisados projetam uma produção anual de aproximadamente 22 mil toneladas de glúten vital, empregado principalmente na

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

indústria de panificação para a melhoria da estrutura, elasticidade e capacidade de fermentação das massas, volume que, segundo dados setoriais, poderia reduzir significativamente a dependência brasileira de importações (Associação Brasileira da Indústria do Trigo, 2024). De forma complementar, a oferta estimada de mais de 150 mil toneladas de DDGS tende a favorecer a integração com a pecuária regional, ampliando as interações entre as cadeias agroindustriais locais.

Nesse sentido, a literatura sugere que os modelos propostos podem ser interpretados como um potencial indutor de dinamização econômica no estado gaúcho, na medida em que iniciativas associadas à transição energética transcendem a produção de biocombustíveis e passam a operar como Sistemas Agroindustriais (SAG) complexos. Conforme Zylbersztajn (2000), o impacto desses sistemas sobre o desenvolvimento regional decorre dos encadeamentos produtivos “para trás”, relacionados à demanda por insumos, sementes e serviços associados às culturas de inverno, e “para frente”, associados à oferta de coprodutos de maior valor agregado, como DDGS, glúten vital, álcool para uso industrial e CO_2 de grau industrial.

Ademais, a literatura sobre bioeconomia indica que os impactos associados a esses empreendimentos extrapolam a dimensão estritamente econômica, abrangendo também desdobramentos sociais e ambientais, relacionados, entre outros aspectos, à geração de renda e emprego, à qualificação produtiva e ao uso mais eficiente dos recursos naturais (Almeida, Lasmar e Mafra, 2025). À luz dessa abordagem, e considerando as três dimensões do Triple Bottom Line, econômica, social e ambiental, propõe-se a associação interpretativa dos potenciais impactos do modelo de biorrefinaria multiproduto, de modo a sistematizar suas possíveis contribuições ao desenvolvimento regional sustentável, conforme apresentado no Quadro 3 (Elkington, 1997).

Quadro 3. Síntese interpretativa dos potenciais impactos do modelo de biorrefinaria multiproduto no desenvolvimento regional sustentável

Dimensão	Possíveis contribuições
Econômica	Valorização da produção de cereais de inverno Potencial de substituição de importações Estímulo à geração de renda agrícola

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

Social	Potencial de geração de empregos diretos e indiretos Fortalecimento da assistência técnica e capacitação Estímulo à fixação territorial de produtores rurais
Ambiental	Redução da ociosidade do solo de inverno Aproveitamento integral da biomassa Potencial para mitigação de emissões de gases de efeito estufa da matriz de transporte

Fonte: Elaborado pelos autores (2026) com base em Elkington (1997).

Apesar do potencial de desenvolvimento econômico, social e ambiental associado aos modelos de biorrefinaria observados, a literatura ressalta que o amadurecimento dessa matriz não está isento de tensões inerentes à sua implementação. Entre os desafios centrais, destaca-se o debate clássico sobre a competição pelo uso da terra entre a produção de alimentos e a destinação de biomassa para fins energéticos (Justo et al., 2025). Conforme discutido por Souza (2022) e Worringham (2022), a expansão desordenada de biocombustíveis pode, em determinados contextos, deslocar áreas voltadas à segurança alimentar, gerando pressões inflacionárias sobre os preços dos alimentos.

No contexto específico do Rio Grande do Sul, entretanto, a literatura e os dados institucionais analisados indicam que a presença de ociosidade produtiva sazonal tende a reconfigurar a natureza desse trade-off. A expressiva assimetria entre as áreas mobilizadas nos ciclos de verão e inverno (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2025), sugere que o denominado “vazio produtivo” invernal constitui um espaço potencial de expansão que não concorre diretamente com as principais culturas alimentares de verão.

Essa dinâmica permite que a bioeconomia gaúcha avance por meio da intensificação do uso do solo já antropizado, contribuindo para a mitigação de pressões sobre a segurança alimentar e sobre a expansão da fronteira agrícola. Ainda assim, somam-se a esse debate os desafios inerentes à dinâmica dos mercados de commodities agrícolas, nos quais a variabilidade na oferta anual de trigo e milho, a volatilidade dos preços dos grãos e a dependência de marcos regulatórios e políticas de incentivo impõem riscos à estabilidade operacional das biorrefinarias (Marafon et al., 2016).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

Nesse sentido, a literatura converge ao indicar que a conversão dos benefícios potenciais associados ao etanol de cereais e às biorrefinarias multiproduto em resultados concretos não ocorre de forma automática, permanecendo condicionada à articulação sistêmica entre produtores, indústria e Estado, bem como à adoção de estratégias de gestão de riscos e salvaguardas de sustentabilidade.

4. Considerações Finais

A literatura analisada nesta revisão narrativa indica que o Brasil vem consolidando, ao longo das últimas décadas, uma posição de destaque na matriz energética global, especialmente em função da expansão da produção de biocombustíveis. Os estudos e relatórios examinados apontam que, nesse contexto, o etanol atravessa um processo de diversificação de matérias-primas, superando gradualmente a centralidade histórica da cana-de-açúcar e incorporando fontes amiláceas. Embora tal movimento seja atualmente liderado pelo milho na região Centro-Oeste do país, verifica-se a oportunidade da ampliação das fronteiras produtivas para o aproveitamento de cereais de culturas de inverno.

Nesse contexto, o Rio Grande do Sul, enquanto principal produtor nacional de trigo, apresenta potencial estratégico para integrar essa nova fase da bioeconomia. Apesar de o estado ocupar posição relevante no setor brasileiro de biocombustíveis, com experiência consolidada em rotas como a do biodiesel, persiste uma dependência estrutural de etanol proveniente de outras regiões do país. Nesse sentido, a análise aponta que o território gaúcho reúne condições favoráveis à produção de etanol a partir de cereais de inverno, sobretudo pela possibilidade de mobilização de áreas agrícolas historicamente subutilizadas no período invernal.

Os estudos examinados destacam que a intensificação produtiva durante o inverno pode favorecer a retenção de valor agregado no território e estimular a diversificação tecnológica dos sistemas agroindustriais regionais. Nesse contexto, os modelos de biorrefinarias multiproduto são recorrentes na literatura como arranjos inovadores que integram a produção de biocombustíveis à geração de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

coprodutos destinados à alimentação humana e animal, bem como a usos industriais. Ao articular essas múltiplas rotas produtivas, tais modelos tendem a promover sinergias entre agricultura, indústria e pecuária, ampliando as capacidades produtivas e tecnológicas dos agronegócios regionais.

Sob a perspectiva da sustentabilidade, a revisão narrativa indica que tais arranjos produtivos apresentam potencial para gerar benefícios econômicos, sociais e ambientais, incluindo o aumento da renda agrícola, o fortalecimento de cadeias produtivas locais e a redução de emissões associadas à matriz de transportes. Contudo, ressalta-se que, esses efeitos permanecem condicionados a fatores conjunturais, como a dinâmica de mercado, a variabilidade climática e os marcos regulatórios, bem como à necessidade de atenção aos potenciais efeitos de competição com a produção de alimentos, exigindo planejamento estratégico e instrumentos de mitigação de riscos.

Por fim, reconhece-se que o caráter narrativo desta revisão constitui uma limitação ao não permitir a mensuração direta de impactos ou a validação quantitativa das hipóteses discutidas. Assim, destacam-se como agendas prioritárias a realização de análises de ciclo de vida, estudos de competitividade econômica e avaliações dos impactos territoriais, fundamentais para aprofundar a compreensão das biorrefinarias como estratégia de desenvolvimento regional e como elemento estruturante da transição energética brasileira.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo apoio financeiro ao desenvolvimento desta pesquisa. Agradecem também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de produtividade, bem como à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos que viabilizou a realização deste trabalho.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS (ABIOVE). **Produção de biodiesel no Brasil**. São Paulo, 2025. Disponível em: https://abiove.org.br/estatisticas/. Acesso em: 6 jan. 2026.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO TRIGO (ABITRIGO). **Dados do setor tritícola brasileiro**. São Paulo, 2025. Disponível em: https://abitrigo.com.br. Acesso em: 3 jan. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2025**. Brasília: ANP, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/. Acesso em: 8 jan. 2026.

ALMEIDA, B. D. C.; LASMAR, D. J.; MAFRA, R. Z. O Ciclo da Bioeconomia. **Revista de Geopolítica**, 16(4). 2025. https://doi.org/10.56238/revgeov16n4-069.

BALAT, M.; BALAT, H.; OZ, C. Progress in bioethanol process. **Progress in Energy and Combustion Science**, v. 34, n. 5, p. 551–573, 2008. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.pecs.2007.11.001.

BATALHA, M. O. **Gestão agroindustrial**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Portal de Informações Agropecuárias**: Produtos 360. Brasília, DF, 2025. Disponível em: https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/produtos-360.html. Acesso em: 5 jan. 2026.

CORASSA, A. *et al*. Variabilidade da composição nutricional de coprodutos de etanol de milho do Brasil para suínos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21031.

CRUZ, M. C. C. *et al*. Transição energética sustentável: uma aplicação do RenovaBio. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 7, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.55905/oelv22n7-039.

DAY, L. *et al*. Wheat-gluten uses and industry needs. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, n. 2, p. 82–90, 2006. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.10.003.

DE AZEVEDO, A. N. G.; LIMA, B. G. de A. Biocombustíveis: influência no desenvolvimento e inserção internacional. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, v. 6, n. 1, 2016. Disponível em: https://sou.ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/2693. Acesso em: 7 jan. 2026.

ELKINGTON, J. **Cannibals with Forks**: The triple bottom line of 21st century business. Mankato, MN: Capstone, 1997.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis - Ano 2024**. Brasília: EPE, 2025. Disponível em: https://www.epe.gov.br. Acesso em: 8 jan. 2026.

GOLDEMBERG, J. Ethanol for a sustainable energy future. **Science**, v. 315, n. 5813, p. 808–810, 2007.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. 3. ed. São Paulo: Editora da USP, 2008.

GOLDEMBERG, J. *et al*. Scaling up biofuels? A critical look at expectations, performance and governance. **Energy Policy**, v. 118, p. 655–657, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal (PAM)**: culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 5 jan. 2026.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Advanced biofuels**: what holds them back? Paris: IEA, 2020.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change (WGIII). Cambridge University Press, 2022.

LEITE, R. C. C.; LEAL, M. R. L. V. O biocombustível no Brasil. **Novos Estudos CEBRAP**, n. 78, p. 15–21, jul. 2007.

JUSTO, M. et al. Revisiting the Hypothesized Trade-Off Between Food and Fuel: Empirical Evidence From the Case of Brazilian Sugarcane. **GCB Bioenergy.** 2025. https://doi.org/10.1111/gcbb.70085.

LEMOS, G. D. O.; GROSSI, L. C. **Panorama das biorrefinarias e biocombustíveis no Brasil**: contribuições para a transição energética. [S.l.: s.n.], 2025.

LIU, K. Chemical composition of distillers grains: a review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 5, p. 1508–1526, 2011.

MOREIRA, J. R.; GOLDEMBERG, J. The alcohol program. **Energy Policy**, v. 27, n. 4, p. 229–245, 1999.

OLIVEIRA, F. C. de; COELHO, S. T. History, evolution, and environmental impact of biodiesel in Brazil: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 75, p. 168–179, ago. 2017.

PIRES, J. L. F. *et al*. **Trigo exportação**: alternativa para sustentabilidade da cultura do trigo no Rio Grande do Sul. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2020. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br. Acesso em: 6 jan. 2026.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

RAMOS, L. P. *et al*. Biodiesel: matérias-primas, tecnologias de produção e propriedades combustíveis. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 1, p. 317–369, 2017.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática X revisão narrativa. **Acta Paulista de Enfermagem**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. v-vi, 2007. https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001.

GOVERNO DO RIO GRANDE DO SUL. RIO GRANDE DO SUL. **Leite participa do início das obras da maior usina de etanol do RS, em Passo Fundo**. Porto Alegre, 15 abr. 2025. Disponível em: https://estado.rs.gov.br. Acesso em: 8 jan. 2026.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA (SEMA/RS). **Entrega de licença de operação para primeira usina de etanol de trigo do Brasil**. Porto Alegre, 25 nov. 2025. Disponível em: https://www.sema.rs.gov.br. Acesso em: 8 jan. 2026.

SCARLAT, N. *et al*. **Brief on biomass for energy in the European Union**. Luxemburgo: Serviço de Publicações da União Europeia, 2019. Disponível em: https://publications.jrc.ec.europa.eu. Acesso em: 7 jan. 2026.

STARLING, E. T.; BORGES, A. W.; SQUEFF, T. A. F. R. C. Transformações na regulação dos biocombustíveis no Brasil: percurso histórico-institucional e perspectivas sustentáveis. **Aracê**, v. 7, n. 6, p. 29124–29137, 2025. https://doi.org/10.56238/arev7n6-006.

SUBRAMANIAM, Y.; MASRON, T. A. The impact of economic globalization on biofuel in developing countries. **Energy Conversion and Management: X**, v. 5, p. 100064, 2020.

TORROBA, A.; CHIARA, A. **Atlas de los biocombustibles líquidos 2023–2024**. San José: IICA, 2023. Disponível em: https://hdl.handle.net/11324/23050. Acesso em: 7 jan. 2026.

WALTER, A. *et al*. Brazilian sugarcane ethanol: developments so far and challenges for the future. *In*: **Advances in Bioenergy**: The Sustainability Challenge. Chichester: Wiley, 2013. p. 395–416. https://doi.org/10.1002/wene.87.

WORRINGHAM, C. Roteiro do etanol na Índia sai dos trilhos: acelerar a adoção de veículos elétricos atingiria objetivos semelhantes usando uma fração da terra . Instituto de Economia Energética e Análise Financeira. 2022. Disponível em: https://ieefa.org/resources/indias-ethanol-roadmap-course. Acesso em: 29 jan. 2026.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 04/02/2026
Vol: 02.1
DOI: 10.61164/5555zn48
Pages: 1-25

ZYLBERSZTAJN, D. Conceitos gerais, evolução e o estado da arte da economia das organizações. **Economia e gestão dos negócios agroalimentares: de sistemas a cadeias, de cadeias a organizações**. São Paulo: Pioneira, 2000. p. 1-21.