INTERFACE TECNOLÓGICA

ETANOL DE MILHO: novas perspectivas no mercado brasileiro

CORN ETHANOL: new perspectives in the Brazilian market

Camila Sampaio – camila.sampaio@fatec.sp.gov.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) - Taquaritinga - SP –Brasil

Douglas Ricardo de Assis – douglas.assis@fatectq.edu.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) - Taquaritinga - SP –Brasil

DOI: 10.31510/infa.v20i2.1746
Data de submissão: 06/09/2023
Data do aceite: 16/11/2023
Data da publicação: 20/12/2023

RESUMO

A constante aquisição de novas tecnologias tem permitido crescimento contínuo da produtividade do setor sucroenergético, projetado por tecnologias como o etanol de segunda geração, auxiliando na ampliação de até 50% na produção de etanol por hectare de cana-de-açúcar. Devido ao recente aumento da flexibilização no mercado de gasolina e o consequente aumento do consumo e do valor do etanol, passou a surgir no Brasil em meados de 2010, diversas plantas industriais convertendo o milho nesse biocombustível. Esse fenômeno é particularmente forte no Centro-Oeste, onde o principal objetivo é agregar valor à toda a cadeia produtiva do cereal, proporcionando uma melhor distribuição de renda dentro do setor onde há elevada disponibilidade do grão, altos custos de utilização e possibilidade por co-produtos. O milho como matéria-prima para a geração do etanol vem se tornando mais relevante, não somente para usinas de álcool que processam apenas este grão, mas também nas usinas de cana-de-açúcar que podem produzir etanol na entressafra desse cultivo. Este artigo tem como objetivo apontar uma visão geral histórica e os impactos econômicos e sociais e a rendibilidade da fabricação de etanol de milho. Como resultado constatou que a estrutura de custos dá alta prioridade à matéria-prima, seguida pelos custos industriais para processos relativamente mais complexos do que o processamento da cana-de-açúcar. Por fim, os resultados mostram que a lucratividade da produção de etanol de milho em usinas integradas de combustível flexível é sensível a mudanças nos preços da matéria-prima e do biocombustível.

Palavras-chave: Biocombustível. Bioetanol. Grãos amiláceos. Setor sucroalcooleiro.

ABSTRACT

The constant acquisition of new technologies has allowed for the continuous growth of productivity in the sugar-energy sector, projected by technologies such as second-generation ethanol, assisting in the increase of up to 50% in the production of ethanol per hectare of sugarcane. Due to the recent increase in the flexibility of the gasoline market and the consequent increase in the demand and price of ethanol, several industrial plants began to appear in Brazil in mid-2010, converting corn into this biofuel. This phenomenon is particularly strong in the Midwest, where the main objective is to add value to the whole grain chain, providing a better income distribution within the sector where there is high grain availability, high costs of use,

and possibility for co-products. Corn as a raw material option for the production of biofuel is increasingly gaining national relevance, not only for ethanol plants that process only this grain, but also in sugarcane processing plants that can produce ethanol in the off-season of this crop. The aim of this article is to present a historical overview of the economic and social impacts and profitability of ethanol production from corn. As a result, it found that the cost structure gives high priority to the feedstock, followed by industrial costs for relatively more complex processes than sugarcane processing. Finally, the results show that the profitability of corn ethanol production in integrated flexible fuel plants is sensitive to changes in biofuel and feedstock prices.

Keywords: Biofuel. Biothanol. Starchy grains. Sugar-alcohol sector.

1 INTRODUÇÃO

Desde o final dos anos 70, o Brasil tornou-se pioneiro no uso de combustível etanol em larga escala, sendo um dos maiores consumidores do produto atualmente e o segundo maior produtor mundial. O etanol pode ser utilizado como combustível de duas maneiras diferentes, como etanol anidro, um componente misturado na composição da gasolina tipo C ou como etanol hidratado, vendido como combustível acabado (ANP, 2020).

Na atualidade, o setor sucroenergético tem grande importância na economia brasileira, sendo responsável pela produção de álcool, açúcar e energia elétrica derivados do processamento agroindustrial da cana-de-açúcar (Nogueira; Caroline; Costa, 2016). Considerando-se o etanol, observa-se que somente na safra 2020/21 foram produzidos 32,7 bilhões de litros, mostrando o aumento da produtividade do etanol nos últimos anos (CONAB, 2021).

Perante o desafio de combater as mudanças climáticas e objetivando atender a futura demanda por este combustível, o etanol é um dos caminhos tecnológicos para criar um novo tempo de mobilidade sustentável, pois é o biocombustível de menor pegada de carbono graças ao modelo de produção sustentável adotado pelo setor sucroenergético. Hoje, o etanol é produzido no Brasil usando a cana e o milho como matéria-prima, porém é predominante o uso da cana-de-açúcar (Unica, s.d.).

Todavia, a produção brasileira de milho é variável, de 1,1 a 3 toneladas de grãos por hectare, mas pelas campanhas de produtividade incentivadas, há registro de mais de 7 toneladas de milho por hectares. Apesar de ainda ser um percentual baixo em relação à produção total (4,62%), a produção de etanol de milho parece positiva devido ao seu potencial crescimento de mercado e de se tornar mais uma vertente privilegiada para a produção brasileira, a maior do mundo (Neves, 2021).

Com o sancionamento da Lei Federal nº 13.576/2017, o RenovaBio, nova política nacional de biocombustíveis, valida o reconhecimento do papel estratégico de todos os biocombustíveis na matriz energética brasileira em termos de segurança energética, previsibilidade de mercado e sua contribuição para a redução das emissões de gases de efeito estufa do setor de combustíveis (MME, 2022). A partir dessa ampliação, desejasse que os biocombustíveis contribuam significativamente para a diminuição das emissões de GEE no país.

A integração ao programa RenovaBio, permite as indústrias de etanol de milho um aspecto positivo do ponto de vista de sustentabilidade, uma vez que o programa deve posicionar a indústria como protagonista do processo de rastreabilidade do milho e de boas práticas de produção, em vista dos parâmetros do programa. Essas medidas favorecem a proteção de áreas de florestas e uso de recursos naturais, ao passo que possibilitam um aumento na eficiência produtiva do setor de forma limpa e responsável. Como consequência desse processo, as vendas de créditos de carbonos CBIOs pelas usinas devem fortalecer as fontes de arrecadação dessas empresas, proporcionando maiores investimentos e fortalecendo os biocombustíveis no mercado brasileiro (Neves, 2021).

Desta forma, este artigo pretende discutir o potencial de investimento em etanol de milho, considerando o custo e rentabilidade da comercialização desse biocombustível e dos subprodutos gerados no processo produtivo. Esse processo inovador tem muito potencial não só pelos benefícios financeiros gerados, mas também pela contribuição a geração de biocombustíveis.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Histórico da produção de etanol de milho

Cerca de 82% do mercado global de biocombustíveis corresponde ao etanol obtido a partir da cana-de-açúcar e do milho. Os Estados Unidos e o Brasil são líderes na produção de etanol, responsáveis por 90% do mercado mundial. Contudo, existem diferenças fundamentais nos processos produtivos que os dois países apresentam. Quase todo o etanol é produzido no Brasil é obtido a partir da cana, porém nos Estados Unidos, a principal matéria-prima é o milho. (Bortoletto; Alcarde, 2015).

Em relação a produção nacional, dois eventos podem ser destacados para justificar o crescimento da produção e uso de etanol: o Proálcool na década de 80 e o surgimento dos carros

flex na primeira década de 2000. A busca por combustíveis de fontes renováveis e a adição gradual de etanol à gasolina também contribuíram para este aumento (Tolentino Júnior, 2021).

Recentemente, observa-se uma crescente na produção de etanol de milho no Brasil, tendo início em meados de 2012 no Mato Grosso, um grande produtor do grão no país, garantindo fácil acesso à matéria-prima. O objetivo era oferecer aos agricultores outra alternativa de processar seus produtos: a destilaria. Naquela ocasião, os usineiros utilizavam a cana-de-açúcar da entressafra para consumir o excedente da safra de milho na produção de álcool. Ao fazer isso, eles minimizaram o tradicional desconto recebido pelos produtores de milho na época da colheita, e em troca disso, conquistaram uma renda adicional por meio da redução do tempo ocioso nas destilarias e da compra de subprodutos do milho (Freitas; Miura, 2018).

A agregação de valor do milho ocorre devido ao aparecimento de novos co-produtos após à industrialização. A produção de etanol de milho gera os grãos secos de destilaria (*Distillers Dry Grains* - DDG), conhecido como farelo de milho, utilizado na alimentação animal nos Estados Unidos e no Brasil está começando a ser vendido para substituição da alimentação como ração. Além dos grãos secos de destilaria, também é gerado o óleo de milho, que é vendido às refinarias (Ozaki, 2019).

Portanto, os grãos de milho são usados como matéria-prima para a produção de etanol, e os subprodutos gerados durante o processamento podem ser vendidos, aumentando o valor agregado do grão e solucionando o problema da inatividade nas usinas produtoras de etanol de cana-de-açúcar, aproveitando a disponibilidade das plantas de produção de etanol (Fernandes, 2019).

2.2 Tecnologia de produção de etanol de milho

Produzir etanol a partir de matérias primas açucaradas (cana-de-açúcar) e amiláceas (milho, raízes e tubérculos) exige processos, metodologias e equipamentos distintos (Belluco; Alcarde, 2008). O carboidrato predominante presente no grão de milho é o amido, um polissacarídeo de cadeia longa formado por unidades monoméricas de glicose. A cana-de-açúcar é constituída por sacarose, um dissacarídeo formado por glicose e frutose. Dessa forma, o etanol derivado da cana é produzido através da fermentação do caldo de cana que é rico em sacarose (Propec, 2021). O processamento é direto pois a durante a fermentação alcóolica ocorre a hidrólise da sacarose convertendo-a em glicose e frutose pela ação da invertase, enzima expressada pela levedura (Lopes; Borges, 2009).

A fabricação do etanol do milho é muito semelhante ao da cana-de-açúcar, ambos feitos por fermentação com a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Contudo, para a fabricação do etanol de milho, é imprescindível a conversão do amido em glicose através de um processo enzimático a altas temperaturas em virtude da insolubilidade dos polissacarídeos, requerendo etapas adicionais de produção (Marques; Cunha, 2008; Donke, 2016). No entanto, nas outras etapas do processo produtivo, como a destilação e retificação, como as propriedades físico-químicas do etanol permanecem as mesmas, não há diferença entre os dois processos, pois não depende do material de partida (Propec, 2021).

Como já mencionado pelo autor anteriormente, a maior diferença entre os produtos se deve à diferença do carboidrato predominante na matéria-prima escolhida. Uma das maiores vantagens de usar etanol para milho é que ele gera pouco desperdício. Os produtos produzidos no beneficiamento costumam ter um valor comercial lucrativo, sendo esse um dos fatores de crescimento para o investimento nesse tipo de produção.

As usinas de produção de etanol de milho podem ser classificadas por tecnologia e por matéria-prima processada. No Brasil, está operando três modelos de usinas de etanol de milho. A usina *Full* processa apenas o milho ou apenas a cana-de-açúcar. Quando opta pelo milho, gera o etanol, DDG e óleo de milho. Já quando opta pela cana-de-açúcar, gera o etanol e/ou açúcar e energia elétrica (Epe, 2018).

A usina *Flex* pode processar as duas matérias-primas, sendo o processamento paralelo, quando é processado simultaneamente a cana e o milho, ou processamento único do milho apenas na entressafra. A usina *Flex Full* são usinas que produz etanol de cana e milho paralelamente (Epe, 2018).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente artigo trata-se de uma pesquisa qualitativa exploratória, descritiva e documental para identificar, através de pesquisas bibliográficas em artigos científicos, livros, sites governamentais e órgãos responsáveis por coletar dados estatísticos sobre as perspectivas do mercado brasileira para a produção de etanol de milho.

A produção do etanol de milho torna-se uma alternativa viável dentro do cenário do crescimento da sustentabilidade e da redução de gases de efeito estufa, além da obtenção de benefícios ambientais significativos como a promoção da qualidade de vida por meio de fontes energéticas mais limpas e renováveis. Em razão disso, é recomendado o uso de biocombustíveis

em vez de combustíveis fósseis, que não apenas reduzem nossa dependência de derivados de petróleo, mas também beneficiam o meio ambiente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A necessidade de cumprir os compromissos internacionais firmados pelos signatários do Acordo de Paris criou um mercado de carbono regulado. Esse mercado pode medir nossa pegada de carbono, atender às metas de investimento obrigatório dos setores público e privado para redução de gases de efeito estufa (GEE) e combater o aquecimento global. Aliado à melhor matriz energética renovável de biocombustíveis, o Brasil teve a oportunidade de se posicionar como um dos principais produtores e fornecedores de alimentos sustentáveis do mundo (Unem, 2022a).

Biocombustíveis são obtidos através de biomassa renovável, uma matéria prima orgânica não fóssil. Dentre eles, há o etanol de milho, considerado uma fonte energética limpa que reduz em 85% a difusão de gases de efeito estufa, e auxilia toda a cadeia produtiva, desde os fornecedores até a indústria, contribuindo com todas as etapas de sua conversão para a constituição final do produto. Estende-se também ao recolhimento de impostos, geração de emprego e proventos (Unem, s.d.).

4.1 Situação atual da produção de etanol de milho no Brasil

A segunda safra de milho do Brasil em 2012 foi de 39,1 milhões de toneladas, 70% a mais que em 2011 e 15,5% em relação à safra de verão 2011/12 (Conab, 2017). A segunda colheita de milho do Brasil até agora superou a colheita de verão, tornando-se a safra mais importante do Brasil, e segue avançando na questão de produtividade a cada ano (Freitas; Miura, 2018).

Os mesmos autores ainda realizaram pesquisas com as usinas de etanol provenientes de milho, demonstrou que a produção de etanol é viável quando o preço da saca de milho está entre R$ 30,00 e R$ 33,00. Além desse valor, também deve ser considerado o preço de venda do etanol, principalmente no mercado de compra e venda de etanol anidro, onde esse biocombustível está disponível comercialmente.

No entanto, como as usinas flexíveis não param durante a entressafra da cana-de-açúcar, elas podem operar linearmente por cerca de 11 meses, dando aos usineiros a vantagem de otimizar melhor a utilização dos equipamentos, eliminando custos fixos. Além disso, do ponto

de vista da produção de etanol, o processamento do milho apresenta maior vantagem econômica do que o processamento da cana-de-açúcar. (Freitas; Miura, 2018).

Transformando-se no terceiro maior fabricante de milho do mundo e o segundo maior exportador, o Brasil fornece 9% da produção e responde por 22% das exportações. Mais de 100 milhões de toneladas colhidas pelos brasileiros a cada ano são essenciais para a fabricação de etanol de milho e a movimentação da cadeia de proteína de origem animal (Syngenta, 2021).

Segundo levantamentos, 1 tonelada de cana-de-açúcar produz de 70 a 85 litros de etanol e 1 tonelada de milho produz cerca de 400 litros deste biocombustível. Os usineiros obtêm renda adicional com subprodutos tradicionais do milho, como o farelo destilado e seco e o óleo bruto, enquanto também comercializam outro produto de alto valor, o DDG (grão destilado seco), podendo obter até 323 kg de DDG a partir de 1 tonelada de milho. Os grãos de milho suportam armazenamento, reduzindo a volatilidade sazonal no fornecimento de cana para álcool (Freitas; Miura, 2018).

4.2 Perspectivas da produção brasileira de etanol de milho

A suspensão do cultivo de cana-de-açúcar na Amazônia e a crescente demanda por energia verde fizeram do milho uma importante matéria-prima para o etanol, fazendo com que a produção de etanol de milho esteja em processo de expansão e como reflexo disso, vemos o aumento das ofertas de produtos e sua participação no mercado (Zocchio, 2023).

Os agricultores de milho deverão colher na segunda safra de 2021/22, cerca de 87,4 milhões de toneladas, de acordo com o levantamento 11º da safra de grãos, divulgado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Com bons rendimentos, a empresa estima a produção total de grãos para a temporada em 271,4 milhões de toneladas, um aumento de 6,2% em relação à safra 2020/2021. A safra anual foi de 15,9 milhões de toneladas. A produtividade do milho safrinha segue alta em mais de 79% da área plantada, segundo o andamento da safra divulgado pela estatal esta semana. Se confirmado, a previsão da segunda safra do milho neste valor representaria a maior produtividade registrada na série histórica (Conab, 2022)

O Brasil deverá produzir 6 bilhões de litros de etanol de milho em 2023/2024, alcançando uma alta de 36% em relação a 2022 e de 800% nos últimos cinco anos. O milho foi responsável por 15% de toda a produção de etanol no Brasil em 2022/23 e a União Nacional do Etanol de Milho estima até 2030 o etanol de milho responderá por 20% do mercado nacional de biocombustíveis (BOSCHIERO, 2023).

.

A indústria de etanol de milho tem perspectivas de crescimento com base no prognóstico de produção de grãos no país. Atualmente, o milho secundário representa cerca de 40% da área plantada com soja no país, o que significa que o potencial de expansão do milho nessas áreas de integração agrícola é grande. A indústria produzirá 10 bilhões de litros de etanol de milho por ano em 2030/2031, mais que o dobro da produção atual (Unem, 2022b).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O álcool é uma substância orgânica presente em diversos produtos do cotidiano, dentre eles o uso como combustível veicular. Como um dos principais biocombustíveis, o etanol de milho surge como alternativa na proteção ambiental e redução da emissão de gases de efeito estufa, além da produção de produtos que podem ser utilizados em outros setores. A vantagem de uma usina que produz álcool de milho sobre uma usina de cana-de-açúcar é a destilaria podendo operar o ano todo.

Novas oportunidades de mercado regional e políticas nacionais podem beneficiar a produção brasileira de etanol de milho, tendo a eficiência e determinação de futuro desse mercado definida pelas ações dos agentes privados e governamentais.

A produção de etanol no Brasil a partir do milho é um novo canal de comercialização desse grão. No entanto, com base no demonstrado, há altas evidências de que ela veio para ficar, tanto pela sua importância estratégica para a matriz energética do país quanto pelas vantagens financeiras que proporciona aos vários atores econômicos envolvidos na cadeia produtiva.

A produção de combustível a partir do milho tem se mostrado importante para o atendimento da demanda interna de etanol, especialmente quando a safra de cana-de-açúcar é escassa ou quando o açúcar é mais atrativo que o álcool. Além da alta disponibilidade de grãos, a utilização do milho na fabricação de etanol traz diversos outros benefícios, como maior tempo de armazenamento dos grãos, permitindo uma produção mais consistente ao longo do ano. A opção de armazenamento também permite que se obtenham os grãos nos momentos considerados mais vantajosos financeiramente. Outra questão que tem contribuído para o desenvolvimento da produção de etanol de milho é a evidência de subprodutos, diversificação das fontes de renda das usinas produtoras e redução de riscos.

REFERÊNCIAS

ANP. Produção e fornecimento de biocombustíveis: **Etanol**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-e-fornecimento-de-biocombustiveis/etanol>. Acesso em: 01 mar. 2023.

BELLUCO, A. E. de S.; ALCARDE, A. R. **Cana e milho: distintos convergem ao etanol**. Visão Agrícola, v. 5, n. 8, p. 50-52, 2008. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA08-pesquisa08.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2023.

BORTOLETTO, Aline Marques; ALCARDE, André Ricardo. **Dominante nos EUA, etanol de milho é opção, no Brasil, para safra excedente**. Visão Agrícola, Piracicaba, n. 13, p. 135-137, jul./dez. 2015. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Industrializacao-artigo1.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2023.

BOSCHIERO, B. N. **Etanol de milho no Brasil: 3 razões que impulsionam o crescimento**. Agroadvance. 29 nov. 2022. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-etanol-de-milho-no-brasil-crescimento/>. Acesso em: 05 abr. 2023.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira**. Brasília, 2015. v. 2, n. 3, p. 8. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_12_17_09_03_29_boletim_cana_portugues_-_3o_lev_-_15-16.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2023.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: Cana-de-açúcar**. Safra 2021/22. Boletim, Brasília v. 8, n. 3, p. 1-56, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar/item/download/45235_5916d2bdd57504633db83f5a7aba0af2>. Acesso em: 01 mar. 2023.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Análise do mercado agropecuário**. Brasília: CONAB, out. 2017. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/index.php/info-agro/analises-do-mercado-agropecua-rio-e-extrativista/analises-do-mercado#an%EF%BF%BDlise-mensal>. Acesso em: 28 fev. 2023.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Estimativa aponta recorde para milho 2ª safra com produção superior a 87 milhões de toneladas.** 11º Levantamento da Safra de Grãos 2021/2022. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4718-estimativa-aponta-recorde-para-milho-2-safra-com-producao-superior-a-87-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 02 mar. 2023.

DONKE, A.C.G. **Avaliação de desempenho ambiental e energético da produção de etanol de cana, milho e sorgo em uma unidade integrada, segundo a abordagem do ciclo de vida.** 2016. 243p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-13072016-092027/publico/anadonke_dissertacao.pdf >. Acesso em: 05 abr. 2023.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Cenários de produção de etanol de milho no brasil. In:

etanol de milho é opção, no Brasil, para safra excedente. Piracicaba: Visão Agrícola, Rio Oil and Gas, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/sala-de-imprensa/noticias/Documents/8-IBP1710_18%20CEN%C3%81RIOS%20DE%20PRODU%C3%87%C3%83O%20DE%20ETANOL%20DE%20MILHO%20NO%20BRASIL%20.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2023.

FERNANDES, R. **Avaliação da Produção de Etanol Empregando Milho Como Matéria-prima**. 2019. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Faculdade de Engenharia Química - Universidade Federal de Uberlândia/MG. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/27653>. Acesso em: 30 mar. 2023.

FREITAS, S. M. D.; MIURA, M. Situação Atual e Perspectivas da Produção Brasileira de Etanol de Milho1. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, Instituto de Economia Agrícola, v. 13, n. 5, 24 mai. 2018 ISSN:1980-0711. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/AIA/AIA-25-2018.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2023.

LOPES, C. H.; BORGES, M. T. M. R. Controle na fabricação de álcool. São Carlos, SP, Ed. UFSCar, 95 p., 2009.

MARQUES, S. J. P.; CUNHA, M. E. T. da. Produção de álcool combustível utilizando milho. **UNOPAR Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 7, n. 1, p. 45-51, nov. 2008. Disponível em: <https://revista.pgsskroton.com/index.php/exatas/article/view/710>. Acesso em: 28 fev. 2023.

MME. Ministério de Minas e Energia. **RenovaBio**. 2022. Disponível em: <http://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/acoes-e-programas/programas/renovabio>. Acesso em: 31 mar. 2023.

NEVES, Marcos Fava (org.). **Etanol de Milho**: Cenário atual e perspectivas para a cadeia no Brasil. Ribeirão Preto, SP: UNEM, 2021. *E-book* (116p.) color. ISBN: 978-65-00-21078-1. Disponível em: <https://doutoragro.com/wp-content/uploads/2021/05/Ebook_Etanol-de-Milho-compactado.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2023.

NOGUEIRA, L. C.; CAROLINE, R.; COSTA, G. H. G. POLÍMERO AFETA A LEVEDURA DURANTE O PROCESSO FERMENTATIVO. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA AGROPECUÁRIA, AGRÍCOLA E AMBIENTAL (CBMAAA) , 1., 2016, São Paulo. **Anais** [...]. Jaboticabal: Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agropecuária , 2016. v. 8, p. 1-6, Disponível em: <https://docplayer.com.br/88627937-Polimero-afeta-a-levedura-durante-o-processo-fermentativo-polymer-affects-the-yeast-during-the-fermentative-process.html>. Acesso em: 03 mar. 2023.

OZAKI, PAULO MORAES. **Clusters de etanol de milho**. Disponível em: <http://www.imea.com.br/imea-site/view/uploads/estudoscustomizados/AnaliseClusterEtanolMilho.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2023.

PROPEC. **Confira as diferenças entre etanol de milho e etanol de cana**. 2021. Disponível em: <https://propeq.com/diferencas-entre-etanol-de-milho-e-etanol-de-cana/>. Acesso em: 04 abr. 2023.

SYNGENTA. Etanol de milho: opção sustentável ganha força no Brasil. 2021. Disponível em: <https://portal.syngenta.com.br/noticias/etanol-de-milho-opcao-sustentavel-ganha-forca-no-brasil/#:~:text=As%20mais%20de%20100%20milh%C3%B5es,ganhado%20espa%C3%A7o%20nas%20%C3%BAltimas%20safras>. Acesso em: 03 abr. 2023.

TOLENTINO JÚNIOR, C. **Etanol de Milho: contexto e chegada em Mato Grosso do Sul**. 2021. Disponível em: <https://portal.sistemafamasul.com.br/artigos/etanol-de-milho-contexto-e-chegada-em-mato-grosso-do-sul>. Acesso em 03 abr. 2023.

UNEM. União Nacional do Milho. **Etanol: Solução para todos**. 2022a. Disponível em: <https://etanoldemilho.com.br/2022/06/06/etanol-solucao-para-todos/>. Acesso em: 03 mar. 2023.

UNEM. União Nacional do Milho. **Alta na produção de milho sustenta crescimento do mercado de etanol**. 06 out. 2022b. Disponível em: <https://etanoldemilho.com.br/2022/10/06/alta-na-producao-de-milho-sustenta-crescimento-do-mercado-de-etanol/>. Acesso em: 05 abr. 2023.

UNEM. União Nacional do Milho. **Vantagens do biocombustível**. Disponível em: <https://etanoldemilho.com.br/home/sustentabilidade/>. Acesso em: 05 abr. 2023.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **Etanol combustível do presente e futuro da mobilidade sustentável**. Disponível em: <https://unica.com.br/setor-sucroenergetico/etanol/> Acesso em: 05 abr. 2023.

ZOCCHIO, G. **Produção de etanol de milho dispara mesmo com temor de proteção ambiental frágil.** Repórter Brasil, 2023. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2023/03/producao-de-etanol-de-milho-dispara-mesmo-com-temor-de-protecao-ambiental-fragil/>. Acesso em: 03 abr. 2023.