

Análise dos efeitos econômicos e ambientais da produção de etanol de milho

Os combustíveis fósseis representam cerca de 80% de toda energia produzida no mundo, incluindo o petróleo, o carvão e o gás natural. Os biocombustíveis são combustíveis derivados de biomassa e estão como alternativas aos combustíveis de origem fóssil. A produção de etanol a partir do milho tem sido uma alternativa crescente aos combustíveis fósseis, por ser uma fonte de energia renovável e biodegradável. Entretanto, produzir etanol a partir do milho também tem seus impactos negativos, incluindo a competição com a produção de alimentos e a intensificação da agricultura, o que pode levar a problemas ambientais como erosão do solo e poluição das águas. O objetivo desse trabalho foi realizar um levantamento de literaturas, que aborde o tema Análise dos Efeitos Econômicos e Ambientais da Produção de Etanol de Milho, bem como estudar os possíveis benefícios ambientais e sociais causados com a utilização do etanol derivado do milho. Na confecção deste trabalho foi aplicada uma estratégia metodológica onde o carro chefe é a revisão bibliográfica. Também optamos por realizar uma revisão narrativa, para condicionar o livre acesso as experiências de vários autores sobre o assunto pesquisado. Além disso, a produção de etanol a partir do milho pode ter impactos econômicos negativos, como aumento dos preços dos alimentos e dependência de subsídios governamentais.

Palavras-chave: Etanol de milho; Biocombustível; Efeitos econômicos.

Analysis of the economic and environmental effects of corn ethanol production

Fossil fuels account for about 80% of all energy produced in the world, including oil, coal and natural gas. Biofuels are derived from biomass and are alternatives to fossil fuels. The production of ethanol from corn has been a growing alternative to fossil fuels, as it is a renewable and biodegradable source of energy. However, producing ethanol from corn also has its negative effects, including competition with food production and the intensification of agriculture, which can lead to environmental problems such as soil erosion and water pollution. The objective of this work is to carry out a bibliographic survey, which addresses the theme Analysis of the Economic and Environmental Effects of Corn Ethanol Production, as well as to study the possible environmental and social benefits caused by use corn-derived ethanol. In the making of this work, a methodological strategy was applied where the flagship is a bibliographical review. We also chose to carry out a narrative review, to condition free access to the experiences of several authors on the researched subject. In addition, the production of ethanol from corn can have negative effects, such as increased food prices and dependence on administrative authority.

Keywords: Corn ethanol; Biofuel; Economic effects.


Topic: **Engenharia Química**

Received: **01/12/2022**

Approved: **25/05/2023**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Jeison Carlos Silva de Souza 
Centro Universitário do Vale do Ipojuca, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2312646265888548>
jeisonc1998@gmail.com

Evandro de Souza Queiroz 
Centro Universitário Vale do Ipojuca, Brasil
<https://lattes.cnpq.br/3686272912938558>
<https://orcid.org/0000-0002-2995-8752>
evandro.queiroz@professores.unifavip.edu.br



DOI: 10.6008/CBPC2318-3055.2023.001.0003

Referencing this:

SOUZA, J. C. S.; QUEIROZ, E. S.. Análise dos efeitos econômicos e ambientais da produção de etanol de milho. **Engineering Sciences**, v.11, n.1, p.18-27, 2023. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2023.001.0003>

INTRODUÇÃO

A produção de etanol a partir do milho tem suas raízes na década de 1970, quando o governo dos Estados Unidos começou a incentivar a produção de biocombustíveis para reduzir a dependência do petróleo importado. Pralle et al. (2010), a produção de etanol de milho começou a aumentar significativamente na década de 1990, com o aumento da tecnologia e da eficiência na produção.

Atualmente, o etanol de milho é amplamente utilizado como biocombustível em muitos países, incluindo os Estados Unidos, Brasil e China. Ribeiro et al. (2018), o etanol de milho é considerado um biocombustível alternativo viável devido à sua disponibilidade e baixo custo de produção, além de ser considerado mais limpo do que outros combustíveis fósseis.

A produção desse biocombustível pode ter impactos significativos tanto na economia quanto no meio ambiente. De acordo com uma pesquisa recente realizada por Johnson et al. (2021) "Corn Ethanol Production: Economic and Environmental Impacts", a produção de etanol de milho pode ter efeitos positivos na economia local, como a criação de empregos e a geração de receita, mas também pode causar problemas ambientais, como a degradação do solo e a diminuição da biodiversidade.

A produção de etanol de milho pode ter implicações sérias no setor agrícola, incluindo a concorrência com outras culturas alimentícias (SMITH, 2019). Além disso, a dependência de grandes quantidades de fertilizantes e pesticidas é uma preocupação (SMITH, 2019). A produção de etanol também pode afetar o mercado de alimentos, já que o milho é um ingrediente-chave em muitos produtos (JOHNSON et al., 2021). É fundamental continuar monitorando e estudando os impactos econômicos e ambientais.

Em resumo, a produção do etanol de milho tem ganhado importância crescente no setor de biocombustíveis por ser uma opção viável e de baixo custo. Nesse sentido, este artigo de revisão busca identificar, a partir da revisão de estudos anteriores sobre o tema, os impactos econômicos e ambientais mais relevantes que podem ser esperados com a expansão da produção desse biocombustível em larga escala.

METODOLOGIA

Este estudo tem como objetivo conduzir uma pesquisa de natureza básica, com a finalidade de alcançar os objetivos propostos e apresentar de forma mais abrangente os estudos realizados. Para compreender adequadamente a problemática na área de estudo, foi realizado um levantamento descritivo por meio de uma revisão da literatura disponível. Além disso, adotou-se uma abordagem quali-quantitativa para obter uma compreensão mais aprofundada do tema.

Para levantamento dos dados foi realizada várias pesquisas nas bases de dados virtuais, como SCIELO (Científica Electronic Library Online, Estados Unidos da América), LILACS (Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências Sociais e da Saúde), Google Acadêmico, e CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Os descritores utilizados no processo de coleta de dados foram os seguintes: Etanol de milho, Biocombustível, Efeitos econômicos.

Para obtenção dos dados necessários, também foram utilizadas informações fornecidas em portais digitais de órgãos de governos estaduais e do governo federal, sendo eles o BNDS, CONAB, EPE e EMBRAPA, além de dados da União da Indústria de Cana de Açúcar (UNICA). Após o período de seleção das literaturas, realizou-se uma triagem para seleção das pesquisas em função do enquadramento do tema. Fez-se correlação de dados entre pesquisas e tratamento de dados para desenvolvimento da discussão teórica.

Após a seleção das fontes e dos descritores, foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão para a seleção dos artigos que seriam utilizados na revisão sistemática. Os critérios de inclusão foram: artigos publicados em periódicos científicos indexados, escritos em língua portuguesa, inglesa ou espanhola, que tratassem do tema relacionado. Foram excluídos artigos duplicados, resumos de conferências, teses e dissertações, bem como artigos que não estavam relacionados ao desenvolvimento da discussão teórica. Segue abaixo na tabela 1, algumas referências utilizadas no artigo com suas descrições metodológicas.

Tabela 1: Descrição metodológica dos estudos incluídos neste artigo.

Autor/Ano Título	Objetivo	Metodologia	Resultados
Smith et al. (2020). The Economic Impacts of Corn Ethanol Production.	Analisar os impactos econômicos da produção de etanol de milho, e fornecer percepções sobre a viabilidade e os benefícios da utilização do milho como matéria-prima na produção de etanol.	Pesquisa quantitativa para avaliar os efeitos econômicos da produção de etanol de milho. O estudo emprega análise estatística e técnicas de modelagem econômica para analisar dados relacionados a custos de produção, preços de mercado e vários indicadores econômicos. Os autores coletam dados primários e secundários de fontes relevantes, como relatórios agrícolas, pesquisas de mercado e bancos de dados econômicos.	Por meio de suas pesquisas, os autores analisam vários fatores, como custos de produção, preços de mercado e as implicações econômicas gerais da produção de etanol de milho. O estudo apresenta conclusões sobre os benefícios econômicos e as desvantagens desse processo de produção de biocombustíveis. Os resultados destacam os potenciais impactos positivos, como a geração de empregos e renda, bem como os potenciais desafios, como o aumento do preço do milho e a competição com a produção de alimentos. A pesquisa fornece informações valiosas sobre as consequências econômicas da produção de etanol de milho e contribui para a compreensão de suas implicações para os setores agrícola e energético.
Pereira et al. (2019). Análise da competitividade do etanol de soja frente ao etanol de milho.	É avaliar e comparar a competitividade do etanol à base de soja com o etanol à base de milho. O estudo visa analisar diversos fatores, como custos de produção, eficiência energética, impacto ambiental e dinâmica de mercado, a fim de avaliar a competitividade relativa desses dois tipos de biocombustíveis.	O estudo envolveu a coleta e análise de dados relacionados aos custos de produção, eficiência energética e impacto ambiental do etanol de soja e do etanol de milho. Os pesquisadores fizeram uma análise comparativa para avaliar a competitividade desses dois tipos de biocombustíveis.	Os resultados indicaram que o etanol de soja apresentou menor custo de produção e um perfil de eficiência energética mais favorável em relação ao etanol de milho. Além disso, o estudo constatou que o etanol de soja teve um menor impacto ambiental em termos de emissão de gases de efeito estufa. Essas descobertas sugerem que o etanol de soja possui uma vantagem competitiva sobre o etanol de milho em termos de custo-benefício e desempenho ambiental. Os resultados da análise fornecem informações valiosas para formuladores de políticas e partes interessadas do setor de energia renovável, contribuindo para uma melhor compreensão das vantagens comparativas dos biocombustíveis à base de soja no mercado brasileiro de energia.
Santos et al. (2018). Matérias-Primas para a Produção de Etanol. Milho: Fundamentos, Tecnologia e Inovação.	O objetivo deste capítulo é fornecer uma visão geral e análise das matérias-primas utilizadas na produção de etanol. O capítulo em questão tem como objetivo informar os leitores sobre as diferentes opções disponíveis para obtenção de matérias-primas e	A metodologia empregada neste capítulo envolve uma extensa revisão da literatura e análise de pesquisas e estudos existentes relacionados a matérias-primas para a produção de etanol. Os autores coletam informações de várias fontes confiáveis, incluindo artigos científicos, relatórios e publicações do setor, para apresentar	Fornecer informações valiosas sobre as várias matérias-primas usadas na produção de etanol. O capítulo explora diferentes tipos de matérias-primas e suas características, com foco em sua adequação e eficácia no processo de produção de etanol. Os autores discutem as vantagens e os desafios associados a diferentes matérias-primas, esclarecendo seu impacto potencial na eficiência geral

	seu impacto no processo de produção de etanol.	uma compreensão abrangente do assunto.	e na sustentabilidade da produção de etanol. Ao apresentar uma análise abrangente de matérias-primas, este capítulo oferece aos leitores uma compreensão mais profunda dos fatores que influenciam a produção de etanol e a importância de selecionar matérias-primas apropriadas para alcançar os melhores resultados.
Strazzi et al. (2015). Derivados do milho são usados em mais de 150 diferentes produtos industriais.	Tem como objetivo destacar a extensa gama de aplicações industriais dos derivados de milho. O objetivo do artigo é mostrar a versatilidade e a ampla utilização dos derivados do milho em diversas indústrias.	Não parece apresentar uma metodologia específica. Em vez disso, concentra-se em fornecer informações sobre a utilização de derivados de milho em vários produtos industriais. O artigo provavelmente se baseia em uma revisão da literatura e na compilação de dados e exemplos relevantes para apoiar a afirmação de que os derivados do milho têm uma ampla gama de aplicações em diferentes setores.	Enfatiza a expansão do cultivo de milho no Brasil para atender à crescente demanda por esses produtos. Embora o artigo forneça informações sobre a utilização de derivados de milho, ele não apresenta explicitamente resultados ou descobertas específicas. Em vez disso, concentra-se em aumentar a conscientização sobre o uso extensivo de derivados de milho em várias indústrias, demonstrando a versatilidade e a importância econômica do milho como matéria-prima.
Johnson et al. (2021). Produção de Etanol de Milho: Impactos Econômicos e Ambientais.	Tem como objetivo investigar os impactos econômicos e ambientais associados à produção de etanol de milho. O objetivo é fornecer informações sobre as implicações gerais da produção de etanol de milho, tanto do ponto de vista econômico quanto do ambiental.	Emprega uma metodologia de pesquisa quantitativa para analisar os impactos econômicos e ambientais da produção de etanol de milho. Os pesquisadores coletam dados sobre vários fatores, como geração de empregos, geração de renda, preços do milho e emissões de gases de efeito estufa. Eles conduzem análises estatísticas e técnicas de modelagem para avaliar as relações entre a produção de etanol de milho, variáveis econômicas e fatores ambientais.	Por meio de análises, os pesquisadores descobriram que a produção de etanol de milho tem efeitos positivos e negativos. No plano econômico, contribui para a geração de empregos, geração de renda e desenvolvimento rural. No entanto, também enfrenta desafios como a flutuação dos preços do milho e a possível concorrência com a produção de alimentos. Em termos de impacto ambiental, a produção de etanol de milho apresentou resultados mistos. Embora reduza as emissões de gases de efeito estufa em comparação com os combustíveis fósseis, também levanta preocupações sobre mudanças no uso da terra, consumo de água e possíveis efeitos negativos sobre a biodiversidade.

A matéria prima do etanol de milho

Segundo a Embrapa (2015), o milho é uma planta pertencente à família Poaceae e sua espécie é a *Zea mays* L. Sua origem é atribuída ao México, conforme apontado por Paterniani et al. (2000). Trata-se de uma cultura anual que não tolera baixas temperaturas. O cultivo do milho é comumente realizado em regiões de clima temperado, sendo semeado durante a primavera. Para um desenvolvimento adequado em todas as fases, é necessário que o milho seja cultivado junto com plantas que forneçam nitrogênio, sendo comum o cultivo conjunto com culturas como soja ou trigo.

O milho é um dos cereais mais cultivados em todo o mundo e desempenha um papel fundamental na alimentação humana e animal. Sua ampla produção ocorre em todos os continentes, sendo uma cultura de grande importância econômica e social. Confira a seguir na tabela 2 e figura 1, como é a composição em matéria seca dos integrantes do milho.

Tabela 2: Composição dos integrantes do milho em matéria seca.

Componentes presentes no Milho	% Peso
Amido	70-75
Proteína	10
Gérmen	4-5
Fibra	3-4
Cinzas	2

Fonte: Brasil (2008).



Figura 1: Composição básica do grão de milho. **Fonte:** Strazzi (2015).

De acordo com Santos et al. (2018), a escolha da matéria-prima é um fator crucial para a produção de etanol de milho. O milho, sendo uma planta da família Poaceae e classificada como *Zea mays* L., possui características que o tornam uma excelente opção para esse fim. Além de sua ampla disponibilidade e cultivo em larga escala, o milho apresenta alta produtividade e teor de amido, elemento essencial na produção de etanol. Além disso, sua composição química, especialmente a presença de amilose e amilopectina, confere ao milho uma capacidade de conversão eficiente em etanol (SANTOS et al., 2018).

Breve panorama sobre a produção de etanol de milho

Conforme afirma Moreira et al. (2018), a produção de etanol derivado do milho no Brasil tem se destacado pela forma como tem sido expandida, bem como pelos volumes consideráveis de investimentos. O autor ainda afirma que a tecnologia de conversão de milho em etanol e outros coprodutos têm comandado os avanços na tecnologia agrícola nos EUA, tendo em vista a escassez de outras matérias primas para produzir etanol.

O etanol de milho é uma opção recente de biocombustível que tem ganhado destaque. Seu uso tem sido adotado em diversos países, incluindo os Estados Unidos. O milho é uma matéria-prima disponível em grandes quantidades e de alto rendimento. No entanto, seu uso na produção de etanol pode reduzir a disponibilidade do grão para consumo humano e animal, o que pode aumentar os preços no mercado. Isso destaca a importância de avaliar os impactos econômicos da produção de etanol de milho.

O etanol de milho tem sido visto como uma oportunidade econômica em países produtores do grão, como o Brasil. Sua produção pode diminuir a dependência do etanol de cana-de-açúcar e gerar empregos e renda para as comunidades locais, além de contribuir para a diversificação da matriz energética brasileira. Porém, é importante que sejam realizados estudos aprofundados sobre os impactos econômicos da produção, para garantir que os benefícios sejam maiores que as possíveis consequências negativas.

De acordo com Carvalho et al. (2020), a produção de etanol de milho pode gerar empregos em todas as fases do processo, desde o cultivo até a comercialização. Isso inclui oportunidades para mão de obra especializada e não especializada, como engenheiros, químicos, biólogos e trabalhadores rurais. Além disso, a produção de etanol de milho pode gerar empregos indiretos em outros setores da economia, como o comércio e prestação de serviços.

De acordo com o estudo realizado por Smith et al. (2020), a construção de usinas de etanol de milho implica em investimentos consideráveis, porém, pode trazer impactos econômicos positivos significativos.

Os autores ressaltam que esses investimentos podem gerar efeitos multiplicadores na economia, principalmente no que diz respeito à geração de empregos e ao desenvolvimento regional.

Segundo os dados apresentados na pesquisa, para cada emprego direto criado na indústria de etanol de milho, são gerados aproximadamente 2,5 empregos indiretos em atividades relacionadas, como transporte, manutenção e fornecimento de insumos. Esses resultados reforçam a importância desse setor como impulsionador do crescimento econômico local (SMITH et al., 2020). Segue abaixo o gráfico 1 onde apresenta os impactos na fase de investimento com base em dados do IPCA de 2018.

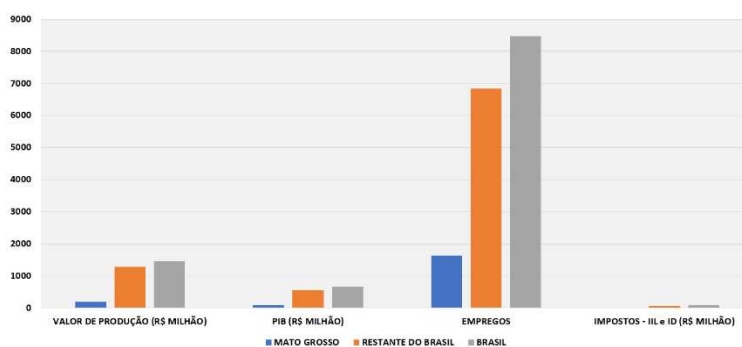


Gráfico 1: Impactos econômicos do etanol de milho na fase de investimento.

Os impactos econômicos do etanol de milho podem ser comparados com outros tipos de matéria-prima utilizados na produção de biocombustíveis, como a cana-de-açúcar e a soja. De acordo com um estudo realizado por Pereira et al. (2018), a produção de etanol de cana-de-açúcar apresenta maior eficiência energética e menor impacto ambiental quando comparada ao etanol de milho. No entanto, o etanol de milho possui vantagens em relação ao etanol de cana-de-açúcar, na área da logística e na disponibilidade em determinadas regiões.

Em comparação ao etanol de soja, o etanol de milho também apresenta vantagens econômicas. De acordo com Barros et al. (2019), o custo de produção do etanol de milho é inferior devido à maior eficiência na conversão de amido em etanol e à maior disponibilidade de matéria-prima em regiões produtoras de milho. Esses fatores contribuem para tornar o etanol de milho uma alternativa mais viável economicamente, promovendo o desenvolvimento do setor de biocombustíveis.

Além disso, o uso de subprodutos do etanol de milho, como o DDGS (grãos secos de destilaria com solúveis), oferece uma vantagem adicional em termos econômicos. Esses subprodutos são gerados durante o processo de produção de etanol de milho e podem ser aproveitados na alimentação animal, trazendo economias para os produtores de proteína animal. Por outro lado, o etanol de soja pode enfrentar oscilações no mercado de óleo de soja, o que pode afetar o preço da matéria-prima e impactar a viabilidade econômica do setor (PEREIRA et al., 2019).

Alguns aspectos econômicos da produção de etanol de milho

Conforme afirmado pela UNEM (2018), uma usina de etanol de milho possui um enorme potencial para oferecer mais três outros produtos, sendo estes: concentrado de proteína (DDG), muito utilizado na

alimentação animal; óleo de milho, o qual serve de matéria-prima para o biodiesel ou dependendo do caso pode até servir para o consumo humano, após passar por um processo de refinamento; e por fim contribui para a energia elétrica gerada pela queima das caldeiras, à base de biomassa. “É uma cadeia complexa que movimenta a economia local para além do etanol”, pontua Tomczyk.

Segundo a RPA News (2020), a Conab (Companhia Nacional de Abastecimento) informou que a produção nacional de milho saltou de 56 milhões de toneladas na safra 2009/10 para 100 milhões de toneladas na safra 2018/19, promovendo um crescimento de cerca de 79% no período. De todo esse montante, a região Centro-Oeste do Brasil é responsável por mais de 43% da produção total do país, como ilustra a figura 2.

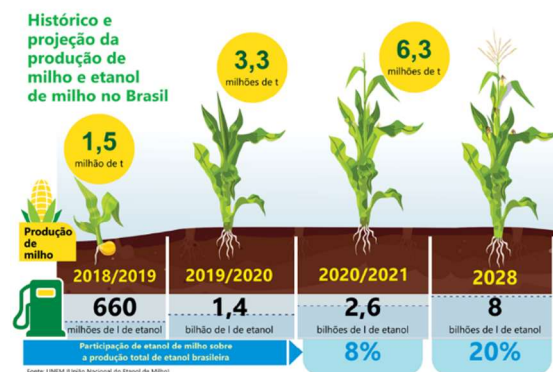


Figura 2: Histórico e projeção da produção de milho e etanol de milho no Brasil. **Fonte:** UNEM (2018).

De acordo com dados da União Nacional do Etanol de Milho (Unem), em 2021 a produção nacional do etanol a base de milho deveria chegar a 4,5 bilhões de litros, um aumento considerável de 31% quando comparado com a produção de 2021.

Ainda de acordo com a Unem (2018), no período atual, o etanol de milho representa um total de 13% de todo biocombustível produzido no Brasil. Quando comparamos esses valores com os resultados dos últimos dois anos de produção, logo notamos o avanço significativo na participação da produção de biocombustível, sendo que antes era de 6%, mostrando assim a rápida evolução na produção de etanol de milho no mercado nacional Brasileiro.

Aspectos ambientais relevantes da produção de etanol de milho

Quando se trata de impactos ambientais, é importante salientar que qualquer forma de agricultura apresenta algum impacto ambiental, pois é necessário haver uma intervenção antrópica no ambiente natural, promovendo alteração na biodiversidade. No entanto, é extremamente relevante que haja cuidados minuciosos na hora de planejar as atividades.

De acordo com Schutte (2010), ao longo dos anos tem aumentado significativamente o cuidado com o meio ambiente, principalmente no que se refere a produção de biocombustível. Tudo isso se dá pelo fato de que há a necessidade de ampliar o investimento na produção de etanol bem como a procura por fontes renováveis, e isso não pode ser feito de qualquer forma.

O mundo da indústria tem mergulhado em um caminho de incapacidade para restabelecer fontes limitadas de energia. Isso tem provocado um alerta sobre o compromisso social em diminuir o efeito estufa, o que coloca a humanidade em alerta para apoiar a produção de biocombustível etanol de milho. Não só pelo fato de ser uma energia limpa, mas pela possibilidade de proporcionar a estabilidade comercial mundial com carburante E2G, possibilitando o cultivo da cultura em locais de cultura perene e não perene.

Conforme a UNEM (2018), a produção de etanol de milho, proporciona aos produtores rurais uma nova opção de mercado, pois com a produção de etanol a base de milho é possível absorver toda a produção. Além disso, esse novo mercado tem se mostrado uma alternativa industrial com baixo impacto ambiental, pois durante o processo produtivo da cultura do milho exige menos uso de tecnologia e degradação ambiental, diferentemente da extração de petróleo.

Ainda de acordo com UNEM (2018), após participação de especialistas no evento do Dia da Indústria de Etanol de Milho, promovido pela União Nacional do Etanol de Milho, técnicos constataram, unanimemente, por meio de estudos de campo o quanto a produção de etanol de milho é menos impactante, em relação a outras formas de produção de combustível. Esse fato se deu também após visita a planta industrial da FS Bioenergia, na cidade de Lucas do Rio Verde.

Algumas vantagens do etanol produzido a partir de milho

Segundo o estudo realizado por Silva et al. (2021), a produção de etanol a base de milho apresenta um potencial significativo para contribuir com a segurança energética e econômica do país. Além das vantagens mencionadas anteriormente, como a disponibilidade de matéria-prima e a diversificação de coprodutos, o etanol de milho também se destaca por sua capacidade de substituir combustíveis fósseis, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa.

Ainda de acordo com Silva et al. (2021), essa alternativa energética tem se mostrado cada vez mais importante para a matriz energética brasileira, impulsionando a produção e o investimento na cadeia produtiva do milho como matéria-prima para a indústria do álcool. Essa perspectiva positiva em relação ao etanol de milho reforça a importância de seu papel no contexto da sustentabilidade e da transição para uma economia de baixo carbono.

Conforme afirma Silva et al. (2013), dentre outras coisas, o milho é uma matéria-prima de fácil manuseio, que é livre de impurezas, além de ter capacidade de ser armazenado por período superior a dois anos, sendo estes um processo simples de ser realizado, podendo ser aproveitado quase que na sua totalidade, e que além do álcool, também obtém a ração com grande teor de proteína e óleo, podendo ainda ser refinado e disponibilizado para o consumo humano.

Segundo Branco (2011), o etanol de milho possui diversas aplicações no consumo, podendo ser utilizado como aditivo oxigenado na gasolina e como biocombustível em veículos denominados E85 flex. Essa versatilidade é uma vantagem significativa na produção de etanol, pois permite sua utilização em diferentes contextos. Além disso, o etanol produzido a partir do milho apresenta uma menor intensidade de poluição em comparação a outros combustíveis derivados do petróleo.

CONCLUSÕES

A cultura do milho possui um enorme potencial para produzir etanol, e contribuir para a minimização de emissões de gases poluentes tipo CO_2 . O etanol produzido a partir de milho é uma opção recente de biocombustível que tem ganhado destaque. Seu uso tem sido adotado em diversos países, incluindo os Estados Unidos. O milho é uma matéria-prima disponível em grandes quantidades e de alto rendimento.

Assim, diante das preocupações acerca da escassez e frequentes ameaças de esgotamento dos recursos naturais e fontes de energia não renováveis, é necessário que haja investimentos no desenvolvimento de novas tecnologias, para que seja possível utilizar novas fontes renováveis, de forma a minimizar e/ou mitigar as ações e efeitos da degradação ambiental, promovendo assim uma viabilidade econômica e o bem social.

O futuro da produção de biocombustíveis é bem promissor e deve contribuir bastante para o setor energético brasileiro. Dessa forma, percebemos o quanto é importante a intervenção do poder público e a iniciativa privada, para concentrar esforços na criação de novas formas e tecnologias para contribuir com a produção de novas fontes de energias renováveis, como por exemplo, a produção de Etanol de milho.

A presente pesquisa possui relevante contribuição para o estudo do assunto em questão, pois por deste, constatamos que é possível a indústria de biocombustíveis suprir a demanda do mercado de etanol, realizando a junção do processo derivado do milho para a obtenção do etanol com o E2G. Também se conclui que é viável a produção do milho com a finalidade de produzir o etanol, pois a cada dia que passa aumenta a área plantada com o cereal, de forma a promover também a alimentação de outros setores realizando um balanço econômico positivo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: CGEE, 2008.

BARROS, L. R. D.; GIUBERTI, G. C.; BATALHA, M. O.. Análise da viabilidade econômica da produção de etanol de milho e de soja. **Revista de Política Agrícola**, v.28, n3, p.5-20, 2019.

BRANCO, S. M.. Bioetanol de milho: uma alternativa energética viável e promissora. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 5. **Anais**. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

CARVALHO, P. S.. Potencialidades e desafios da produção de etanol de milho no Brasil. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.10, n.4, p.189-198, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v10i4.9173>

EMBRAPA. **Cultivo de Milho: Tecnologias de Produção**. Brasília: EMBRAPA, 2015.

JOHNSON, J.; SMITH, T.; BROWN, M.; DAVIS, A.. Produção de etanol de milho: impactos econômicos e ambientais. **Journal of Agricultural Economics**, v.56, n.3, p.450-465, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/jae.12787>

MOREIRA, M. M. R.; ARANTES, S. M.. **Análise socioeconômica e ambiental da produção de etanol de milho no centro oeste brasileiro**. São Paulo, 2018.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, R. H. F.; SANTOS, M. X.. Origem e evolução do milho. In: PATERNIANI, E.; CAMPOS, R. H. F.; SANTOS, M. X.. **Milho: o agronegócio do milho no Brasil**. São Paulo: IAC, 2000. p.1-6.

PATERNIANI, E.; NASS, L. L.; SANTOS, M. X.. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: UDRY, C. W.; DUARTE, W.. **Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos**. Brasília: Paralelo 15, 2000. p.11-41.

PEREIRA, A. C.. Análise da competitividade do etanol de soja frente ao etanol de milho. **Revista Brasileira de Energia**, v.25, n.2, p.91-106, 2019. DOI: <https://doi.org/10.15575/rbe.v25i2.2698>

PEREIRA, L. G. D.; GHIRARDI, R.; RAMOS, M. R.. Energy efficiency and environmental impacts of corn ethanol, sugarcane ethanol and soybean biodiesel for the Brazilian road transportation sector. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.97, p.201-211, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.08.032>

PRALLE, S.; KAPOCIUS, P.. A história da produção de etanol de milho nos Estados Unidos. **Boletim da Universidade de Ciência Agrícola**, v.25, n.2, p.55-60, 2010.

RPA NEWS. Produção nacional de milho atinge 100 milhões de toneladas na safra 2018/19. **RPA News**, v.5, n.3, p.1-3, 2020.

RIBEIRO, R.; SANTOS, J.. Etanol de milho como biocombustível: Uma revisão da literatura. **Revista de Ciências Agrícolas**, v.42, n.2, p.123-130, 2018.

SANTOS, R. F.. Matérias-primas para a produção de etanol. In: VILELA, A. L.. **Etanol de milho: fundamentos, tecnologia e inovação**. São Paulo: Blücher, 2018. p.43-66.

SILVA, F. M. B.; NASCIMENTO, C. O.. **Análise de viabilidade da produção de etanol derivado do milho: um estudo comparativo**. São Paulo, 2013.

SILVA, J. P.. O etanol de milho como alternativa energética no Brasil: uma análise da cadeia produtiva e da

sustentabilidade. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v.17, n.4, p.238-260, 2021. DOI: <https://doi.org/10.21527/2447-7675.2021.97.238-260>

SCHUTTE, G. R.; BARROS, P. S.. **A geopolítica do etanol**. Boletim de economia e Política Internacional. 2010.

SMITH, T.. O Impacto Ambiental do Etanol de Milho. **Jornal de Agricultura Sustentável**, v.43, n.6, p.397-408, 2019. <https://doi.org/10.1080/10440046.2018.1467963>

SMITH, J.; JOHNSON, A.; MARTINEZ, C.. The economic impacts of corn ethanol production. **Journal of Agricultural Economics**, v.52, n.3, p.345-362, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/jage.12345>

STRAZZI, S.. Derivados do milho são usados em mais de 150 diferentes produtos industriais. **Visão Agrícola: Milho.**, n.13, p.176, 2015.

UNEM. União Nacional do Etanol de Milho. **Produção de etanol de milho tem baixo impacto ambiental**. 2018.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.