FACULDADE UNIRB ARAPIRACA

Curso de Engenharia de produção

IANNE KELLY SANTANA DE MELO

**PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL: A produção de etanol e seus benefícios no setor econômico**

Arapiraca

2021

IANNE KELY SANTANA DE MELO

**PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL: A produção de etanol e seus benefícios no setor econômico**

Monografia apresentada como exame final da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), do Curso de Engenharia de Produção. Faculdade UNIRB campus Arapiraca para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Dr° Anderson Ravanny de Andrade Gomes

Arapiraca

2021

**BIBLIOTECA ZUZA PEREIRA / CENTRO UNIVERSITÁRIO REGIONAL DO BRASIL – UNIRB**

MELO, Ianne Kelly Santana de

PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL: A produção de etanol e seus benefícios no setor econômico / Maria Cristina da Cunha Campos. – Arapiraca AL, 2021.

27f.

Monografia (graduação) do Curso de Engenharia de Produção–

Centro Universitário Regional do Brasil – UNIRB.

Orientador: Prof (o): Dr° Anderson Ravanny de Andrade Gomes.

1. Cana de açúcar. 2. Etanol. 3. Benefícios. I. Título.

CDD: 620

**PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL: A produção de etanol e seus benefícios no setor econômico**

IANNE KELY SANTANA DE MELO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia da Faculdade UNIRB Arapiraca, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

**Trabalho aprovado em: 07 / 12 / 2021**

**BANCA EXAMINADORA**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. Dr° Anderson Ravanny de Andrade Gomes - Orientador

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. Msc. Gilberto Santos Morais Junior - Examinador

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. Ma. Elizabeth Simões do Amaral Alves – Examinador(a)

**Arapiraca-AL**

**2021**

IANNE KELLY SANTANA DE MELO

**PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL: A produção de etanol e seus benefícios no setor econômico**

Monografia apresentada ao Programa de Graduação do Curso de Engenharia de Produção da Faculdade UNIRB de Arapiraca, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de produção.

Aprovado em: 07 / 12 / 2021

BANCA EXAMINADORA

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. Dr. Anderson Ravanny de Andrade Gomes (Orientador)

Faculdade UNIRB de Arapiraca

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. Msc. Gilberto Santos Morais Junior - Examinador

Faculdade UNIRB de Arapiraca

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. Ma. Elizabeth Simões do Amaral Alves – Examinador(a)

Faculdade UNIRB de Arapiraca

Dedico esse trabalho a minha família.

**AGRADECIMENTOS**

Primeiramente quero agradecer a Deus, meu Senhor, onde depositei toda minha fé e esperança.

Agradecer aos meus Pais, pelo amor e incentivo.

Agradecer ao meu filho João Guilherme ramos que sem ele eu não teria tido forças para continuar.

Agradecer a minha mãe Sonia Maria Santana de Melo que através dela de seu incentivo e até ajuda financeira eu não teria conseguido chegar até o fim deste curso, a meu pai Noberto monteiro De Melo e meu irmão Noberto Monteiro de Melo Filho que me deu muita força, e foi meu companheiro quase todo o curso. Agradecer ao meu orientador Anderson Ravanny de Andrade Gomes pelo suporte e paciência no pouco tempo que lhe coube.

Ianne kelly Santana de Melo

**RESUMO**

A cana-de-açúcar tem importância desde os primórdios na história do país, acompanhando o descobrimento do Brasil desde o período colonial. Frente a isso, o presente trabalho objetivou realizar uma investigação sobre o processamento de cana-de-açúcar no Brasil com enfoque a produção de etanol destacando seus benefícios no setor econômico. Para tal, foi realizada uma busca bibliográfica na literatura disponibilizada nas bases de dados Google Scholar e Scielo a fim de compilar informações a respeito do tema proposto. O Brasil apresenta o etanol como a segunda maior fonte de energia renovável. A produção e a pesquisa de etanol para o desenvolvimento tecnológico ainda estão sendo incentivadas. Comparado a outros países, o Brasil possui algumas vantagens na produção de etanol, como ocupar posição dominante em todo o processo de produção do álcool, possuir terras abundantes e mão de obra qualificada e segurança do trabalhador. Destaca-se que o etanol é produzido através do caldo da cana, mas ainda liderando o setor sucroalcooleiro. Além disso, os subprodutos produzidos durante o processo de produção, como grãos de destilaria, bagaço e torta de filtro, são de custo relativamente baixo para a indústria. Portanto, o etanol vem apresentando uma perspectiva positiva nos dias atuais e com perspectiva para anos futuros e assim fica explícita a necessidade de prosseguir em apresentar alternativas e possibilidades para o desenvolvimento de tecnologias provindas desse processo.

**PALAVRAS-CHAVE**: Bagaço, Proálcool, Meio ambiente, Fermentação

Biocombustíveis.

**ABSTRACT**

Sugarcane has been important since the beginning of the country's history, following the discovery of Brazil since the colonial period. In view of this, the present work aimed to carry out an investigation on the processing of sugarcane in Brazil with a focus on ethanol production, highlighting its benefits in the economic sector. To this end, a bibliographic search was carried out in the literature available in the Google Scholar and Scielo databases in order to compile information about the proposed theme. Brazil presents ethanol as the second largest source of renewable energy. Ethanol production and research for technological development is still being encouraged. Compared to other countries, Brazil has some advantages in ethanol production, such as occupying a dominant position in the entire ethanol production process, having abundant land and skilled labor and worker safety. It is noteworthy that ethanol is produced from sugarcane juice, but still leading the sugar and alcohol sector. Furthermore, the by-products produced during the production process, such as distillery grains, bagasse and filter cake, are relatively low cost for the industry. Therefore, ethanol has been presenting a positive perspective nowadays and with a perspective for future years, and thus the need to continue to present alternatives and possibilities for the development of technologies arising from this process becomes clear.

**KEYWORDS**: Bagasse, Pro-alcohol, Environment, Biofuels.

**SUMÁRIO**

[**1 INTRODUÇÃO 6**](#_Toc89546949)

[**2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 8**](#_Toc89546950)

[**2.1 BREVE HISTÓRICO DA PRODUÇÃO DE ETANOL 8**](#_Toc89546951)

[**2.2 ETAPAS DO PROCESSAMENTO DE ETANOL A PARTIR DA CANA-DE-AÇÚCAR 9**](#_Toc89546952)

[**2.3 DIFERENCIAÇÃO ENTRE OS TIPOS DE ETANOL 11**](#_Toc89546953)

[**2.4 SUBPRODUTOS PRODUZIDOS NA PRODUÇÃO DE ETANOL 11**](#_Toc89546954)

[**2.5 ETANOL E SUAS VANTAGENS 12**](#_Toc89546955)

[**2.5.1 Redução de poluentes e sustentabilidade 12**](#_Toc89546956)

[**2.5.2 Bioeletricidade 13**](#_Toc89546957)

[**2.5.3 Veículos flex 14**](#_Toc89546958)

[**2.5.4 Biocombustíveis. 14**](#_Toc89546959)

[**3 METODOLOGIA 15**](#_Toc89546960)

[**3.1 LEVANTAMENTO DOS DADOS 15**](#_Toc89546961)

[**3.2 ANÁLISE DOS DADOS 16**](#_Toc89546962)

[**4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 17**](#_Toc89546963)

[**4.1 BENEFÍCIOS DO ETANOL 17**](#_Toc89546964)

[**4.2 PERSPECTIVAS PARA O FUTURO 19**](#_Toc89546965)

[**4.3 CENÁRIO ATUAL DE CONSUMO DE ETANOL 19**](#_Toc89546966)

[**CONCLUSÃO 21**](#_Toc89546967)

[**REFERÊNCIAS 22**](#_Toc89546968)

# 1 INTRODUÇÃO

Desde o século XVI a cultura da cana-de-açúcar começou a ser explorada no Brasil, tendo como objetivo inicial, além da produção do açúcar para exportação, a busca pela ocupação e colonização do país. Essa ocupação logo se estendeu pela costa brasileira, principalmente nos estados de Pernambuco e Bahia, tornando-se as regiões com maior produção de açúcar da colônia. Posteriormente alguns engenhos se modernizaram e se estabeleceram como usinas de cana (MATTOS, 1942).

Segundo a teoria mais aceita, a cana-de-açúcar teve origem na Polinésia e foi difundida pelos árabes. Essa cultura é muito adaptada nas Américas por ser uma espécie típica de climas tropicais e subtropicais. A cultura é uma planta perene com rendimento médio de quatro a seis anos, e seu plantio e manejo são relativamente fáceis (TOWSEND, 2000). Atualmente, a produção de cana-de-açúcar concentra-se nas regiões Centro-Sul e Nordeste do Brasil, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor e com a maior área de plantio das lavouras. A indústria sucroalcooleira tem lucrado com isso, buscando minimizar as perdas no processo de beneficiamento e aumentar a quantidade de cana produzida por área, ou seja, aumentar a produtividade. (SILVA; SILVA, 2012)

Atualmente, o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar, e isso conota desde o plantio até a produção de açúcar, bioeletricidade e etanol, auxiliando o desenvolvimento de novas tecnologias e aumento de usinas no território brasileiro. Enfatiza-se que a cana-de-açúcar trouxe inúmeros benefícios, tais como empregos, rendas para a população e para empresas sucroalcooleiras. A vasta expansão da área ocupada pela cultura tem incrementado a adoção de tecnologias como a utilização de biomassa para a produção de calor e eletricidade (bioeletricidade). Isso conota a boa adaptação da planta a diversas regiões brasileiras gerando postos de trabalho e renda.

Vale enfatizar que o etanol tem uma relevante importância ambiental, já que além de ser produzido a partir de uma matéria-prima renovável, gerar empregos e novas oportunidades de negócios, esse biocombustível também reduz a emissão de gases para a atmosfera (SEBRAE, 2016).

Em contrapartida, sabe-se que durante a produção industrial, os principais impactos ambientais apontados estão relacionados com a poluição de ar proveniente da queima do bagaço e palhada excedente para geração de energia elétrica e cinzas dessa queima, com o descarte inadequado da água de lavagem da cana e de equipamentos.

Frente a isso, surgem as seguintes indagações: Como ocorre o processamento de cana-de-açúcar no Brasil, há diferenças na sua produção dependendo da região? Quais os benefícios que o etanol desempenha no setor econômico? Que expectativas podemos ter para o futuro sobre a produção de etanol?

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo realizar uma investigação sobre o processamento de cana-de-açúcar no Brasil com enfoque a produção de etanol destacando seus benefícios no setor econômico. Além disso, tem como objetivos específicos apresentar as etapas do processamento de cana-de-açúcar; caracterizar as vantagens da produção de etanol a partir da cana-de-açúcar; elucidar sobre os benefícios provenientes ao uso do etanol para o meio ambiente; descrever os benefícios do etanol através de subprodutos; e apontar as possíveis perspectivas futuras em relação ao etanol. Para tal, foi realizada uma busca bibliográfica na literatura a fim de compilar informações a respeito do tema proposto.

# 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## 2.1 BREVE HISTÓRICO DA PRODUÇÃO DE ETANOL

O álcool é usado não apenas como bebida e remédio, mas também como combustível, nesse sentido o uso do álcool é tão antigo quanto o carro (ROTSTEIN, 1985; CARVALHO *et al*., 2013). Na Alemanha, em 1894, pesquisadores tentaram usar álcool combustível em algumas marcas de carros, posteriormente, a primeira corrida automobilística usando o álcool como combustível aconteceu em Paris em 1899 (ROTSTEIN, 1985; CARVALHO *et al*., 2013). A partir daí surgiram alguns pesquisadores e destiladores, e a indústria passou a usar o álcool como combustível, na época o principal motivo do uso do álcool como combustível era os altos custos (ROTSTEIN, 1985).

Com o advento da Primeira Guerra Mundial (1914-1918), a gasolina foi substituída pelo álcool. Na França, por me preocupar com a crise da gasolina (Naphta), os veículos militares foram equipados com álcool. Em 1925, a Inglaterra começou a estudar o álcool usado como energia a partir da batata inglesa, mas falhou devido à importância da batata para a alimentação (MENEZES, 1980).

Somente durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945) que o álcool reapareceu, e alemães e japoneses substituíram o petróleo escasso pelo álcool. Alemanha, Áustria e Itália usaram batatas como matéria-prima. Outros países, como o Brasil, usam a cana-de-açúcar e França, Polônia, Reino Unido, Hungria e Suécia usam álcool feito de uma variedade de matérias-primas, como beterraba e alcachofra de Jerusalém (ROTSTEIN, 1985).

Os Estados Unidos é um dos maiores produtores mundiais de etanol, entretanto, a produção ocorre a partir da cultura do milho, valendo ressaltar que essa espécie é menos eficiente na produção do biocombustível o que demanda o cultivo de grandes áreas (CARVALHO *et al*., 2013; PENA, 2017).

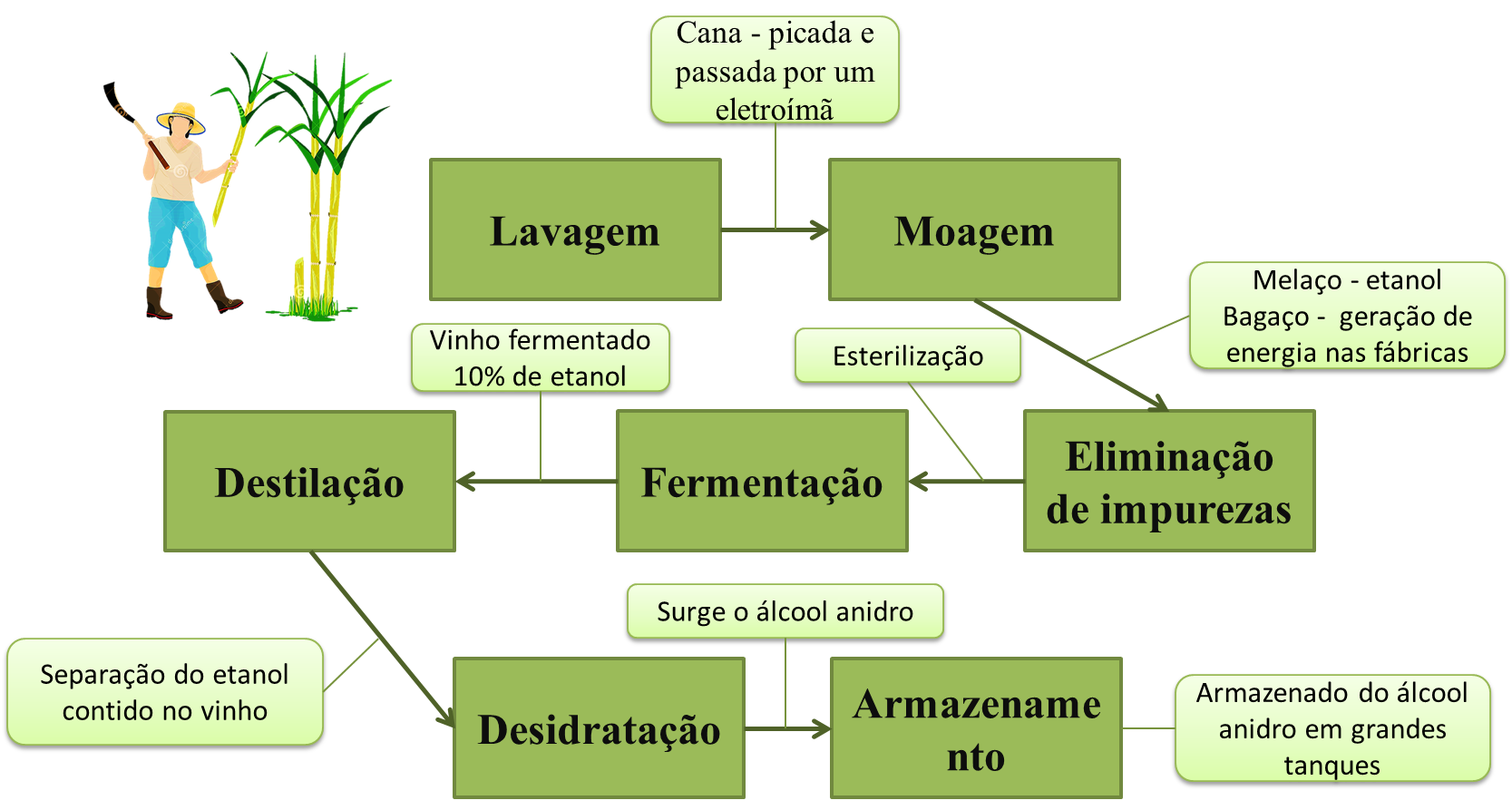
Sendo o álcool um subproduto que pode ser obtido do mel excedente da indústria açucareira, o surgimento da indústria açucareira no Brasil é um resultado natural da indústria açucareira (PAMPLONA, 1984). A história brasileira dos biocombustíveis começou no século 20, mas foi somente em 1975 que o Brasil criou o Proálcool (Programa Nacional do Álcool) e se tornou um pioneiro na área de biocombustíveis, com o objetivo de incentivar as usinas a produzir etanol a partir da Cana-de-açúcar (PAMPLONA, 1984; RODRIGUES, 2010).

Portanto, o Proálcool foi essencial na introdução do álcool combustível na matriz energética brasileira, no desenvolvimento e capacitação da tecnologia nacional, desenvolvendo a criação de condições para que nos dias atuais o país seja referência mundial nesse setor.

## 2.2 ETAPAS DO PROCESSAMENTO DE ETANOL A PARTIR DA CANA-DE-AÇÚCAR

O processamento industrial do etanol a partir da cana-de-açúcar contempla as seguidas etapas (FIGURA 1) (NOVA CANA, 2017):

Figura 1 - Fluxograma das etapas do processamento do etanol.



Fonte: Autoria própria.

**Lavagem**: Colocar em uma esteira rolante a cana pura que chega à fábrica. Lá é lavada para remover poeira, areia, lama e outros tipos de impurezas. Em seguida, a cana é picada e passada por um eletroímã, que retira o material metálico do produto.

**Moagem**: Neste processo, a cana-de-açúcar é moída por meio de rolos trituradores para produzir um líquido chamado melaço. Aproximadamente 70% do produto original vira esse caldo e 30% da parte sólida se transforma em bagaço. O processo de produção do etanol continua a partir do melaço, enquanto o bagaço pode ser utilizado para gerar energia nas fábricas.

**Eliminação de impurezas**: Para eliminar os resíduos do melaço (bagaço, areia, etc.), o líquido deve passar por uma peneira. Em seguida, é colocado em um tanque de água e deixado em descanso para que as impurezas se acomodem no fundo - esse processo é chamado de decantação. Após a decantação, é extraído o melaço puro, denominado caldo clarificado. O processo final de extração das impurezas é a esterilização, onde o caldo é aquecido para a eliminação dos microrganismos presentes.

**Fermentação**: Depois de completamente purificado, o caldo é colocado em domas (tanque), no qual é misturado a um fermento com leveduras (*Saccharomyces cerevisiae* é mais comum). Esses microrganismos se alimentam do açúcar presente no caldo. Nesse processo, a levedura quebra as moléculas de glicose para produzir etanol e dióxido de carbono. O processo de fermentação dura várias horas e, portanto, dá origem ao vinho, também denominado vinho fermentado, que contém leveduras, açúcar não fermentado e cerca de 10% de etanol.

**Destilação**: Após o etanol ser misturado ao vinho fermentado, o próximo passo é separá-lo da mistura. Nesse processo, o líquido é colocado em uma torre de destilação, onde é aquecido até evaporar. Por evaporação e condensação (conversão em líquido), o vinho é separado do etanol. Dessa forma, o álcool hidratado com teor de etanol em torno de 96% pode ser preparado e utilizado como etanol combustível.

**Desidratação**: Depois de preparar o álcool hidratado, basta retirar o restante da água contida nele para fazer o álcool anidro. Este é o estágio de desidratação, onde uma variedade de técnicas pode ser usada. Uma delas é a desidratação, em que o solvente adicionado ao álcool hidratado é apenas misturado com água, e os dois evaporam juntos. Outros sistemas, chamados de peneiras moleculares e vaporização por pé, usam tipos especiais de peneiras que retêm apenas moléculas de água. Após a desidratação, surge o álcool anidro com teor alcoólico em torno de 99,5%, que é misturado à gasolina e utilizado como combustível.

**Armazenamento**: Nesta fase, o etanol anidro e hidratado é armazenado em grandes tanques até o transporte até a distribuidora.

## 2.3 DIFERENCIAÇÃO ENTRE OS TIPOS DE ETANOL

O etanol (C2H6O), também conhecido como álcool etílico e na linguagem popular abreviado como álcool, é uma substância orgânica obtida pela fermentação do açúcar, hidratação do etileno ou redução a acetaldeído12, pode ser usado em cerveja, vinho e destilados, bem como em perfumes industriais. No Brasil, a substância também é amplamente utilizada como combustível para motores explosivos, constituindo assim um mercado crescente para os combustíveis obtidos de forma renovável e a utilização da biomassa a partir da agricultura e de fontes renováveis para o estabelecimento de uma indústria química básica. (ÚNICA, 2008). Porém, na produção de etanol, o etanol absoluto (etanol anidro) deve ser diferenciado do etanol hidratado (etanol hidratado).

De acordo com Nova Cana (2017):

• **Álcool anidro** – é caracterizado por um teor mínimo de álcool de 99,3º (Instituto Nacional de Pesos e Medidas - INPM), que consiste apenas em etanol ou álcool etílico. É utilizado como combustível automotivo (gasolina C) e como matéria-prima nas indústrias de tintas, solventes e vernizes.

• **Álcool hidratado** – é uma mistura de água e álcool com teor alcoólico mínimo de 92,6º (INPM) composta por álcool etílico ou etanol. O álcool hidratado é utilizado nas indústrias farmacêutica, alcoólica e de bebidas, combustíveis automotivos e produtos de limpeza. O etanol hidratado também é utilizado como matéria-prima para a produção de vinagre e ácido acético e para a síntese de cloral e iodofórmio.

## 2.4 SUBPRODUTOS PRODUZIDOS NA PRODUÇÃO DE ETANOL

A indústria sucroalcooleira destaca-se das demais devido seus subprodutos, o bagaço, a torta de filtro e os grãos do destilador, serem ricos em micronutrientes, que agregam valor importante à cultura da cana-de-açúcar (NUNES, 2017).

A produção de cana-de-açúcar no Brasil é projetada para atender às necessidades e objetivos da produção de etanol nos mercados interno e externo. Porém, o aumento da produção e a busca pela melhoria da qualidade do produto final, aliado ao crescimento da tecnologia e do plantio da cana-de-açúcar, tem resultado na geração de uma grande quantidade de resíduos, principalmente bagaço e grãos de destilaria. Desde que esses resíduos sejam efetivamente utilizados, eles podem ser chamados de subprodutos (EIT, 2006).

## 2.5 ETANOL E SUAS VANTAGENS

A produção de etanol tem muitas vantagens: obtenção de benefícios ambientais, redução de custos, proteção do meio ambiente, sustentabilidade, substituição de combustíveis fósseis e utilização de energia limpa (renovável) para obter energia a partir de biocombustíveis, que têm um impacto significativo em nosso meio ambiente (BERMANN, 2008).

De acordo com Pacheco (2011), devido à escassez e ao alto preço dos combustíveis fósseis e à poluição por eles causada, o etanol é uma forma alternativa de reduzir os problemas ambientais e energéticos mundiais. Em termos de produção de etanol, o Brasil lidera por suas vantagens em tecnologia de produção, liderança nos mercados de agricultura de energia e biocombustíveis, e isso sem ampliar a área de desmatamento nem reduzir a área destinada à produção de alimentos. Além disso, a matriz energética brasileira tornou-se um exemplo de desenvolvimento sustentável, pois embora a média mundial seja o uso de apenas 14% da energia renovável, o Brasil usa 46,8% da energia.

Devido a isso, as externalidades positivas do etanol levaram a um aumento na demanda por álcool combustível, porque os carros movidos a álcool ajudam a reduzir a poluição do ar e as emissões de dióxido de carbono (NUNES, 2017).

### **2.5.1 Redução de poluentes e sustentabilidade**

O etanol tem muitas vantagens sobre outros combustíveis fósseis, uma vez que, emite menos gás carbônico, reduz poluição, responde ao aquecimento global, é renovável, protege o solo, gera empregos e investimentos, entre outros benefícios. Em todo o seu ciclo o etanol libera menos CO2 para a atmosfera, isso decorre porque é extraído da cana-de-açúcar (MEDEIROS, 2008).

A cana-de-açúcar é uma cultura muito eficaz que pode capturar o gás carbônico do ar por meio da fotossíntese, de forma que o eqCO2 equivalente chega a 53,4 toneladas/ha/ano (NUNES, 2017). Portanto, essa planta tem grande potencial para neutralizar suas próprias emissões ao longo do processo de produção.

A sustentabilidade se atualiza a cada ciclo da cana-de-açúcar, por isso vale ressaltar que também traz a renovação dos meios socioeconômicos e socioambientais. Vale enfatizar que sustentabilidade caracteriza o uso da terra sem prejudicar o futuro da próxima geração, preservando tanto para cultivo quanto para os seres humanos (OLIVEIRA *et al*., 2012).

Já para o ser humano, essas características fazem da cana-de-açúcar uma cultura com diferentes níveis de sustentabilidade, tais como: social, econômica e ambiental. Essa tríade se harmoniza com o desenvolvimento sustentável, contribui para a prosperidade e dignidade da humanidade e reduz o aquecimento global (MININNI-MEDINA, 2001).

### **2.5.2 Bioeletricidade**

No que diz respeito ao bagaço e à palha da cana-de-açúcar, resíduos produzidos na produção do etanol, são matéria-prima para a produção de calor, maquinários e energia elétrica (bioeletricidade), podendo o excedente ser comercializado com as empresas que a integram sistema elétrico nacional (NOVA CANA, 2008).

No decorrer do processo industrial nas indústrias sucroalcooleira, uma vez que a cana é moída, é produzido um resíduo denominado bagaço, que pode ser queimado para produzir vapor para equipamentos industriais.

Outra vantagem desse processo é o fornecimento de energia, que pode ser utilizada em todos os processos da fábrica, e a mesma energia utilizada na fábrica também será fornecida para outras empresas que obtenham essa receita, gerando lucros e alto índice de rotatividade (NUNES, 2017).

### **2.5.3 Veículos flex**

Um veículo flex é aquele que usa etanol e gasolina como combustível. Desde sua introdução, essa versatilidade faz muito sucesso, pois traz os conceitos de economia e flexibilidade (NUNES, 2017). Além da atratividade econômica, considera-se que os veículos de combustível flexível são menos prejudiciais ao meio ambiente porque podem usar fontes de energia renováveis e menos poluentes (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2013).

### **2.5.4 Biocombustíveis.**

Os biocombustíveis são biodegradáveis e renováveis, por isso têm menos impacto no meio ambiente. Jank e Nappo (2008) apontam que, considerando o ciclo de vida e a cadeia produtiva (da produção ao consumo), em comparação com a gasolina, o etanol brasileiro pode reduzir as emissões de gases de efeito estufa em até 90%. Além disso, é importante ressaltar a eficiência do etanol de cana-de-açúcar em relação a outros tipos de biocombustíveis.

Em termos de eficiência de produção de energia renovável, o etanol brasileiro é 4,5 vezes melhor do que o etanol produzido a partir da beterraba ou do trigo na Europa, e quase sete vezes melhor do que o etanol produzido a partir do milho nos Estados Unidos (JANK; NAPPO, 2008).

# 3 METODOLOGIA

Neste estudo, optou-se por realizar uma revisão bibliográfica do tipo exploratória, retrospectiva e descritiva. A revisão bibliográfica ou revisão de literatura é uma análise crítica, detalhada e abrangente das publicações atuais em uma área específica do conhecimento (TRENTINI; PAIM, 1999). A pesquisa bibliográfica visa explicar e discutir um tema com base em referenciais teóricos publicados em livros, revistas, periódicos e outras publicações. Também tenta compreender e analisar o conteúdo científico de tópicos específicos (MARTINS; PINTO, 2001).

Utilizou-se consultas a bancos de dados, periódicos e artigos indexados a esta coleção com o propósito de enriquecer a pesquisa. Esse tipo de pesquisa visa dar ao pesquisador acesso direto a tudo o que é escrito, dito ou filmado sobre um determinado assunto (MARCONI; LAKATOS, 2007). Portanto, segundo o autor supracitado, a pesquisa bibliográfica não consiste apenas em repetir o que foi dito ou escrito sobre determinado assunto, mas sim em examiná-lo sob um novo enfoque ou método e tirar conclusões inovadoras.

Demo (2000) ainda enfatiza que a ideia da pesquisa é induzir o aluno a contatar pessoalmente a teoria e, por meio da leitura, conduzir à sua própria interpretação. Na formulação deste trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica nacional, com o tema: PROCESSAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL: A produção de etanol e seus benefícios no setor econômico.

## 3.1 LEVANTAMENTO DOS DADOS

A busca foi realizada no período de agosto a outubro de 2021 e foram selecionadas as seguintes bases de dados: Google Scholar e Scielo servindo como instrumento para coleta de dados, a partir dos seguintes descritores: produção de etanol; etanol; benefícios; setor econômico; economia.

O presente trabalho tomou como critérios de inclusão: artigos, livros, monografias, teses e dissertações em português, que abordavam sobre processamento da cana de açúcar. Os critérios de exclusão foram: artigos de revisão e aqueles que não abordavam a temática proposta.

## 3.2 ANÁLISE DOS DADOS

Depois de coletar os dados, será realizada uma leitura de todos os dados e selecionados os dados principais. Posteriormente, será realizada uma análise descritiva para estabelecer a compreensão da temática da pesquisa, ampliar o conhecimento e elaborar os resultados desse trabalho.

# 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das buscas realizadas no presente trabalho foi possível à verificação de fatores que podem comprovar as vantagens do etanol, como pode ser observadas a seguir.

## 4.1 BENEFÍCIOS DO ETANOL

*- Ambiental* - O etanol traz muitos benefícios ao meio ambiente. Em comparação com a gasolina comum, as emissões de dióxido de carbono podem ser reduzidas em até 90%. Portanto, quando os consumidores optam por abastecer com etanol, isso pode ajudar a aliviar o aquecimento global. Segundo Farina (2016), o etanol, como biocombustível, é considerado parte importante da ambiciosa proposta brasileira de mudanças climáticas, que foi defendida na Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas COP 21 e finalmente chegou ao “Acordo de Paris.

A Agência de Proteção Ambiental (EPA, na sigla em inglês) dos EUA tomou uma decisão que favorece o etanol feito de cana e, possivelmente, irá ajudar as exportações dos usineiros brasileiros. Tecnicamente, a agência ambiental americana reconheceu o álcool de cana-de-açúcar como um biocombustível ecologicamente eficiente, capaz de reduzir os gases estufa em 61%, quando comparado com a gasolina. Qualquer percentual maior do que 50% é bastante positivo para o etanol de cana, porque esse é o padrão mínimo exigido pela legislação americana. O etanol feito de milho reduz em 31% as emissões de gases que produzem o efeito estufa (VALOR, 2010, p. 85).

*- Vantagens da produção de etanol a partir da cana-de-açúcar* - O etanol produzido a partir da cana-de-açúcar tem um balanço energético bastante favorável, cada unidade de energia fóssil consumida no processo produtivo gera em média 9,3 unidades de energia renovável (UNICA, 2008). Outra vantagem do etanol brasileiro é a eficiência no processo de produção, uma vez que a cana-de-açúcar produz mais biocombustível em uma determinada área. Além disso, é menos inflamável e menos tóxico que a gasolina e que o diesel.

*Subprodutos gerados na produção do etanol* – Pode-se citar como subprodutos o bagaço, a torta de filtro e a vinhaça os quais são bastante valorizados no setor sucroalcooleiro.

Bagaço - O bagaço é uma substância fibrosa sólida produzido na saída da moenda, utilizado para a produção de etanol na etapa de extração do caldo da cana-de-açúcar. O bagaço corresponde a 25% da cana-de-açúcar e corresponde a vários segmentos dentro do processo de queima para fabricação do vapor e para a bioeletricidade. Como resíduo, o bagaço pode ser utilizado para outros fins, como ração animal, fabricação de chapas de fibra para construções, dentre outras e, o mais interessante, é que o bagaço é utilizado na indústria sucroalcooleira na produção de energia (PAOLIELLO, 2006).

Torta de filtro - Esse subproduto é extraído na área de beneficiamento do caldo, onde são retiradas suas impurezas, e o caldo que sai do filtro rotativo é raspado e enviado para um pátio de confeitaria, sendo direcionado para o plantio da cana-de-açúcar. A torta de filtro é um subproduto do processamento industrial da cana-de-açúcar, produzido pela filtragem do caldo extraído em filtro rotativo (através de moenda). Sua composição varia com as variedades de cana-de-açúcar, tipos de solo, maturidade da cana-de-açúcar, processo de clarificação do caldo, etc. (ALMEIDA, 1944).

Vinhaça - No processo de produção do etanol, a vinhaça é considerada um dos principais resíduos, pois uma grande quantidade de líquido é produzida durante o processo de destilação e, portanto, contém uma grande quantidade de micronutrientes. A usina tem muitos privilégios para irrigação e fertilização, e o custo do para o setor é muito baixo. De acordo com Ludovice (1997), nos últimos anos, a solução alternativa adotada pelos usineiros para solucionar o problema da poluição dos cursos d’água é a utilização de vinhaça como fertilizante, pois são ricos em matéria orgânica e contêm nutrientes tais como nitrogênio, fósforo, cálcio e potássio.

## 4.2 PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

Frente a esses benefícios, surgiu uma visão de futuro e, apesar das críticas e desconfianças em relação ao biocombustível, fica claro que o consumo e as exportações de cana-de-açúcar e etanol têm crescido rapidamente. Em 2023/2024, o Brasil precisa atingir 10,5 milhões de hectares de área de plantio de cana-de-açúcar (OUTLOOK FIESP, 2017).

*Cana para etanol* - As vendas de veículos flex-fuel devem permanecer fortes. Quanto ao açúcar, a tendência é apostar em preços elevados, o que beneficiará os investimentos da cadeia sucroalcooleira nos próximos anos (OUTLOOK FIESP, 2017).

*Evolução da frota brasileira de veículos* - Devido aos benefícios proporcionados pelo etanol, a frota brasileira vai evoluir e as vendas de automóveis podem se expandir nos próximos dez anos, ou seja, mesmo que todos os carros sejam hoje flexíveis, as vendas vão aumentar elevando ainda mais seu percentual (OUTLOOK FIESP, 2017).

*Consumo doméstico de etanol* - As perspectivas para o futuro são inúmeras, uma delas é o consumo doméstico de etanol, ou seja, o etanol continuará competitivo com a gasolina. O consumo de álcool anidro e hidratado aumentará consideravelmente com o aumento do consumo (OUTLOOK FIESP, 2017).

## 4.3 CENÁRIO ATUAL DE CONSUMO DE ETANOL

O uso de etanol registrou queda de 16,7% nos seis primeiros meses de 2020 no país. De janeiro a junho, foram consumidos 8,96 bilhões de litros. No mesmo período de 2019, foram 10,76 bilhões de litros (UNICA, 2020).

Na comparação do mês de junho, o consumo de etanol em 2020 somou 1,33 bilhão de litros, volume 22,8% inferior ao registrado no mesmo mês do ano passado. Apesar das quedas significativas contabilizadas no semestre, o consumo vem se reestabelecendo. Pelo segundo mês consecutivo, o volume demandado registrou crescimento de 5% em relação ao mês anterior (UNICA, 2020).

De acordo com dados do NOVACANA (2021), as vendas de etanol seguem em patamares superiores aos descritos no ano de 2020, quando o país enfrentava uma brusca redução na demanda por combustíveis devido à pandemia de covid-19. Os dados foram divulgados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

Em maio, o consumo de etanol ficou em 1,49 bilhão de litros (17,6% acima do 1,27 bilhão registrado um ano antes), caracterizando o terceiro mês consecutivo de crescimento anual. Ainda assim, na comparação com maio de 2019, houve uma queda de 20,2% (NOVACANA, 2021).

No acumulado do ano, por sua vez, as vendas do renovável chegaram a 7,93 bilhões de litros (em gasolina equivalente). O volume representa uma alta de 3,9% ante o mesmo período de 2020, mas retração de 12,2% na comparação com o ano anterior (NOVACANA, 2021).

# CONCLUSÃO

Mediante a essa pesquisa bibliográfica pode-se constatar e apresentar que a cana-de-açúcar e o etanol são usados para diferentes fins.

O etanol sempre foi um assunto amplamente utilizado nas pesquisas, mas é preciso destacar que o etanol não deve ser considerado somente como combustível, como foi demonstrado no presente trabalho. Desempenhando diferentes benefícios e contribuições, o etanol contribui com o meio ambiente por meio de seus subprodutos como grãos de destilaria, torta de filtro e bagaço para reduzir o custo do setor, além de alta produtividade, capacidade de geração de energia, redução das emissões de dióxido de carbono e dentre outras.

Vale destacar ainda que a discussão referente ao etanol e suas consequências estão longe de acabar, uma vez que apesar de alguns estudos mostrarem seus benefícios, outros apontam aspectos negativos. Todavia, apesar de ser uma discussão polêmica, observa-se que as discussões tendem, na maioria das vezes, para o lado positivo quando analisamos o caso particular do Brasil, já que produz etanol a partir da cana-de-açúcar.

# REFERÊNCIAS

ALMEIDA, JR. **As tortas das usinas de Açúcar**. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro. 1944.

BERMANN, C. Crise ambiental e as energias renováveis. **Cienc. Culto**., v. 60, n. 3, p. 20-29, 2008.

CARVALHO, L. C. *et al*. Cana-de-açúcar e álcool combustível: Histórico, sustentabilidade e segurança energética. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.9, n. 16; p. 530-543, 2013.

DEMO, P. **Pesquisa: Princípios científicos e educativos**. 7ª edição, São Paulo: Cortez, 2000.

EIT. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Produção e Agroenergia. 2. ed. rev. - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

FARINA, E. **Por que abastecer o carro com etanol vale a pena? 2016.** Disponível em: <[http://www.coalizaobr.com.br/home/index.php/ultimas-noticias/artigos/332-por-que-abastecer-o-carro-com-etanol-vale-a-pena-elizabeth-farina-13-10-2016](about:blank)>. Acesso em: 30 jul. 2021.

JANK, M. S.; NAPPO, M. **Etanol de cana-de-açúcar**: uma solução energética global sob ataque. São Paulo: Senac, 2008.

LUDOVICE, M. T. F. **Estudo do efeito poluente da vinhaça infiltrada em canal condutor de terra sobre lençol freático**. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). 143 p, 1997.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 6ª edição, São Paulo: Atlas, 2007.

MARTINS, G.A. PINTO, R.L. **Manual para elaboração de trabalhos acadêmicos**. São Paulo: Atlas, 2001.

MATTOS, A. R. **Açúcar e Álcool no Brasil**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1942.

MEDEIROS, S. H. L. **O Aumento do preço dos Alimentos e o Etanol**. 2008. Disponível em: <[http://www.dsc.ufcg.edu.br/~pet/jornal/maio2008/materias/o\_brasil.html](about:blank)>. Acesso em: 29 abr. 2021.

MENEZES, T. J. B. de. **Etanol, o combustível do Brasil**. São Paulo, agronômica Ceres, 233 p. 1980.

MININNI-MEDINA, N. **Documentos Nacionais de Educação Ambiental**. In.: LEITE, A. L. T. de A.; MININNI-MEDINA, N. Educação Ambiental (Curso básico à distância) Documentos e Legislação da Educação Ambiental. 2. ed, v. 5. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2001.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. 2013. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/Petroleo/Documents/DPG\_Docs/EPE-DPG-SDB-001-2013-r0.pdf](about:blank)>. Acesso em: 29 abr. 2021.

NOVA CANA. **Consumo de etanol em 2021 se aproxima de 8 bilhões de litros**. Disponível em: < [https://www.novacana.com/n/etanol/mercado/consumo-etanol-2021-aproxima-8-bilhoes-litros-010721](about:blank)>. Acesso em: 30 jul. 2021.

NOVA CANA. **Processos da fabricação do etanol**. Disponível em: <[https://www.novacana.com/etanol/fabricacao/](about:blank)>. Acesso em: 04 mai. 2021.

NUNES, E. F. **Cana-de-açúcar**: A produção de etanol e seus benefícios. Monografia - Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia de São Paulo. Barretos, p. 29, 2017.

OLIVEIRA, L. R. *et al*. Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações. **Produção**, v. 22, n. 1, p. 70-82, 2012.

OUTLOOK FIESP 2023. 2017. **Projeções para o agronegócio brasileiro.** Disponível em: [https://www.novacana.com/pdf/estudos/Estudo\_Fiesp\_MBagro.pdf](about:blank). Acesso em: 30 jul. 2021.

PAMPLONA, C. **Proálcool**: Impacto em termos tecnico-econômicos e sociais do programa no Brasil. Piracicaba: setor de comunicação Planalsucar, 93 p. 1984.

PAOLIELLO, J. M. M. **Aspectos Ambientais e Potencial Energético no Aproveitamento de Resíduos da Indústria Sucroalcooleira**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru - Sp, 180 p, 2006.

PENA, R. F. A. **Produção de etanol no Brasil**. 2017. Disponível em: <[https://www.preparaenem.com/geografia/producao-etanol-no-brasil.htm](about:blank)>. Acesso em: Acesso em: 29 abr. 2021.

RODRIGUES, L. D. **A cana-de-açúcar como matéria-prima para a produção de biocombustíveis**: impactos ambientais e o zoneamento agroecológico como ferramenta para mitigação. Monografia - Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, p. 64, 2010.

ROTSTEIN, J. **Conspiração contra o álcool**. Rio de Janeiro. Editora José Olympio. 1985. 188 p.

SEBRAE. **O etanol como alternativa energética e aumento da eficiência produtiva.** 2019. Disponível em: <[https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-etanol,ac3d438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD#:~:text=O%20etanol%20nada%20mais%20%C3%A9,como%20cerveja%2C%20vinho%20e%20aguardente](about:blank)> Acesso em: 04 mai. 2021.

SILVA, J. P. N., SILVA, M. R. N. **Noções da cultura da cana-de-açúcar**. 2012. Disponível em: <[https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/12/06\_nocoes\_cultura\_cana\_acucar.pdf](about:blank)>. Acesso em: 02 mai. 2021.

TOWNSEND, C. R. **Recomendações técnicas para o cultivo da cana-de-açúcar forrageira em Rondônia**. Embrapa. Rondônia, nº21, nov./2000.

TRENTINI, M.; PAIM, L. **Pesquisa em Enfermagem**. Uma modalidade convergente-assistencial. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.

UNICA. **Consumo de etanol cai 16,7% em 2020 no Brasil**. 2020. Disponível em: < [https://unica.com.br/noticias/consumo-de-etanol-cai-167-em-2020-no-brasil/](about:blank)>. Acesso em: 29 jul. 2021.

UNICA. **Etanol uma atitude inteligente**. 2008. Disponível em: <[https://unica.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Guia-Do-Etanol.pdf](about:blank)>. Acesso em: 02 mai. 2021.

VALOR, F. **A vantagem ecológica do etanol.** Disponível em: [https://jornalggn.com.br/blog/luisnassif/a-vantagem-ecologica-do-etanol](about:blank). Acesso em: 29 jul. 2021.