

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE ECONOMIA**  
**BACHARELADO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**ANTÔNIO DUARTE MARQUES OLIVEIRA DA SILVA**

**SETOR SUCROALCOOLEIRO EM PERNAMBUCO: UMA ANÁLISE SOBRE A  
PRODUÇÃO DE ETANOL ENTRE 2000 E 2022.**

RECIFE - PE

2024

**ANTÔNIO DUARTE MARQUES OLIVEIRA DA SILVA**

**SETOR SUCROALCOOLEIRO EM PERNAMBUCO: UMA ANÁLISE SOBRE A  
PRODUÇÃO DE ETANOL ENTRE 2000 E 2022.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado por  
**ANTÔNIO DUARTE MARQUES OLIVEIRA  
DA SILVA** ao Curso de Ciências Econômicas da  
Universidade Federal Rural de Pernambuco -  
UFRPE, sob a orientação do professor **Dr.  
ANDRÉ DE SOUZA MELO.**

RECIFE - PE

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S586

Silva, Antonio

SETOR SUCROALCOOLEIRO EM PERNAMBUCO: UMA ANÁLISE SOBRE A PRODUÇÃO DE ETANOL  
ENTRE 2000 E 2022. / Antonio Silva. - 2024.  
36 f.

Orientador: Andre de Souza Melo.  
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em  
Ciências Econômicas, Recife, 2024.

1. Produtividade . 2. Etanol. 3. Pernambuco. I. Melo, Andre de Souza, orient. II. Título

CDD 330

---

**ANTÔNIO DUARTE MARQUES OLIVEIRA DA SILVA.**

**SETOR SUCROALCOOLEIRO EM PERNAMBUCO: UMA ANÁLISE SOBRE A  
PRODUÇÃO DE ETANOL ENTRE 2000 E 2022.**

TCC apresentado ao Curso de Graduação em Economia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Ciências Econômicas.

Aprovado em: \_\_/\_\_/\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof.<sup>o</sup>. Dr. André de Souza Melo (Orientador)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof.<sup>o</sup>. Dra. Eliane Aparecida P. De Abreu (Examinadora Interna)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof.<sup>o</sup>. Dra. Isabel Cristina Pereira de Oliveira (Examinadora Interna)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

## AGRADECIMENTOS

Ao divino Deus, minha grande inspiração, me ajudando sempre a superar os desafios desta caminhada. Agradeço por iluminar a minha mente, me concedendo sabedoria, para subir mais um degrau da minha jornada acadêmica. Obrigado, meu Deus, por esse privilégio.

A minha esposa Maria Eliza Duarte Marques dos Santos pelo apoio e paciência em toda essa trajetória, me incentivando sempre a alçar voos mais altos e dar o meu melhor em tudo que eu for fazer. Você é meu alicerce! Eu te amo, meu amor, obrigado por tudo!

Aos meus pais, Maria das Dores e Antônio José, por suas orações e apoio financeiro para que eu pudesse me manter em Recife e estudar. Esse sonho que por alguns anos sonharam junto comigo, hoje se realiza!

Agradeço também as minhas irmãs Ariany Oliveira e Thayná Oliveira, ao meu avô Severino Dias de Oliveira, minha sogra Jane Marques e minha cunhada Maria Helena Marques, vocês foram essências nessa caminhada até aqui, também, e sei que posso contar com vocês sempre. Obrigado por tudo.

Ao meu orientador Professor André de Souza Melo, meu muito obrigado, pela oportunidade, paciência, confiança e incentivo durante todo o desenvolvimento deste TCC.

## RESUMO

Como alternativa para sanar os impactos causados pelos choques do petróleo da década de 1970, o PROALCOOL foi um programa que obteve êxito na promoção do biocombustível etanol, porém desde a desregulamentação, o setor sucroalcooleiro passou por diversas fases de crescimento e quedas na produção, influenciado por diversos fatores políticos e mercadológicos. O objetivo geral deste trabalho é compreender e analisar a produção bruta de etanol em Pernambuco entre 2000 à 2022, para tanto teve como objetivos específicos descrever o contexto histórico da produção de etanol em Pernambuco e no Brasil, identificar os principais fatores que influenciaram a produção ao longo da série analisada e compreender qual a relação existente entre preço, venda e produtividade com a produção de etanol. Como metodologia utilizada, realizou-se uma revisão bibliográfica, análises gráficas e estatísticas descritivas. Os resultados da pesquisa mostraram que a produção de etanol em Pernambuco ao longo das últimas décadas foi influenciada por diversos fatores e que apesar das medidas adotadas pelo governo para estimular o setor nos últimos anos, o mesmo ainda enfrenta desafios para garantir um crescimento contínuo e competitivo aos consumidores. Justificando que é fundamental compreender as políticas adotadas para o etanol e seu impacto no mercado e na sociedade. A análise histórica destas políticas e dos seus resultados pode contribuir para o desenvolvimento de novas estratégias para o futuro.

Palavras-Chave: Produtividade, Etanol, Pernambuco.

## **ABSTRACT**

As an alternative to remedy the impacts caused by the oil shocks of the 1970s, PROALCOOL was a program that was successful in promoting the biofuel ethanol, however, since deregulation, the sugar and alcohol sector has gone through several phases of growth and declines in production, influenced due to various political and market factors. The general objective of this work is to understand and analyze the gross production of ethanol in Pernambuco between 2000 and 2022. To this end, the specific objectives were to describe the historical context of ethanol production in Pernambuco and Brazil, to identify the main factors that influenced production throughout throughout the analyzed series and understand the relationship between price, sales and productivity with ethanol production. As a methodology used, a bibliographical review, graphical analyzes and descriptive statistics were carried out. The research results showed that ethanol production in Pernambuco over the last few decades has been influenced by several factors and that despite the measures adopted by the government to stimulate the sector in recent years, it still faces challenges in ensuring continuous and competitive growth. to consumers. Justifying that it is essential to understand the policies adopted for ethanol and their impact on the market and society. The historical analysis of these policies and their results can contribute to the development of new strategies for the future.

Keywords: Productivity, Ethanol, Pernambuco.

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b> – Matriz energética Mundial em 2020.....	10
<b>Figura 2</b> – Matriz energética Brasileira em 2022.....	11
<b>Figura 3:</b> Preço do Etanol Anidro em Pernambuco entre 2000-2022.....	23
<b>Figura 4:</b> Preço do Etanol Hidratado em Pernambuco entre 2000-2022.....	24
<b>Figura 5:</b> Açúcar Total Recuperável médio em Pernambuco entre 2000-2022.....	25
<b>Figura 6:</b> Venda de Etanol em Pernambuco entre 2000-2022.....	26
<b>Figura 7:</b> Produção de Etanol em Pernambuco entre 1989-2022.....	27

## **LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 1:</b> Cronologia do percentual de etanol anidro adicionado à gasolina brasileira.....	18
--	----

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

**CONAB** – Companhia Nacional de Abastecimento.

**ANP** – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.

**SINDAÇÚCAR** – Sindicato da Indústria do Açúcar.

**MAPA** – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

**ÚNICA** – A União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia

**IAA** – Instituto do Açúcar e do Alcool.

**ton (t)** – Tonelada.

**Kg** – Quilograma.

**CEPEA** – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada.

**ATR** – Açúcar Total Recuperável.

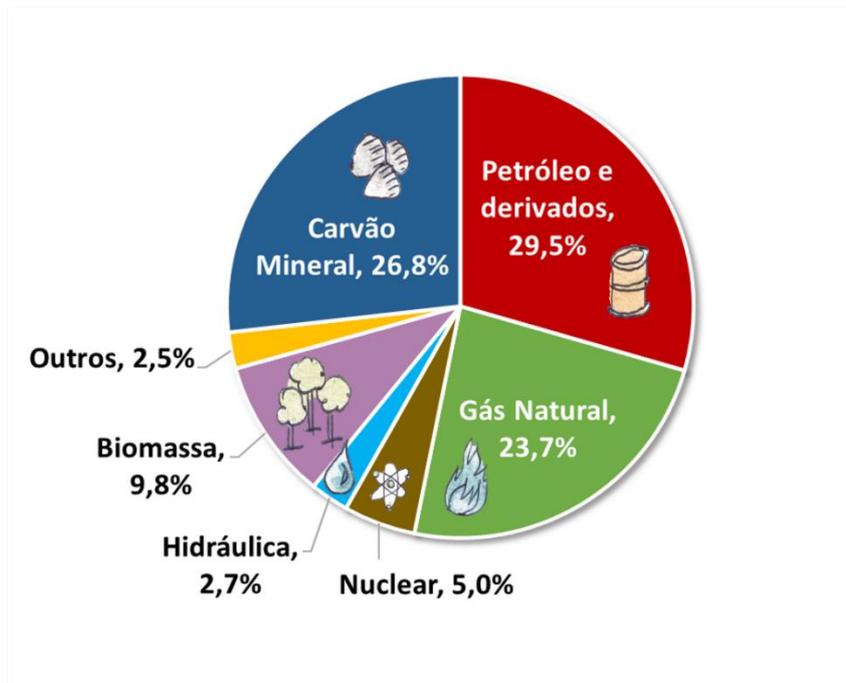
## SUMÁRIO

1. Introdução.....	10
1.1    Objetivos.....	13
1.1.1    Objetivo Geral.....	13
1.1.2    Objetivos Específicos.....	13
2. Referencial Teórico.....	13
2.1    Contexto Histórico da Produção de Etanol no Brasil.....	13
2.2    Desregulamentação do Setor.....	16
3. Metodologia.....	21
4. Resultados.....	23
5. Conclusão.....	30
6. Referências.....	31

## 1. INTRODUÇÃO

A energia é um tema fundamental discutido na sociedade atual. Com o crescimento econômico global impulsionado pela expansão econômica nos Estados Unidos e na China, a procura por energia está aumentando gradativamente e o petróleo tornou-se hoje a principal fonte de fornecimento de energia. Segundo Cardoso *et al* (2020), a necessidade de mudar a atual matriz energética é real devido ao potencial de escassez futuro de petróleo e devido às emissões provenientes do uso de combustíveis fósseis. Embora os relatórios sugiram o contrário, cerca de 85% da matriz energética mundial em 2020 ainda advinha de combustíveis fósseis, como o carvão, o petróleo e o gás natural. As energias renováveis, como solar, eólica e geotérmica, juntas representavam apenas 2,5% da matriz energética global. Se somarmos a participação da energia hidrelétrica e da biomassa, as fontes renováveis respondem por cerca de 15%, de acordo com dados da Agência Internacional de Energia (IEA, 2022). Podemos visualizar melhor através da figura a seguir.

**Figura 1:** Matriz energética Mundial em 2020.

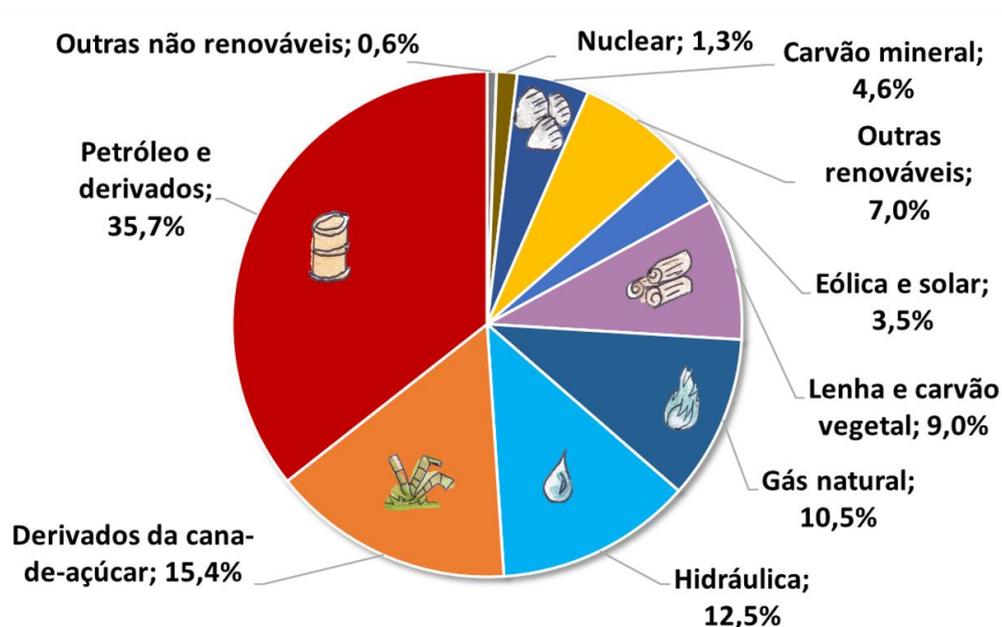


### Matriz Energética Mundial 2020

Fonte: (IEA, 2022; total em 2020: 585 milhões de TJ - terajoule)

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2022), a matriz energética do Brasil é muito diferente do resto do mundo, aqui utiliza mais fontes renováveis do que no resto do mundo. Somando lenha e carvão, hidroeletricidade, produtos de cana-de-açúcar, energia eólica, energia solar e outras energias renováveis, nossa energia renovável total representa 47,4%, ou quase metade da nossa matriz energética de acordo com dados do Balanço Energético Nacional (BEN, 2023), ilustrado na figura 2. Segundo CARDOSO *et al.*, (2020) a viabilidade econômica é a principal questão da maioria das alternativas energéticas. Alguns podem demonstrar viabilidade tecnológica; no entanto, sua produção não é economicamente viável devido ao alto custo.

**Figura 2:** Matriz energética Brasileira em 2022.



### Matriz Energética Brasileira 2022

Fonte: (BEN, 2023; *total em 2022: 303 milhões de tep - tonelada-equivalente de petróleo*)

O combustível, etanol, é um tipo de biocombustível geralmente produzido a partir da cana-de-açúcar, mandioca, milho ou beterraba. Tem sido utilizado como combustível para motores de combustão interna do Ciclo Otto<sup>1</sup> desde os primórdios da indústria automobilística.

<sup>1</sup> O ciclo de Otto é um ciclo termodinâmico idealizado que descreve o funcionamento de um típico motor de pistão de ignição com faísca. É o ciclo termodinâmico mais comum em motores de automóveis, funcionando nos chamados quatro tempos: Admissão, compressão, combustão e exaustão.

Atualmente, o uso do etanol está aumentando em vários países graças a acordos internacionais como o Protocolo de Kyoto, que visa encontrar fontes alternativas de energia que vão além dos hidrocarbonetos fósseis.

No Brasil, o etanol começou a ser utilizado há aproximadamente 100 anos, porém a sua produção e consumo foi amplamente estimulado nos últimos 50 anos. O país é pioneiro na implementação de programas de promoção de biocombustíveis, com destaque para o Proálcool, lançado em 1975. O programa permitiu o desenvolvimento do mercado brasileiro e permitiu ao país alcançar grande escala e competitividade na produção de etanol. (Mendonça, 2008).

Segundo Silva (2008), o sistema agroindustrial da cana-de-açúcar é um dos mais antigos e importantes do País. O Programa Brasileiro Álcool Combustível (PROALCOOL) teve uma grande importância na promoção do etanol enquanto combustível no Brasil. Idealizado após o primeiro choque do petróleo, em 1973, o programa apresentava vantagens econômicas e sociais importantes para o País naquele momento.

Goldemberg *et al.* (2010), aponta que das vantagens do etanol obtido através da cana-de-açúcar estão: melhor balanço de energia e menor intensidade de solo<sup>2</sup>. Já em comparação com a gasolina, o volume de CO<sub>2</sub> emitido pela queima do etanol é menor. Para Sauer (2006), é necessário intensificar a pesquisa em novas fontes de energia, com o intuito de possibilitar no menor tempo possível a substituição gradual do petróleo por novas fontes, preferencialmente renováveis, permitindo a introdução de tecnologias que auxiliem na produção de combustíveis menos poluentes e economicamente viáveis.

No Brasil, o setor sucroalcooleiro foi altamente inflacionado por políticas em períodos distintos, ou seja, o setor sofreu diversas intervenções, principalmente ao longo das últimas décadas, bem como os incentivos recebidos durante o PROALCOOL, sua desregulamentação e a determinação do percentual a ser adicionado à gasolina que variou ao longo dos anos.

Segundo dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2022), Pernambuco é o segundo maior produtor de etanol e açúcar da região nordeste. Já em relação à produção nacional ocupa oitava posição na produção de etanol e sétima na produção de açúcar (UNICADATA, 2022).

Nesse sentido, o objetivo geral do trabalho é analisar o valor bruto da produção de etanol em Pernambuco nos anos de 2000 a 2022, o trabalho é composto inicialmente pela

---

<sup>2</sup> Fração do nutriente que está na solução do solo e é facilmente disponível, podendo ser absorvida pelas plantas a qualquer momento.

introdução, posteriormente a monografia foi dividida em revisão de literatura, metodologia e resultados.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Analisar o valor bruto da produção de etanol em Pernambuco nos anos de 2000 a 2022.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- a) Descrever o contexto histórico da produção de etanol em Pernambuco e no Brasil.
- b) Identificar os principais fatores que influenciaram a produção ao longo da série analisada.
- c) Compreender qual a relação existente entre preço, venda e produtividade com a produção de etanol.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

A fundamentação teórica deste trabalho está dividida em 2 seções. A primeira trata do contexto histórico da produção do etanol no Brasil. A segunda mostra a desregulamentação do setor em 1988 até 2022.

### **2.1 Contexto Histórico da Produção de Etanol no Brasil.**

A produção de cana-de-açúcar em Pernambuco começou quase no mesmo período que a colonização, sendo esta, a principal matéria-prima para a produção de etanol no Brasil. Segundo Mozambani (2006), as primeiras mudas de cana-de-açúcar introduzidas no Brasil foram trazidas nos navios que participavam da expedição de Martim Afonso de Souza, em 1532. Andrade (1989), relata que a produção de açúcar em Pernambuco prosperou por muito tempo, tornando-se até o maior produtor do Brasil naquela época. Embora Pernambuco não esteja mais

entre os maiores produtores, o Brasil continua sendo o maior produtor mundial. De acordo com Alves, K. *et al.* (2021), o Brasil é um dos maiores produtores da cana-de-açúcar e de alguns de seus derivados, como o açúcar e o etanol, do mundo.

A indústria açucareira pernambucana deu grandes avanços durante o século XIX em virtude do declínio da produção de produtos das ilhas do Caribe e também da Revolução do Haiti (1801 -1803), além da abertura dos portos do Brasil para outros países além da Inglaterra, em 1808, fato extremamente importante que propiciou o aumento das trocas comerciais do produto. Porém, não houve preocupação em modernização dos fatores de produção, os produtores continuavam a utilizar as mesmas técnicas de plantio e produção das quais faz referência histórica o jesuíta Antonil, em 1711. (Silva Dantas, 2002).

No Brasil, o açúcar foi durante quase 400 anos o principal produto extraído da cana-de-açúcar, segundo Moraes e Bacchi (2015), a primeira iniciativa de promoção do álcool no Brasil foi realizada pela Associação Nacional da Agricultura (SNA), em outubro de 1903, quando ocorreu a Exposição Internacional de Aparelhos a Álcool e ao mesmo tempo o Congresso Internacional do Álcool, com o objetivo de apresentar propostas para ampliar a utilização do produto na matriz energética, destacando seu uso em veículos automotores.

Já em 1922, Epiácio Pessoa criticava a dependência do país da gasolina importada e, pensando nisso, já propunha a sua substituição pelo álcool, devido ao forte cenário do Brasil na produção de cana-de-açúcar. (Marcolin, 2008). No mesmo ano, o Brasil sediou o 3º Congresso Nacional Agropecuário, onde foi proposta a criação da Liga Nacional de Defesa e Propaganda do Álcool, bem como a criação de um Ministério da Agricultura. (Dunhan *et al.*, 2011).

Marcolin (2008), afirma ainda que a EECM (Estação Experimental de Combustíveis e Minérios) foi responsável pela introdução do etanol nos veículos a combustão no Brasil, mais precisamente no Rio de Janeiro. Um veículo Ford percorreu aproximadamente 230 quilômetros com combustível 70% hidratado. Ainda segundo Marcolin (2008), foi a Unidade Industrial Serra Grande Alagoas que obteve no ano de 1927 o primeiro combustível nacional, sendo que segundo o autor, nesse período as usinas apenas produziam o açúcar.

Porém, a quebra da bolsa de valores de Nova Iorque em 1929 ocasionou uma crise mundial. Tal fato fez com que o preço do açúcar caísse o que levou, segundo (BARROS, 1983) a indústria açucareira nordestina a proteger-se contra a expansão que se verificava no sul do país, onde se implantava unidades fabris mais eficientes. Como forma de proteger o mercado sucroalcooleiro nordestino que estava em queda, o governo criou na década de 1930 o IAA (Instituto do Açúcar e do Álcool). Segundo Spíndola (2015), a literatura sobre a história econômica da região permite verificar que se tratava de uma indústria relativamente pouco

inovadora que, por razões histórico-culturais levaram os empresários a utilizar subsídios fiscais e outros benefícios estatais de forma mais intensa e frequente ao invés de introduzir ou melhorar novos produtos.

Dunham *et al* (2011), relata que em 1931, Getúlio Vargas, por meio do Decreto n. 19.717/31, definiu compulsoriamente o uso da mistura de 5% de álcool anidro na gasolina importada. Além disso, nesse mesmo ano, foi criada a Comissão de Estudos sobre Álcool-Motor (Ceam). Posteriormente de acordo com Moraes (2000), Com a eclosão da Segunda Guerra Mundial, a produção de álcool anidro aumentou devido à escassez de gasolina, que teve de ser importada quase que integralmente. Leis e decretos vigentes de 1937 a 1941 incentivaram a produção de álcool anidro e, em 1941, a mistura desse produto na gasolina aumentou para 20%.

O 1º choque do petróleo ocorre em 1973, como resultado entre o conflito de Israel, Egito e Síria, o qual teve impacto internacional. Michellon (2008), afirma que esse fato levou à deterioração do balanço de pagamentos e ao aumento da inflação, já que 80% do petróleo utilizado no Brasil era importado. Tendo em vista essa situação, o governo buscou formas alternativas de reduzir a dependência do país a gasolina, além procurar mitigar o impacto do choque na economia brasileira.

Moraes e Bacchi (2015), afirmam ainda que os choques do petróleo dos anos 70 levaram ao incentivo global da busca por fontes de energia alternativas. Nesse contexto, o Brasil lançou em 1975, através do Decreto 76.593 de 14 de novembro o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), aproveitando a estrutura canavieira já existente, que antes era utilizada principalmente na produção de açúcar. Segundo Da Cruz (2012), o objetivo é produzir álcool para atender a demanda do mercado nacional e internacional. De acordo com este Decreto, a produção de álcool a partir da cana-de-açúcar bem como de outras matérias-primas deveria ser estimulado através do aumento da oferta de matérias-primas, com ênfase na expansão da produção agrícola, no estabelecimento de novas unidades de produção, na modernização e na expansão das unidades de produção existentes.

Michellon (2008), enfatiza que a fase inicial do programa caracteriza-se essencialmente pela produção de etanol anidro como aditivo à gasolina, reduzindo assim as importações de petróleo e, conseqüentemente, o déficit no balanço de pagamentos. Ainda segundo Michellon (2008), A produção foi inicialmente realizada em destilarias anexas às usinas de açúcar, por já possuírem um parque industrial que foi ampliado e modernizado graças aos programas do Instituto do Açúcar e do Álcool - IAA, bem como pela disponibilidade de matéria-prima que poderia não ser absorvida. Na indústria açucareira, o preço do açúcar reduziu no mercado internacional.

Em 1979 ocorrem novos conflitos no Oriente Médio entre Irã e Iraque, que fez com que o petróleo atingisse novamente preços elevados, ocorre então o 2º choque do petróleo. Alcarde (2008), destaca que tal fato fez com que o preço do barril triplicasse, isso fez com que governo adotasse medidas para a plena implementação PROALCOOL.

ALCARDE (2008), relata ainda que o sucesso do programa foi tanto que a produção de álcool atingiu 12,3 bilhões de litros na safra 1986-1987, 15% acima dos 10,7 bilhões de litros esperados para o mesmo período, bem como o percentual de veículos leves movidos a etanol produzidos internamente que aumentou de 0,46% em 1979 para 26,8% em 1980, chegando a atingir 76,1% em 1986. Porém a partir do final de 1985, ocorreu o que poderia ser chamado de “choque reverso do petróleo”, no qual o preço do barril caiu drasticamente de US\$ 30 a US\$ 40 para um nível inimaginável de US\$ 20 a US\$ 12, colocando em risco os planos de substituição de combustíveis fósseis.

## **2.2 Desregulamentação do setor Sucroenergético.**

### **Primeira Fase: 1988 a 1993**

A nova Constituição Federal, que entrou em vigor em 1988, prevê a livre iniciativa e a concorrência (art.1-IV e 170) bem como a atuação do Estado no acompanhamento, promoção e planejamento da atividade econômica (artigo 174), tal fato fez com que o governo reduzisse sua intervenção sobre o ciclo econômico do etanol. Segundo Moraes (1999), nas reformas administrativas do governo Collor, com o apoio da Constituição Federal de 1988, foram estabelecidos novos mecanismos institucionais para a elaboração de políticas para o álcool e o açúcar.

Em 1989 outro fator que contribuiu para a crise PROALCOOL foi a escassez de etanol, tal fato afetou a confiança do consumidor. Segundo Nigro e Szwarc (2010), o problema da escassez do etanol, a queda do preço do petróleo, as deficiências mecânicas dos carros a álcool e a abertura econômica que permitiu a importação de veículos (a maioria movidos a gasolina) foram fatores responsáveis pela queda na demanda por carros a etanol.

Em 1990 ocorre a extinção do IAA, Wissmann (2017), afirma que tal fato reflete na mudança de um paradigma de subsídios para um paradigma tecnológico, o que significa uma nova institucionalidade do setor sucroalcooleiro com predominância do livre mercado.

Refletindo o declínio do setor entre 1989 e 1995, sete fábricas foram fechadas em Pernambuco, SINDAÇÚCAR/PE (2022). Segundo Andrade (2001), isso ocorreu pois algumas usinas transferiram os seus investimentos para outros setores econômicos ou para a própria indústria açucareira em outros estados, notadamente, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais.

Até a safra 1993/1994 houve queda na produção de etanol, Segundo Bray (2000), isso ocorreu pois houve um deslocamento da matéria-prima (cana-de-açúcar) para fabricação de açúcar em detrimento do etanol. Michellon (2008), completa explicando que o preço açúcar dava sinais de recuperação no mercado internacional, e o menor incentivo do governo para produção de etanol, levaram os usineiros a priorizar a produção de açúcar.

No final de 1993, a Lei nº 8.723, de 28 de outubro, estabeleceu as emissões de poluentes nos veículos automotores e estabeleceu prazos de três e quatro anos para as fábricas produzirem veículos dentro dos limites especificados de emissão de poluentes. Um ponto importante dessa lei em relação ao álcool foi o artigo 9º, que fixou em 22% (antes era 13%) o percentual obrigatório de etanol anidro misturado à gasolina em todo o país.

### **Segunda Fase: 1994 a 2002.**

Segundo Goldemberg (2004), no início do programa<sup>3</sup>, os preços dos combustíveis no Brasil eram regulados pelo governo, que tinha a Petrobras como principal agente do setor. Somente em maio de 1997 os preços do álcool anidro deixaram de ser controlados, e em fevereiro de 1999 o mesmo aconteceu com os preços do etanol Hidratado. Nesta fase, os mercados de álcool combustível, tanto anidro como hidratado, estão abertos em todas as fases de produção, distribuição e revenda, com preços determinados pelas condições de oferta e demanda.

Segundo Della Torre (2023), antes de 1997, a Petrobras operava em um ambiente de monopólio no setor petrolífero no Brasil, onde os preços dos combustíveis eram controlados pelo governo. Durante este período, a empresa seguiu uma política de preços de acordo com as regulamentações governamentais com o objetivo de garantir o abastecimento interno de combustíveis a preços aceitáveis. Um grande marco na regulamentação dos combustíveis no Brasil foi a Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, que ficou conhecida como Lei do Petróleo. Essa lei criou uma política energética nacional, juntamente com a criação do Conselho Nacional

---

<sup>3</sup> Programa = PROALCOOL. Início em meados da década de 1970.

de Política Energética (CNPE) e da Agência Nacional do Petróleo (ANP), que desde 2005 é chamada de Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.

Embora o governo não controle mais o preço do etanol brasileiro, o mesmo contribui para aumentar sua produção com decretos que determinam o percentual desse biocombustível (anidro) na gasolina. De 1931 até hoje, o percentual de etanol anidro misturado à gasolina variou entre 5 e 27% (Costa, 2016). Essa variação pode ser melhor visualizada através da tabela a seguir.

Tabela 1: Cronologia do percentual de etanol anidro adicionado à gasolina brasileira.

<b>ANO</b>	<b>%</b>
1931	5
1966	10
1990	13
1993	22
1998	24
2000	20
2001	22
2006	20
2007	25
2011	20
2013	25
2015	27

Fonte: Adaptada de CANALBIOENERGIA (2018), BRASIL (2018), NOVACANA (2018), PETROBRAS (2018)

Mendonça (2008), afirma que em 1999, o Proálcool era um programa em crise e a origem desta crise remonta ao momento em que foi criado, pois foi criado com elevados subsídios ao setor industrial e quando o mesmo foi desativado, revelou as fragilidades do setor o que levou ao fechamento de muitas usinas. De acordo com dados do SINDAÇÚCAR-PE (2022), em 1990 Pernambuco contava com 42 usinas em funcionamento, em 2022 restavam apenas 13 usinas, isso mostra um pouco o quanto o setor foi afetado.

Segundo Shikida (2014), no período de 1996 à 2002 o Estado deixou de intervir em medidas como o controle de preços e de comercialização, fixação de quotas de produção e concessão de subsídios. Neste contexto, foram adotadas diferentes estratégias entre agentes a

fim de formar estruturas mais competitivas através da diferenciação e da inovação. Nesse período começou-se as pesquisas que buscaram o reaproveitamento dos resíduos da produção, transformando algo que seria descartado em produtos, agregando valor e reduzindo custos. Segundo Friedrichsen *et al* (2022), a geração de subprodutos a partir dos resíduos gerados nos processos permite que a indústria obtenha lucros e libere menos resíduos no meio ambiente, o que tem um impacto significativo ao meio ambiente.

### **Terceira Fase: 2003 a 2015.**

De acordo com Michellon (2008), após uma ascensão e queda em que o Proálcool parecia fadado ao fracasso, o programa ganhou novo impulso, em parte resultante da um novo aumento do preço do petróleo no mercado internacional, a consciência do Protocolo de Kyoto e o surgimento dos veículos flex.

Um novo e importante impulso do etanol no Brasil ocorreu em 2003 com a introdução de carros com combustível flex fuel. Segundo Almeida *et al* (2017), o etanol ressurgiu em 2003, devido a avanços tecnológicos nos motores a combustão interna de ciclo Otto e a uma nova realidade que tornou os combustíveis renováveis uma alternativa viável no mercado. Os carros podem usar gasolina e etanol com o sistema flex fuel, dando aos consumidores a chance de comparar preço e desempenho dos combustíveis.

Já em 2008, o petróleo atingiu o preço mais alto da história, atingindo US\$ 140,00 por barril. Além da situação política e econômica, está o aquecimento global devido à emissão de gases com efeito estufa (principalmente CO<sub>2</sub>) na atmosfera, que começa a ameaçar o meio ambiente, levando a medidas intergovernamentais para limitar a utilização de fontes de energia fósseis. O principal documento para esse fim é o Protocolo de Kyoto. Tais fatores contribuíram para o desenvolvimento do etanol no período. (Sousa, 2012).

Apesar do período relativamente favorável de 2008 a 2012, mais de 40 usinas de açúcar e etanol encerraram suas operações no Brasil, 30 das quais fecharam entre 2011 e 2012. (Shikida, 2014). De acordo com dados do MAPA (2022), em Pernambuco neste mesmo período 05 usinas encerraram suas atividades. Segundo Ramos (2017), a deterioração financeira devido à crise internacional iniciada em 2008, com queda nos preços do açúcar e do etanol, instabilidade no regime de chuvas e geadas, elevados níveis de endividamento e erros de gestão foram as principais causas deste cenário.

Entre 2011 e 2014, o governo adotou uma política de controle de preços como medida de combate à inflação. Nesse período, a Petrobras subsidiou o preço do combustível e o vendeu

abaixo do custo de importação, gerando um desequilíbrio financeiro para a empresa. Esta estratégia causou perdas e distorções significativas no mercado. (Della Torre, 2023). Neste mesmo período (2013) o governo elevou de 20% para 25% o percentual de etanol na gasolina. Em 04 de março de 2015 foi assinada a resolução do Conselho Interministerial do Açúcar e do Álcool (Cima) que fixa em 27% o percentual da mistura de etanol anidro na gasolina, antes o percentual era de 25%. Esse percentual de 27% é válido até os dias atuais. A lei que dispõe sobre esses percentuais é a Lei nº 8.723, de 1993.

#### **Quarta Fase: 2016 a 2022.**

Em outubro de 2016 a Petrobras optou por uma política de preços que manteve os preços nacionais dos combustíveis abaixo dos preços internacionais, gerando subsídios do governo, afetando negativamente a empresa e causando distorções no mercado. Diante dessa situação, foi necessária a implementação de uma nova política de preços, conhecida como Política de Paridade Internacional de Preços (PPI), na qual a Petrobras passou a ajustar os preços dos combustíveis de acordo com as mudanças no mercado internacional e buscou a convergência entre os preços nacionais e internacionais. (Della Torre, 2023).

Em termos de políticas, a mais importante no Brasil no momento é o RenovaBio (Política Nacional de Biocombustíveis), instituído pela Lei nº 13.576/2017. O principal instrumento do RenovaBio é o estabelecimento de metas nacionais anuais de descarbonização do setor de combustíveis (mercado de créditos de descarbonização) para promover a produção e participação de biocombustíveis na matriz energética do país nos transportes (ANP, 2021). Segundo Shikida (2020), essa lei proporcionou aos produtores de cana-de-açúcar uma alternativa para expandir a produção de etanol, o que ajudou a reanimar a indústria. Dessa forma, o RenovaBio é considerado o maior programa de descarbonização da matriz de transportes do mundo, contribuindo para os compromissos do Brasil de reduzir em 43% os gases de efeito estufa até 2030.

Em 2020, os representantes do setor sucroalcooleiro iniciaram o ano com otimismo, antecipando um cenário promissor de consumo de etanol na temporada 2020/21 e entusiasmados com o Renovabio. No entanto, a colheita 2020/21 foi marcada por muitas incertezas devido à pandemia de covid-19, que acabou por reduzir a demanda de etanol e levou a preços mais baixos durante a maior parte do ano, apesar da menor produção de biocombustíveis. No final de março, as restrições de mobilidade impostas pelos governos estaduais e municipais devido às novas restrições ao coronavírus levaram as indústrias

açucareira e energética a se ajustarem. Houve mudança no mix de produção das usinas, previamente definido, e mais cana foi direcionada para a produção de açúcar em vez de biocombustível. A demanda por etanol para produção de álcool gel e outros produtos de higiene aumentou significativamente em abril e maio, o que facilitou o armazenamento nas fábricas. (CEPEA, 2020).

### 3. METODOLOGIA

A metodologia científica é um instrumento fundamental e indispensável no desenvolvimento de portfólio para graduandos, estimulando-nos a elaborar trabalhos como parte dos requisitos totais e/ou parciais de avaliação.

Segundo Godoy (1995, p. 21) a metodologia é descrita da seguinte forma:

Um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada. Para tanto, o pesquisador vai a campo buscando ‘captar’ o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes. Vários tipos de dados são coletados e analisados para que se entenda a dinâmica do fenômeno (Godoy, 1995, p. 21).

Para atender aos objetivos deste estudo, foi estabelecida uma metodologia focada em duas ferramentas: levantamento bibliográfico da literatura e análise de dados secundários. O levantamento bibliográfico serve para construir o referencial teórico para a fundamentação da pesquisa. E a análise de dados secundários, para análise descritiva de indicadores que descrevem a produção e os fatores correlacionados a ela.

A pesquisa foi realizada através de dados públicos, principalmente do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), União da Indústria de Cana-de-Açúcar (ÚNICA), Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), do Centro de Estudos avançados em Economia Aplicada (CEPEA) e do Sindicato da Indústria do Açúcar e do Álcool de Pernambuco (SINDAÇÚCAR-PE) referentes a dados da produção bruta do etanol.

Os preços do etanol hidratado e anidro foram obtidos através do Centro de Estudos avançados em Economia Aplicada (CEPEA) a preço de venda na usina, os valores foram deflacionados para dezembro de 2022 pelo IGP-M. Os valores do etanol hidratado e anidro foram analisados separadamente por serem distintos, em geral, o valor do etanol anidro é um

pouco maior, pois este possui uma pureza mais elevada, esse indicador será analisado como medida de custo de produção, uma vez que a variação do preço ao produtor impacta no preço final do produto e conseqüentemente na quantidade a ser ofertada. Os dados referentes ao ATR (Açúcar Total Recuperável), foram obtidos através da União da Indústria de Cana-de-Açúcar (ÚNICA), o qual será utilizado como indicador de produtividade. Já os dados referentes a venda de etanol em Pernambuco foram obtidos através da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e serão utilizados como análise de demanda.

Com Relação a Abordagem este estudo se classifica como quantitativo. De acordo com Cartoni (2011), a pesquisa quantitativa acredita que tudo pode ser quantificado, o que significa converter opiniões e informações em números para que possam ser classificadas e analisadas. Utilizando-se de fontes e técnicas estatísticas (porcentagem, média, moda, mediana, desvio padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc. Segundo Gerhardt e Silveira (2009), A pesquisa quantitativa concentra-se na objetividade. Sob a influência do positivismo, ele acredita que a realidade só pode ser compreendida a partir da análise de dados brutos coletados por meio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa usa linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, relações entre variáveis, etc.

Com Relação a Natureza uma pesquisa pode ser classificada como básica ou aplicada. Essa pesquisa é classificada como básica. Gerhardt e Silveira (2009), aponta que a pesquisa básica tem por objetivo criar novos conhecimentos úteis para o avanço da ciência sem a aplicação prática esperada. Isto inclui a verdade e o interesse geral.

Com relação aos objetivos esta pesquisa se classifica como exploratória. Segundo Gil (2002), Este tipo de pesquisa visa desenvolver uma compreensão mais profunda de um problema, torná-lo mais explícito ou estabelecer uma hipótese. A grande maioria destas pesquisa envolve: (a) pesquisa documental; (b) entrevistas com pessoas que têm experiência prática do problema em estudo; (c) análise de exemplos que promovam a compreensão.

Na perspectiva dos procedimentos técnicos, as pesquisas podem ser classificadas de diversas formas, como bibliográfica, experimental, documental, estudo de caso, levantamento, etc. O procedimento técnico deste estudo pode ser classificado como bibliográfica. Para Cartoni (2011), a pesquisa bibliográfica busca analisar e conhecer as contribuições culturais ou científicas existentes sobre um determinado tema, explicando um problema do levantamento em questão. Estuda teorias, correlaciona conceitos e forma quadros de referência, com base em dados secundários.

Tendo como problema de pesquisa a produção de etanol em Pernambuco que é um setor influenciado por diversos fatores, tais como o preço do açúcar (que compete em insumo

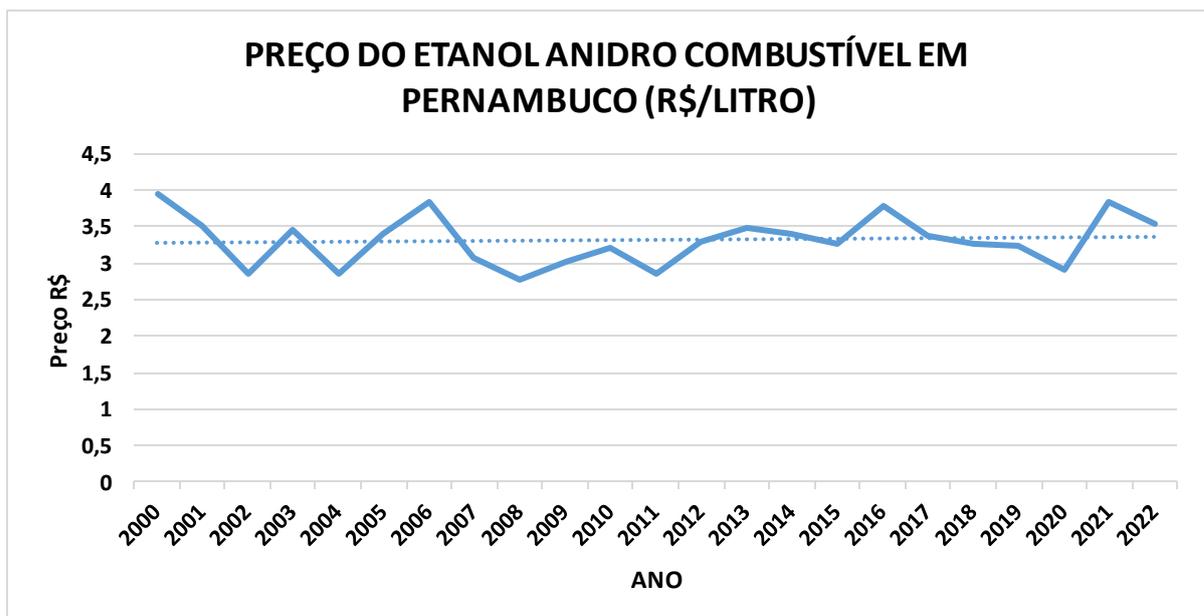
produtivo), o preço da gasolina, e também por políticas como o decreto que estabelece o percentual de etanol a ser adicionado à gasolina, entre outros fatores. Tais fatores afetam diretamente a quantidade de etanol a ser produzida.

No referido estudo debruçaremos o olhar atento para a produção bruta de etanol ao longo da série analisada bem como os fatores que a influenciaram, considerando o contexto histórico, as políticas que foram tomadas e as perspectivas para o futuro. Neste sentido, esperamos que este estudo contribua para conhecimento e reflexão sobre a estrutura e evolução da produção de etanol em Pernambuco entre 2000-2022.

#### 4. RESULTADOS

O período de 2000 a 2022 foi marcado por oscilações na produção de etanol em Pernambuco, como mostraremos com mais detalhes posteriormente. Primeiramente, é interessante observar a evolução dos preços pagos aos produtores de etanol (usinas e destilarias), bem como do ATR (como indicador de produtividade) e também a quantidade de etanol vendida (consumida) em Pernambuco no período analisado. Começaremos analisando os preços do etanol anidro pago aos produtores conforme figura a seguir.

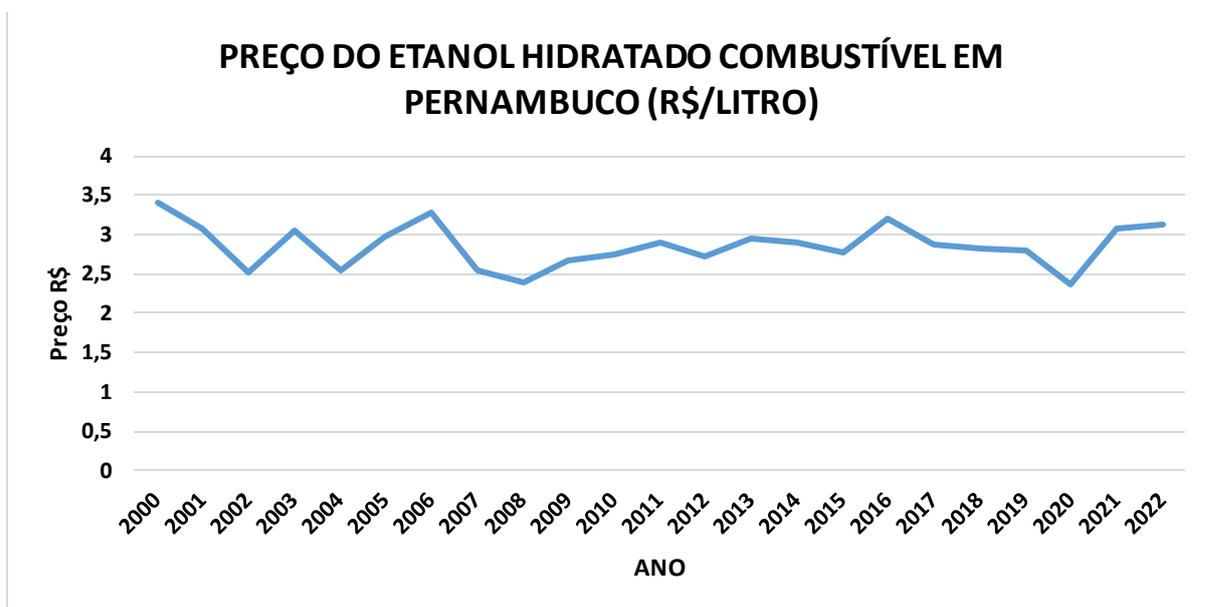
**Figura 3:** Preço do Etanol Anidro em Pernambuco entre 2000-2022.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CEPEA/ESALQ.  
Nota: preços deflacionados pelo IGP-M para dezembro de 2022.

Na Figura 3 observa-se que o preço do etanol anidro vinha caindo até 2002, é possível observar que o preço varia ao longo da série, porém é importante destacar o aumento entre 2003 a 2006, já nas duas safras seguintes voltou a cair. Entre 2009 a 2016 os preços esteve em tendencia de alta (com exceção de 2011 e 2015), onde voltou a cair de 2017 até o ano de 2020. Em 2021 observa-se que o preço subiu consideravelmente e teve uma pequena queda em 2022.

**Figura 4:** Preço do Etanol Hidratado em Pernambuco entre 2000-2022.



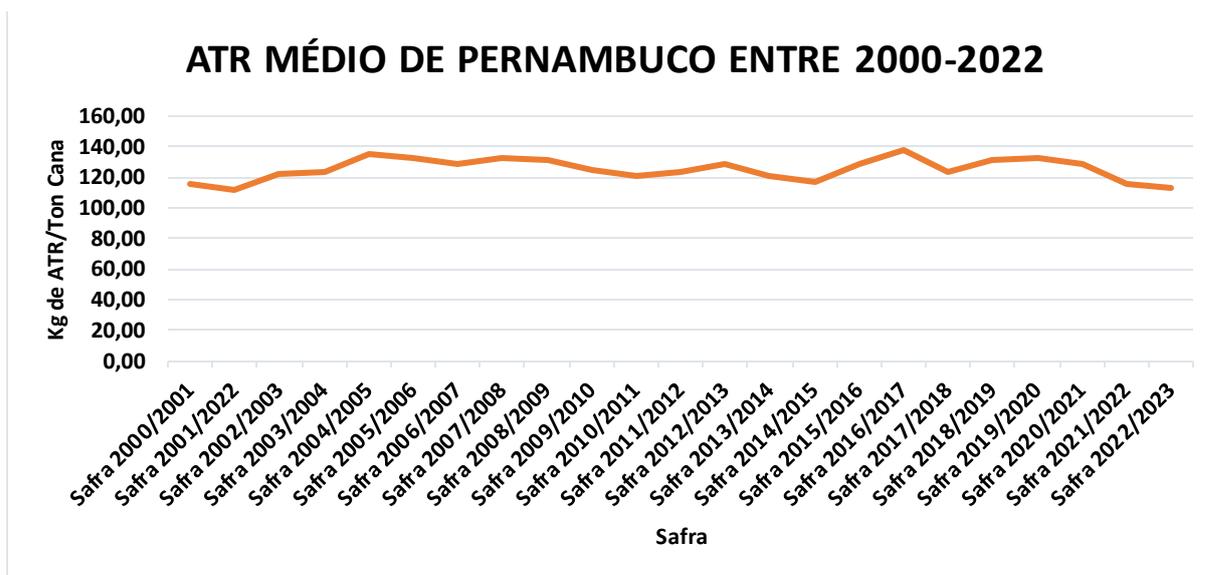
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CEPEA/ESALQ.  
Nota: preços deflacionados pelo IGP-M para dezembro de 2022.

Um fato interessante é que a evolução do preço do etanol hidratado é muito semelhante à evolução do preço do etanol anidro, o mesmo vinha em queda até 2002, houve aumento entre 2004 a 2006, já nas duas safras seguintes voltou a cair. Entre 2009 a 2016 os preços esteve em tendencia de alta (com exceção de 2012 e 2015), onde em 2016 voltou a cair até o ano de 2020, voltando a subir nos anos de 2021 e 2022.

Com relação ao índice de produtividade foi analisado o comportamento do ATR (Açúcar Total Recuperável) da cana de açúcar, que é a quantidade útil de sacarose no caldo de cana, que representa sua qualidade e capacidade de conversão em açúcar ou álcool pelo coeficiente de conversão de cada unidade de produção (CONAB, 2015). O índice também é utilizado como base para pagamentos a fornecedores, como nas usinas que amostram uma pequena quantidade de cana para avaliar a qualidade antes do recebimento, e os pagamentos são determinados com base nessas informações.

Na análise da figura abaixo é possível verificar que houve uma elevação no ATR médio entre 2001 e 2005, obtendo ganhos de produtividade nesse período, já nas safras seguintes a produtividade esteve em tendência de queda até 2014, o que indica uma queda média de produtividade. Em 2015 o índice ATR voltou a subir e em 2017 atingiu o maior valor da série 137,4 Kg de ATR/Ton de cana. Em 2018 houve queda no índice e nos dois anos subsequentes (2019 e 2020) ocorreu um novo aumento do índice ATR. Porém os anos finais da série analisada o mesmo estava em queda. Diversos fatores podem ter influenciado para a variação do ATR ao longo dos anos como: temperatura ambiente; frequência e quantidade de chuvas; umidade relativa do ar; quantidade de terra na cana; contaminação da cana por bactérias, fungos e leveduras, dentre outros. (Embrapa, 2022).

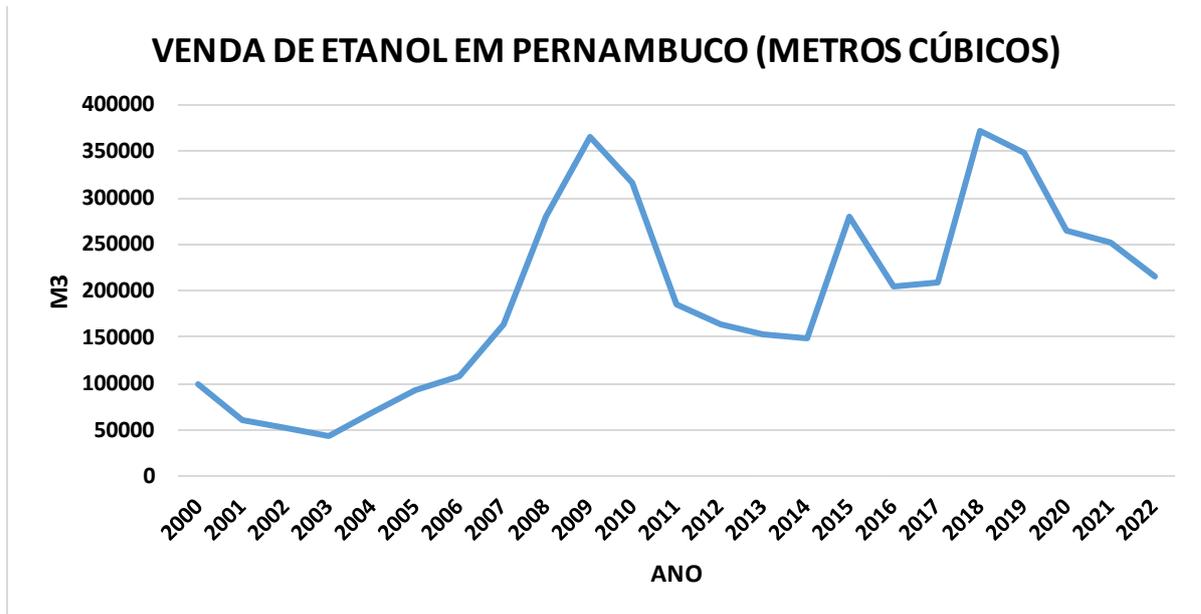
**Figura 5:** Açúcar Total Recuperável médio em Pernambuco entre 2000-2022.



Fonte: Gráfico elaborado utilizando dados da UNICADATA

A busca em obter canaviais com alta produtividade e alta concentração de açúcar, é importante pois, com o índice ATR elevado, com o mesmo volume de cana-de-açúcar é possível produzir mais açúcar e mais etanol. (CANAONLINE, 2020). Um outro indicador que pode impactar na quantidade produzida é a quantidade demandada de etanol, que foi analisada através da vendas desse biocombustível aqui em Pernambuco conforme figura a seguir.

**Figura 6:** Venda de Etanol em Pernambuco entre 2000-2022.



Fonte: Gráfico elaborado utilizando dados da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.

Entre 2000 e 2003 a venda de etanol em Pernambuco estava em queda ainda como consequência da desregulamentação do setor e decadência da década de 90 já mencionados. Houve um crescimento elevado das vendas entre 2004 e 2009, que pode ser explicado pelo advento da tecnologia flex e da alta do barril petróleo em 2008. Porém entre 2009 e 2014 houve queda significativa no consumo que pode ter sido motivada pelos sucessivos aumentos que o preço do etanol sofreu no referido período. Em 2015 voltou a aumentar o consumo motivado pelo fim da política de controle de preços da gasolina para conter à inflação (2011-2014), bem como pelo aumento do percentual a ser adionado à gasolina em 2015 (passou a 27%). Outro fator foi aumento de impostos sobre a gasolina em 2015 como forma de conter a crise o que deixou a mesma mais cara. (BRIDGMAN, GOMES e TEIXEIRA, 2010).

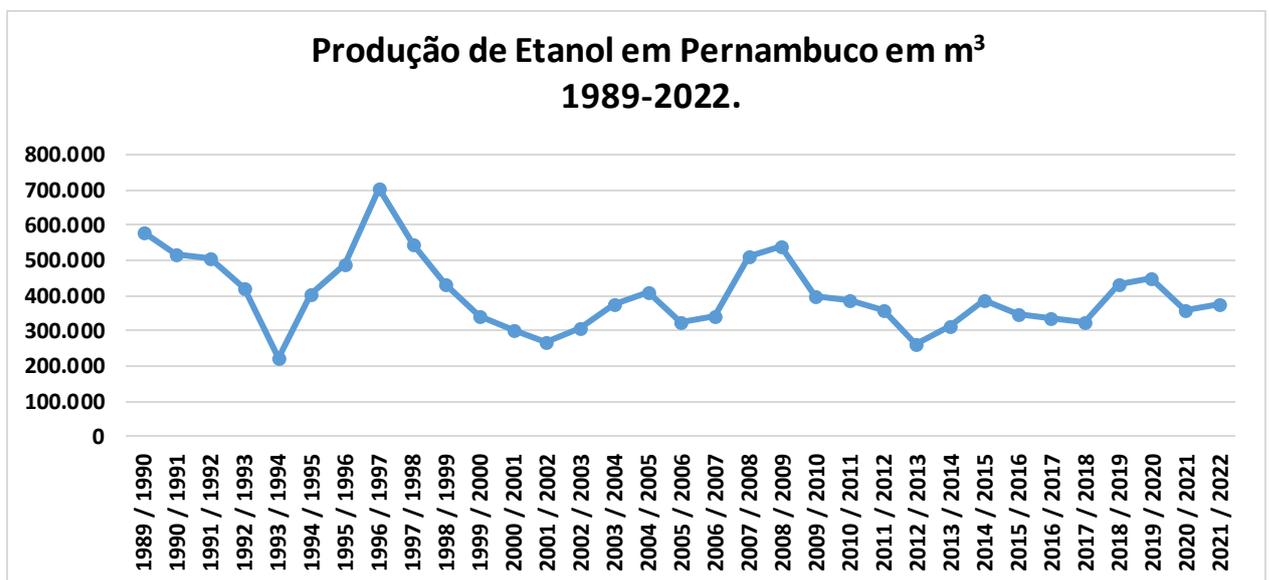
Já em 2016 houve queda no consumo e em 2017 o mesmo quase não se alterou em relação a 2016. Motivado principalmente pela adoção da Política de Paridade dos Preços Internacionais (PPI). Em 2018 houve uma elevação significativa na venda que pode ser explicada pela queda no preço e também como reflexo do RENOVABIO política adotada no ano anterior.

Porém a partir de 2019 a venda caiu drasticamente motivada principalmente pela pandemia de COVID-19, que fez com parte da produção que seria destinada ao etanol

combustível fosse realocada para outros produtos como álcool 70%, por exemplo.

Após a desregulamentação do setor sucroalcooleiro, a produção de etanol em Pernambuco começou a declinar. Com a nova forma de organização do mercado, muitos produtores não conseguiram manter suas usinas devido à concorrência e acabaram encerrando suas atividades. Os baixos preços do açúcar nos mercados mundiais levaram a uma menor produção de cana-de-açúcar na década de 1990. A figura 7 abaixo mostra a produção de etanol no estado de Pernambuco no período 1989-2022.

**Figura 7:** Produção de Etanol em Pernambuco entre 1989-2022.



FONTE: Gráfico elaborado através de dados obtidos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e das Unidades Produtoras de Sugarcane de Pernambuco (U.Ps).

De acordo com a figura 7 podemos observar que na primeira fase (1989-1993), houve uma queda de 62,07 % na produção. Dentre os fatores que contribuíram para este resultado podemos citar a desregulamentação do setor com uma menor intervenção estatal, a escassez de etanol e as deficiências apresentadas na mecânica dos carros a etanol (tal fato afetou a confiança do consumidor), a abertura econômica, a extinção do IAA.

Já na segunda fase (1994-2002), podemos dividir em dois momentos: o primeiro (1994-1997), aumento de 218,6 %. Tal recuperação na produção foi motivada, dentre outros fatores, em 1993 pela lei nº 8.723 que dispôs sobre a emissão de poluentes em veículos automotores, a mesma também estipulou o percentual de 22% de etanol a ser adicionado à gasolina que antes era de 13%.

Já o segundo momento (1998-2002), a produção de etanol caiu 62,01 %, tal fato ocorreu em meio a recuperação do preço do açúcar no mercado internacional atrelado a menores incentivos do governo ao etanol que fizeram com que parte dos produtores priorizassem a produção de açúcar, bem como a liberação dos preços do etanol anidro (1998) e o hidratado (1999). Outro fator que contribuiu foi a drástica redução na venda de carros a etanol anos anteriores. Segundo dados da Anfavea (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, 2013), em 1986 a produção de veículos movidos a álcool foi de (697.731), e no último, 1995, foram produzidos apenas 40.844.

No período de (2003-2005) a produção aumentou 33,76%, muito em função em 2003 do lançamento do carro flex fuel no Brasil. Já de (2007-2009) houve um aumento de 57,59%, dentre outros fatores, em função da elevação do preço do barril de petróleo, também da crise internacional em 2008 e o aumento significativo do consumo de etanol no Estado.

Entre (2009-2012), a produção voltou a cair 50,86%, influenciada pelo fechamento sucessivo de usinas no período (nesse período 6 usinas pararam as atividades em Pernambuco) bem como pela política de controle de preços adotada pelo governo entre 2011 e 2014 que beneficiou a gasolina, porém prejudicou a produção de etanol. Também pela redução do percentual de gasolina que caiu para 20% em 2011 (antes era 25%), bem como pelo preço do etanol que continuava subindo. Já de (2013-2015) houve elevação de 45,5% influenciados, dentre outros fatores, pelo aumento do percentual de etanol adicionado à gasolina em 2013 que subiu novamente para 25% e em 2015 que passou a ser 27%.

No período de (2016-2017) houve uma pequena queda de 7,14%, influenciada pela adoção da política de paridade dos preços internacionais dos combustíveis em 2016, entre outros fatores. Nas três safras seguintes (2018-2020) houve elevação na produção de 38,9 %, um dos fatores propulsores desse aumento foi a criação do RENOVABIO em 2017. E nas duas últimas (2021-2022) houve queda de 20,7% e aumento 5,13% respectivamente. Como um dos fatores para tal fato podemos citar a pandemia mundial de COVID 19 e as contínuas elevações de preços já citados anteriormente.

A quantidade produzida de etanol depende de outros fatores que não foram o objeto desse estudo como o preço do açúcar, fatores tecnológicos, climáticos e políticos. Segundo Guevara *et al* (2017), a quantidade de etanol a ser produzida é afetada pela produção de açúcar que compete no consumo de recursos produtivos e é influenciado pelo consumo de outros tipos de combustível, como gasolina e gás natural veicular.

Em resumo, a evolução da produção de etanol em Pernambuco ao longo das últimas décadas tem sido influenciada por diversos fatores, a desregulamentação e crise do setor, por

políticas, bem como pelo preço da gasolina, dentre outros fatores. Apesar das medidas adotadas pelo governo para estimular o setor nos últimos anos, o mesmo ainda enfrenta desafios para garantir um crescimento contínuo e competitivo aos consumidores.

## 5. CONCLUSÃO

Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo analisar a evolução da produção de etanol em Pernambuco, no período de 2000 a 2022. Mais especificamente, foi feita uma abordagem ao contexto histórico antes, durante e depois do PROALCOOL, bem como da desregulamentação do setor. Para tanto, foram analisados os preços pagos aos produtores, o ATR cana e as vendas de etanol em Pernambuco, com o objetivo de determinar a associação entre a produção e variáveis que podem afetá-las.

Através dos dados obtidos foi possível analisar que os preços do etanol variaram ao longo da série havendo períodos de crescimento e queda, bem como a venda de etanol que oscilou no período, enquanto a produtividade média do ATR não obteve avanços significativos. Foi possível constatar que outros fatores como o preço do açúcar e da gasolina, o fechamento de usinas, a política de paridade de preços, a variação na quantidade etanol adicionado a gasolina, o Renovabio e a pandemia, bem como fatores políticos, afetaram a quantidade de etanol produzida em Pernambuco.

Foi possível constatar que a indústria sucroenergética no Nordeste do Brasil tem enfrentado sérias dificuldades. Isso se deveu às mudanças no setor relacionadas à desregulamentação estatal da agroindústria canieira e ao desaparecimento do IAA, que levaram à deterioração econômica da região, na qual muitas usinas não se adaptaram ao ambiente competitivo. A alta concentração, o conservadorismo e a lenta mudança tecnológica marcaram o desenvolvimento da indústria na região. Em diversos momentos os proprietários das usinas e fornecedores de cana-de-açúcar pressionaram o Estado por medidas de proteção para resolver seus problemas. Tal fato contribuiu para que as mudanças nos níveis de tecnologia, inovação e gestão na agroindústria nordestina acontecessem de forma mais lenta.

Por fim, para promover a produção de etanol, cabe destacar que há necessidade de uma ação coordenada e planejada entre os setores público e privado, levando em conta a importância da cana-de-açúcar, pois ela fornece dois produtos básicos para a economia: o açúcar e etanol. Essa expansão de mercado significa oportunidades de desenvolvimento econômico e social para Pernambuco, bem como sua importância estratégica para a soberania nacional, por desenvolver uma matriz energética menos poluente, renovável, diversificada e própria.

## 6. REFERÊNCIAS

- A importância em obter alto índice de ATR. Disponível em: <<http://www.canaonline.com.br/conteudo/a-importancia-em-obter-alto-indice-de-atr.html>>. Acesso em: 2 maio. 2023.
- ALCARDE, André Ricardo. **Do Proálcool ao flex fuel, etanol migrou do Estado para o mercado.** Visão Agrícola, v. 8, p. 26-28, 2008.
- ANDRADE, Manuel Correa de. **Espaço e tempo na agroindústria canavieira de Pernambuco.** Estudos Avançados, v. 15, p. 267-280, 2001.
- ANDRADE, Manuel Correia de. **História das usinas de açúcar de Pernambuco.** Recife: FJN. Ed. Massangana, 1989. 114 p. (República, v.1)
- BITTENCOURT, G.M.; FONTES, R.M.O.; CAMPOS, A.C. **Determinantes das exportações brasileiras de etanol.** Revista de Política Agrícola, ano21, p.4-19, 2012.
- BRAGA, Eduarda Sales; MENELAU, Almir Silveira. **Caracterização da produção de etanol combustível a partir da cana-de-açúcar em Pernambuco no período 1980-2012.** Extensão Rural, v. 22, n. 1, p. 107-124, 2015.
- BRASIL, Governo do Brasil: [www.brasil.gov.br](http://www.brasil.gov.br). Acessado em 10 de fevereiro de 2024.
- BRASIL. **CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988.** Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso em: 05 fev. 2024.
- BRAY, Sílvio Carlos; FERREIRA, Enéas Rente; RUAS, Davi Guilherme Gaspar. **As políticas da agroindústria canavieira e ao proálcool no Brasil.** Editora Oficina Universitária, 2000.
- BRIDGMAN, Benjamin; GOMES, Victor; TEIXEIRA, Arilton. **Threatening to increase productivity.** 2010.
- CANA, Nova. História da legislação sobre o etanol: [www.novacana.com/etanol/historia-legislacao](http://www.novacana.com/etanol/historia-legislacao). Acessado em 06 fev. 2024, v. 18.
- CANALBIOENERGIA, O continente do etanol: <http://www.canalbioenergia.com.br/o-continente-do-etanol/>. Acessado em 25 de janeiro de 2024.
- CARDOSO, Leonardo CB; BITTENCOURT, Maurício VL; PORSSE, Alexandre A. **Demand for light fuels in Brazil: an approach using spatial panel data models.** Nova Economia, v. 30, p. 231-256, 2020.
- CARDOSO, Leonardo Chaves Borges; BITTENCOURT, Maurício Vaz Lobo. **Mensuração das elasticidades-preço da demanda, cruzada e renda no mercado de etanol brasileiro: um estudo usando painéis cointegrados.** Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 51, p. 765-784, 2013.
- CARTONI, Daniela M. **Apostila de metodologia da pesquisa científica.** IBTA. Metrocamp. Campinas, 2011.

COSTA, A. O. da. et al. **RenovaBio: Biocombustíveis 2030 nota técnica: Regras de comercialização.**EPE NT4. Rio de Janeiro, 2017. 19p. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/renovabio>>. Acesso em: 09 de fev. de 2024.

COSTA, Cinthia Cabral da; BURNQUIST, Heloisa Lee. **Impactos do controle do preço da gasolina sobre o etanol biocombustível no Brasil.** Estudos Econômicos (São Paulo), v. 46, p. 1003-1028, 2016.

DA CRUZ, Michele Gomes; GUERREIRO, Eziquiel; RAIHER, Augusta Pelinski. **A Evolução da Produção de Etanol no Brasil, no Período de 1975 a 2009.** Revista Econômica do Nordeste, v. 43, n. 4, p. 141-160, 2012.

**Dados estatísticos. Disponível em:** <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-estatisticos>>. Acesso em: 27 fev. 2024.

Dados Históricos de Moagem e Produção. Disponível em: <<https://unicadata.com.br/listagem.php?idMn=4>>. Acesso em: 21 jul. 2023.

DE ALMEIDA, Vinicius Pacheco; LONGHI, Giuliano Manera; DOS SANTOS, Lucas Ramos. **Etanol: 40 anos de evolução do mercado de combustíveis e automóveis no Brasil.** Revista Teoria e Evidência Econômica, v. 23, n. 49, 2017.

DE GOUVEIA, José Rafael Ferreira et al. **Correlação entre área plantada x queima da cana-de-açúcar no Litoral e Zona da Mata de Pernambuco.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 15, n. 2, p. 841-855, 2022.

DE SOUZA, D. T. et al. **Perspectivas das exportações de etanol no Brasil.** 2023.

DELLA TORRE, Lucas Reis et al. **A RELAÇÃO ENTRE A PARIDADE DE PREÇOS COM O MERCADO INTERNACIONAL E A POLÍTICA DE PREÇOS DA PETROBRAS E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A SOCIEDADE BRASILEIRA.** RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218, v. 4, n. 8, p. e483744-e483744, 2023.

DUNHAM, F. B., FLECK, D. L. e BOMTEMPO, J. V. **A estruturação do sistema produção e inovação sucroalcooleiro como base para o Proálcool.** Revista Brasileira de Inovação, Campinas, v. 10, n. 1, p. 35-72, jan./jun. 2011

ENTENDA O AÇÚCAR TOTAL RECUPERÁVEL (ATR) DO MERCADO E O REAL. Disponível em: <<https://blog.chbagro.com.br/entenda-o-acucar-total-recuperavel-atr-do-mercado-e-o-real>>. Acesso em: 23 maio. 2023.

ETANOL COMBUSTÍVEL DO PRESENTE E FUTURO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL. Disponível em: <<https://unica.com.br/setor-sucroenergetico/etanol/>>. Acesso em: 24 ago. 2023.

ETANOL/CEPEA: MESMO COM MENOR PRODUÇÃO, PANDEMIA LIMITA PROCURA EM 2020 E PREÇO CAI. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/diarias-de-mercado/etanol-cepea-mesmo-com-menor-producao-pandemia-limita-procura-em-2020-e-preco-cai.aspx>>. Acesso em: 17 jan. 2024.

Falta de incentivo prejudica a produção de energia renovável, reclamam empresários. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/sustentabilidade/falta-de-incentivo-prejudica-a-producao-de-energia-renovavel-reclamam-empresarios/>>. Acesso em: 20 maio. 2023.

FERREIRA, Marcelo Dias Paes; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Política de preços dos combustíveis. Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**. Rio de Janeiro: Ipea, p. 207-226, 2019.

FRIEDRICHSEN, Jéssica de Souza Alves et al. **O uso adequado dos resíduos da agroindústria sucroalcooleira para o desenvolvimento de subprodutos: uma revisão**. Research, Society and Development, v. 11, n. 13, p. e597111336082-e597111336082, 2022.

FURTADO, Celso (1950). **Características da Economia Brasileira**. Revista Brasileira de Economia, Rio de Janeiro, 1: 2R,

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfó. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.

GIL, Antonio Carlos et al. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GIMENEZ, Andres Rosello et al. **O aumento da produtividade e a busca pela excelência na produção do etanol brasileiro: uma história de sucesso**. Research, Society and Development, v. 7, n. 2, p. e1472195-e1472195, 2018.

GOLDEMBERG, J.; GUARDABASSI, P. **Potencial para produção de etanol de primeira geração a partir da cana-de-açúcar**. Biocombustíveis, Bioprodutos e Biorrefinação: Inovação para uma Economia Sustentável, v. 4, n. 1, pág. 17-24, 2010.

GOLDEMBERG, J; COELHO, S; NASTARI, P; and LUCON, O. **Ethanol learning curve: the Brazilian experience**. Biomass and Bioenergy, 2004; 26(3): 301-04.

GOLDONI, Eduardo Luis et al. **Aproveitamento de palha de cana-de-açúcar para o incremento de geração de energia elétrica: revisão sistemática da literatura**. Research, Society and Development, v. 11, n. 12, p. e176111234232-e176111234232, 2022.

GONÇALVES & SILVA. **O açúcar e o algodão em Pernambuco**. Recife: [s.n.], 1929. 90 p. MOURA, Severino. **Senhores de engenho e usineiros, a nobreza de Pernambuco**. Recife: Fiam, CEHM, Sindaçúcar, 1998. 320 p. (Tempo municipal, 17).

GUEVARA, Arnoldo Jose de Hoyos et al. **Avaliação de sustentabilidade da produção de etanol no Brasil: um modelo em dinâmica de sistemas**. BBR. Brazilian Business Review, v. 14, p. 435-447, 2017.

História da Cana no Brasil. Disponível em: <<https://novabio.org/historia/>>. Acesso em: 16 jun. 2023.

HUNSEL, B. **Ethanol: A convenient solutions to the “ Inconvenient Thuth”. Moderate ethanol Blends Can Save Money, Reduce Pollution and Improve Mileage**. American Coalition for ethanol, 2007.

INDICADOR MENSAL DO ETANOL HIDRATADO COMBUSTÍVEL CEPEA/ESALQ - PERNAMBUCO. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/etanol-mensal-pe.aspx>>. Acesso em: 28 fev. 2024.

LEI No 17.898, DE 15 DE JULHO DE 2022. Disponível em: <[https://www.sefaz.pe.gov.br/Legislacao/Tributaria/Documents/legislacao/Leis\\_Tributarias/2022/Lei17898\\_2022.htm](https://www.sefaz.pe.gov.br/Legislacao/Tributaria/Documents/legislacao/Leis_Tributarias/2022/Lei17898_2022.htm)>. Acesso em: 9 may. 2023.

LISBOA, Breno Almeida Vaz. **Engenhos, açúcares e negócios na capitania de Pernambuco** (c. 1655--c. 1750). Clio: Revista de Pesquisa Histórica, n. 32.1, 2014.

LOPES, G. M. B. **Atividades Econômicas**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/atividades-economicas>>. Acesso em: 8 jul. 2023.

MACHADO, André Gustavo Carvalho; SILVA, Josuéilton da Costa. **Estratégia empresarial e práticas ambientais: evidências no setor sucroalcooleiro**. Revista Brasileira de Gestão de Negócios, v. 12, p. 405-424, 2010.

Matriz Energética e Elétrica. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 9 apr. 2023.

MELO, André de Souza; SAMPAIO, Yony de Sá Barreto. **Uma nota sobre o impacto do preço do açúcar, do etanol e da gasolina na produção do setor sucroalcooleiro**. Revista Brasileira de Economia, v. 70, p. 61-69, 2016.

MENDES, Alessandra Monteiro Salviano. **Introdução a fertilidade do solo**. 2007.

MENDONÇA, M. A. **Expansão da produção de álcool combustível no Brasil: uma análise baseada nas curvas de aprendizagem**. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008, Rio de Branco. Anais... Rio Branco: BNDES, 2008

MICHELLON, Ednaldo; SANTOS, Ana Aracelly Lima; RODRIGUES, Juliano Ricardo Alves. **Breve descrição do Proálcool e perspectivas futuras para o etanol produzido no Brasil. 2008**.

MILANEZ, Artur Yabe et al. **O Acordo de Paris e a transição para o setor de transportes de baixo carbono: o papel da Plataforma para o Biofuturo**. 2017.

MORAES, M. A. F. D. **A desregulamentação do setor sucroalcooleiro do Brasil**. Americana: Caminho Editorial, 2000. 238p

MORAES, Marcelo Lopes de; BACCHI, Mirian Rumenos Piedade. **Integração entre os estados brasileiros produtores de etanol**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 53, p. 607-626, 2015.

MORAES, Marcia Azanha Ferraz Dias de. **A desregulamentação do setor sucroalcooleiro brasileiro**. 1999. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.n. 1, p. 3-25, 2017

NIGRO, F.; SZWARC, A. **O etanol como combustível. Etanol e bioeletricidade: a canade-açúcar no futuro da matriz energética.** São Paulo: Luc Projetos de Comunicação, p. 154-189, 2010.

Notícias Estatísticas. Disponível em: <<http://www.sindicucar.com.br/noticia-estatistica/>>. Acesso em: 18 maio. 2023.

ORELLANO, Veronica Fernandez; SOUZA, Alberto De Nes de; AZEVEDO, Paulo Furquim de. **Elasticidade-preço da demanda por etanol no Brasil: como renda e preços relativos explicam diferenças entre estados.** Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 51, p. 699-718, 2013.

PANTOJA, David Eduardo Lopez et al. **Valoração econômica da flexibilidade de produção em diferentes regiões do setor sucroalcooleiro brasileiro.** Revista brasileira de gestão de negócios, v. 18, p. 226-244, 2016.

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

Paula, L. E. D. R., Trugilho, P. F., Napoli, A., & Bianchi, M. L. (2011). **Characterization of residues from plant biomass for use in energy generation.** Cerne, 17, 237-246.

PERFIL DO SETOR SUCROALCOOLEIRO. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/perfil-do-setor-sucroalcooleiro>>. Acesso em: 11 abr. 2023.

PETROBRAS. 10 Respostas para as suas dúvidas sobre a gasolina: <https://gasolina.hotsitespetrobras.com.br/10-respostas-para-suas-duvidas/>. Acessado em 13 de fevereiro de 2024.

Produção Agrícola - Lavoura Temporária. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/pesquisa/14/10193?indicador=10246&ano=2021>>. Acesso em: 2 ago. 2023.

Produção Brasileira - Dados Estatísticos. Disponível em: <<https://www.udop.com.br/producao-brasileira>>. Acesso em: 26 jun. 2023.

Produção Mundial de Etanol Combustível por Região. Disponível em: <<https://ethanolrfa.org/markets-and-statistics/annual-ethanol-production>>. Acesso em: 7 summer. 2023.

RAMOS, C. S. Cresce o número de falências entre usinas sucroalcooleiras. Valor Econômico, 25 set. 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/32UdCVa>>. Acesso em: 07 fev. 2024.

RATHMANN, R; BENEDETTI, O; PADULA, A. D. **Análise da introdução do biodiesel na matriz energética brasileira sob as perspectivas do desenvolvimento sustentável e da inovação.** IX Semead – FEA/USP, 2006.

ROSA, I.F.; MAKIYA, I.K.; CESAR, F.I.G. **Cenário atual do comércio internacional de etanol brasileiro para União Europeia: uma análise do ambiente da logística dos biocombustíveis.** Interciência, v.43, p.228-235, 2018. Disponível em: . Acesso em: 9 ago. 2022

SANTIAGO, {ANTONIO DIAS; } R. R. Qualidade de matéria-prima. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/pos-producao/gestao-industrial/qualidade-de-materia-prima>>. Acesso em: 27 fev. 2024.

SAUER, I. L., QUEIROZ, M.; MIRAGAYA, J. C. G.; MARCARENHAS, R. C.; QUINTINO JÚNIOR, A. R. **Energias renováveis: ações e perspectivas na Petrobras**. Bahia Análise & Dados, Salvador, 16 (1): 9-22, jun, 2006.

SHIKIDA, P. F. A. **Expansão canavieira no Centro-Oeste: limites e potencialidades**. Revista de Política Agrícola, v. 23, n. 2, p. 122-137, abr./maio/jun. 2013

SILVA, Clécia Pereira da et al. **Condições de trabalho no cultivo da cana-de-açúcar no Brasil e repercussões sobre a saúde dos canavieiros**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, v. 46, 2021.

SILVA, Nehemias Anastácio Santos da. **Análise da evolução e perspectivas dos preços do etanol em Pernambuco**. 2008. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

SOUSA, Paulo Nunes; SCUR, Gabriela; DE CASTRO SOUZA, Roberta. **Panorama da cadeia produtiva do etanol no Brasil: gargalos e proposições para seu desenvolvimento**. Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas, n. 3, p. 145-145, 2012.

SPÍNDOLA, Fagner Diego; LIMA, João Policarpo Rodrigues; FERNANDES, Ana Cristina. **Interação Universidade-Empresa: o caso do setor sucroalcooleiro de Pernambuco**. Economia e Sociedade, v. 24, p. 121-149, 2015.

TEIXEIRA, Francisco Lima Cruz. **Tecnologia, organizações e produtividade: lições do paradoxo de Solow**. Brazilian Journal of Political Economy, v. 21, p. 322-341, 2021.

TOLEDO, L. Como ganhar ATR e aumentar a lucratividade na colheita de cana-de-açúcar. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/ihara/como-ganhar-atr-e-aumentar-a-lucratividade-na-colheita-de-cana-de-acucar/>>. Acesso em: 16 jun. 2023.

VIDAL, Maria de Fátima. Agroindústria: Etanol. 2023. CASA CIVIL, C. I. DO M. DA M. E. E. Governo anuncia elevação da mistura de etanol na gasolina a 27%. Disponível em: <<https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2015/marco/mistura-de-etanol-na-gasolina-sera-de-27-a-partir-de-16-de-marco>>. Acesso em: 9 fev. 2024.

VIEIRA FILHO, J. E.; FISHLOW, A. **A nova política industrial brasileira: diagnóstico, diretrizes e propostas**. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 3-25, 2017

WISSMANN, M. A. **Responsabilidade social nas agroindústrias canavieiras no Brasil**. 2017. 296 f. Tese (Doutorado) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017