



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS**  
**CAMPUS PENEDO**  
**CURSO TÉCNICO AÇÚCAR E ÁLCOOL**

**ADRIELLE SANTOS**

**IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS ATRAVÉS DA PRODUÇÃO DO ETANOL**

**PENEDO, AL**  
**2022**

ADRIELLE SANTOS

**IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS ATRAVÉS DA PRODUÇÃO DO ETANOL**

Artigo científico apresentado ao Curso Técnico de Nível Médio Integrado e Açúcar e Álcool do Instituto Federal de Alagoas, *campus* Penedo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Técnico em Açúcar e Álcool.  
Orientador (a): Ma Simonise Figueiredo Amarante Cunha.

PENEDO, AL  
2022



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**  
**Instituto Federal de Alagoas**  
**Campus Penedo**  
**Biblioteca**

S237i

Santos, Adrielle.

Impactos ambientais causados através da produção do etanol/ Adrielle Santos. – 2022.

16f. ; il.

Orientação: Prof.<sup>a</sup> Simonise Figueiredo Amarante Cunha.

Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico de Nível Médio Integrado em Açúcar e Álcool) – Instituto Federal de Alagoas, Campus Penedo, Penedo, 2022.

Trabalho em formato digital.

1. Etanol - Produção. 2. Cana-de-açúcar. 3. Impactos ambientais. I. Cunha, Simonise Figueiredo Amarante Cunha. II. Título.

CDD: 662

**Maria Luzia Alexandre de Oliveira**  
**Bibliotecária/Documentalista**  
**CRB-4/2159**


ADRIELLE SANTOS

## IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS ATRAVÉS DA PRODUÇÃO DO ETANOL

Artigo científico apresentado ao Curso Técnico de Nível Médio Integrado em Açúcar e Álcool do Instituto Federal de Alagoas, *campus* Penedo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Técnico em Açúcar e Álcool.


APROVADA EM: 18/03/2022.

### BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente  
 SIMONISE FIGUEIREDO AMARANTE CUNHA  
Data: 24/03/2022 09:44:21-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>


---

Prof. M<sup>a</sup>. Simonise Figueiredo Amarante Cunha  
Instituto Federal de Alagoas - IFAL

Documento assinado digitalmente  
 ANDREA MACLEYBIANE GOIS TAVARES  
Data: 28/03/2022 13:57:21-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Andrea Macleybiane Gois Tavares  
Instituto Federal de Alagoas – IFAL

Documento assinado digitalmente  
 WCLEUTON OLIVEIRA SILVA  
Data: 29/03/2022 12:24:11-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Me. Wcleuton Oliveira Silva  
Instituto Federal de Alagoas – IFAL

# IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS ATRAVÉS DA PRODUÇÃO DO ETANOL

## ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED THROUGH ETHANOL PRODUCTION

Adrielle Santos<sup>1</sup>

### RESUMO

Sabe-se que com a necessidade de independência do petróleo e a busca por combustíveis que fossem menos poluentes, foi criado o Proálcool, com o objetivo de incentivar a produção de etanol. Dessa forma, o etanol é conhecido por ser uma alternativa de combustível sustentável, no qual é gerado a partir de fontes renováveis. Contudo, observa-se que durante a produção do álcool etílico são desencadeados alguns impactos ao meio ambiente. Sendo assim, esse trabalho teve por finalidade, analisar por meio de uma revisão bibliográfica, os impactos ambientais causados durante cada etapa da produção agrícola e industrial do etanol. Logo, identificou-se impactos como redução na qualidade do solo, poluição do solo e dos corpos d'água, derivado do uso exacerbado de agrotóxicos e fertilizantes, além da poluição atmosférica e perda da biodiversidade decorrentes da queimada. Por fim, também se verificou poluição do solo e da água pelo descarte incorreto ou uso descontrolado de resíduos e efluentes provenientes de etapas do processo industrial de fabricação do etanol.

**Palavras-chave:** cana-de-açúcar; produção de etanol; impactos ambientais.

### ABSTRACT

It is known that with the need for independence from oil and the search for fuels that were less polluting, the Proálcool was created, with the objective of encouraging the production of ethanol. Thus, ethanol is known to be a sustainable fuel alternative, in which it is generated from renewable sources. However, it is observed that during the production of ethyl alcohol some impacts to the environment are triggered. Therefore, this work aimed to analyze, through a literature review, the environmental impacts caused during each stage of agricultural and industrial production of ethanol. Therefore, impacts such as reduction in soil quality, soil and water bodies pollution by the exacerbated use of pesticides and fertilizers, in addition to atmospheric pollution and loss of biodiversity resulting from the burning, were identified, finally, soil and water pollution were also found due to incorrect disposal or uncontrolled use of residues and effluents from stages of the industrial process of manufacturing ethanol.

**Keywords:** sugar cane; ethanol production; environmental impact

---

<sup>1</sup> Instituto Federal de Alagoas, discente, curso técnico integrado em Açúcar e Álcool, as7@aluno.ifal.edu.br

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, quando ocorreu a crise do preço do petróleo, em meados dos anos de 1973 e 1974, as autoridades brasileiras começaram as buscas por alternativas de combustíveis que diminuíssem a necessidade por materiais importados com o intuito de diminuir os impactos causados na economia brasileira. Logo, foi criado em 1975 o Proálcool-Programa Nacional do Álcool-, que tinha o objetivo de impulsionar a produção do álcool a partir da cana-de-açúcar (ANDRADE, CARVALHO & SOUZA, 2010; MICHELON, SANTOS & RODRIGUES, 2008).

A cana-de-açúcar trata-se de uma planta que tem origem no Sul e Sudeste asiático. Ela foi implementada no território brasileiro, no século XVI, quando começou o processo de instalação dos engenhos de açúcar, responsáveis pela produção de açúcar e etanol (MARIN & NASSIF, 2012).

O etanol, também conhecido como álcool etílico, é um líquido incolor, que é altamente volátil e inflamável, sendo uma substância polar. No Brasil, o álcool etílico ganhou popularidade por ser uma alternativa de combustível sustentável, sendo ele gerado a partir de fontes renováveis, com um baixo índice de impactos ambientais. O etanol não pode ser encontrado na natureza, o mesmo é produzido a partir de materiais ricos em moléculas de açúcar, como a cana-de-açúcar, milho, beterraba, batata, trigo, entre outros vegetais (OLIVEIRA, SERRA & OLIVEIRA, 2014).

Nesta produção, são necessárias várias etapas: plantio da cana-de-açúcar, queima, colheita, carregamento, transporte, pesagem, descarregamento, lavagem, moagem, tratamento do caldo, fermentação, destilação, desidratação e armazenamento. Observa-se que durante todo o processo de produção podem ser desencadeados muitos impactos ambientais, que vão desde o âmbito agrícola até o âmbito industrial. Dentre os impactos podem ser citados a contaminação dos solos e corpos d'água, poluição do ar e ameaça a biodiversidade (PUGLIESI, LORENCETTI & RIBEIRO, 2017).

Portanto, esse trabalho tem como objetivo através de um breve levantamento bibliográfico acerca do tema, expor alguns danos ao meio ambiente desencadeados através da produção do etanol, estando relacionados com o uso incorreto de agrotóxicos, fertilizantes, torta de filtro e vinhaça, e também da prática da queimada.

## **2. METODOLOGIA**

Esse trabalho foi construído através de uma revisão bibliográfica fundamentada em uma base de dados confiáveis, dispondo de livros, sites, dissertações, artigos científicos e teses. Dessa forma, promovendo uma leitura informativa e de fácil entendimento sobre o tema em questão.

## **3. HISTÓRICO DA INSERÇÃO CANA-DE-AÇÚCAR E DA PRODUÇÃO DE ETANOL NO BRASIL**

A cana de açúcar é uma cultura de extrema importância no mundo, principalmente no Brasil. Ela foi implementada na região brasileira no século XVI, quando os portugueses perceberam que o Brasil tinha um clima adequado para o cultivo da cana-de-açúcar. Dessa maneira, aconteceu a inserção dos engenhos de produção de açúcar em Pernambuco, Bahia, Alagoas, Sergipe e Paraíba. No século XVII a produção de cana-de-açúcar expandiu-se para outras regiões do país (MARIN & NASSIF, 2012).

O caldo da cana-de-açúcar, obtido após a moagem, além de utilizado na produção do açúcar, também é usado como matéria-prima para a produção de etanol através de um processo químico conhecido como fermentação alcoólica. Dessa forma, após o Brasil passar vários anos cultivando cana-de-açúcar para produção de açúcar, principalmente, em 1975, foi criado o Proálcool, assim, abrindo portas para o crescimento da produção do etanol a partir da cana-de-açúcar no Brasil (MARIN & NASSIF, 2012).

Assim sendo, em 1975 o Brasil iniciou, com a primeira crise do petróleo, o Programa Nacional do Álcool - Proálcool, com o intuito de inserir o etanol na matriz energética brasileira e fazer com que o país ficasse menos dependente do petróleo. Dessa maneira, no ano de 1979 iniciou-se a produção de veículos movidos a etanol no Brasil. O baixo preço do produto atraiu a classe média e, em 1985, 96% dos veículos fabricados no país eram movidos a etanol. Porém, no período de 1986 a 1996 ocorreu falha do projeto implementado pelo Proálcool, pois, houve uma queda no preço do barril do petróleo, enquanto houve uma escassez no crédito ofertado para os produtores de cana-de-açúcar, diminuição nos preços pagos ao produtor de álcool

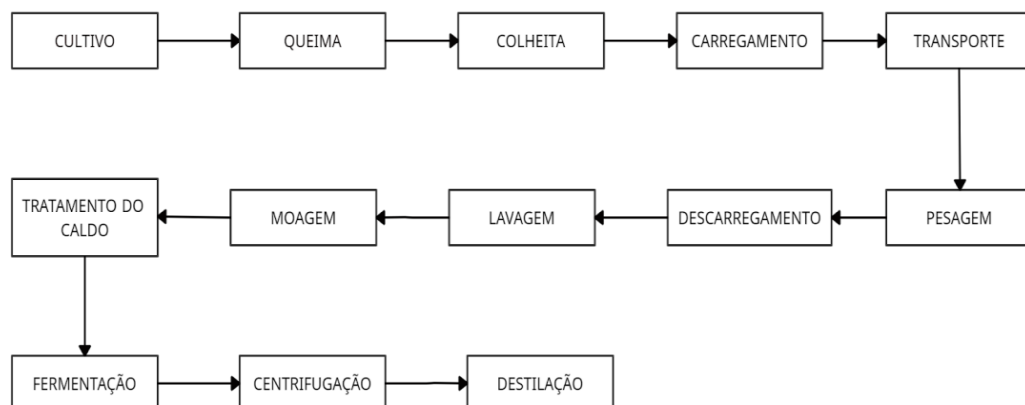
e ao mesmo tempo o valor do açúcar aumentou no mercado internacional. Dessa maneira, desestimulou a produção do etanol, já que não era tão vantajoso produzi-lo naquele momento (ANDRADE, CARVALHO & SOUZA, 2010; MICHELON, SANTOS & RODRIGUES, 2008).

Por fim, em 2003, no momento em que o Brasil não era mais um grande produtor de etanol, por conta da crise, o mesmo voltou a começar a ocupar espaço no mundo mais uma vez, já que ocorreu um aumento na cobrança por tecnologias que não fossem tão poluentes. Dessa maneira, foi implementado o mundo a tecnologia flex, ou seja, carros que funcionam com gasolina e álcool, assim, aconteceu o ressurgimento da exploração do álcool como combustível e de uma tecnologia que é comum de se encontrar no mercado na contemporaneidade (ANDRADE, CARVALHO & SOUZA, 2010; MICHELON, SANTOS & RODRIGUES, 2008).

#### 4. PRODUÇÃO DO ETANOL

A partir do caldo da cana-de-açúcar é possível produzir o etanol, dessa maneira as etapas de produção envolvem desde o âmbito agrícola até o industrial, usualmente seguindo as etapas descritas na Figura 1.

**Figura 1:** Fluxograma da produção do etanol



Fonte: Autor, 2022.

A primeira etapa é o cultivo, na qual refere-se ao momento em que acontece a escolha do local apropriado para a implementação do canavial (SILVA, NAVA, MONTERO & STURZA, 2017).

A queima da palha da cana-de-açúcar acontece antes da colheita manual. Essa etapa tem a principal função de facilitar a colheita manual da planta. Ademais, vale ressaltar que essa prática precisa ser controlada e encerrada, visto que a mesma acarreta alguns danos tanto ao meio ambiente quanto ao próprio canavial. Em seguida, acontece a colheita, em que pode ocorrer de forma manual, semi- mecanizada ou mecanizada. (ALMEIDA, SANTOS & TORRES, 2014; RONQUIM, 2010).

Após a colheita, é possível ter a pesagem que acontece assim que os caminhões chegam na usina, para que assim, a usina saiba quanto irá pagar ao fornecedor de cana. Dessa forma, a pesagem acontece por meio de balanças rodoviárias, na qual, o caminhão é pesado antes de entrar na usina e quando está saindo da mesma. A cana após pesada é descarregada por meio do equipamento nomeado como tombador hilo e geralmente ela segue para dois destinos que são eles: mesa alimentadora ou estocagem (VILELA, 2017).

Já com a cana na mesa alimentadora acontece a lavagem, na qual tem o objetivo de eliminar as impurezas que podem estar presentes na matéria. As águas residuais da lavagem da cana apresentam alto potencial poluidor, devendo ser tratada pela usina. Essa limpeza também pode ser realizada a seco (ALMEIDA, SANTOS & TORRES, 2014).

Com a cana livre das impurezas ocorre a extração do caldo com o auxílio das moendas. Dessa forma, a cana-de-açúcar passa pelas moendas que se encontram em conjuntos de ternos, pois, assim irá melhorar na extração do caldo, já que a cana irá ser moída várias vezes. Com o auxílio de esteiras intermediárias, o bagaço segue de um terno de moenda para outro e após o término desse processo, para as caldeiras para a produção de energia (VILELA, 2017).

Após o término da separação do caldo do material fibroso, o caldo segue para o tratamento. Nessa etapa são realizados tratamentos preliminares e físico-químicos, com o objetivo de melhorar alguns parâmetros do caldo que são necessários para a obtenção de um produto final de qualidade (VILELA, 2017)

O tratamento preliminar é o peneiramento, no qual visa a redução das partículas leves (bagacilho) e pesadas (areia, terra etc.). Os equipamentos utilizados são peneiras e hidrociclones (ALMEIDA, SANTOS & TORRES, 2014).

Já no tratamento físico-químico é possível ter sulfitação, caleação, fosfatação, aquecimento, decantação e filtração. Na etapa de decantação é possível obter a torta

de filtro após a filtração do lodo (VILELA, 2017; ALMEIDA, SANTOS & TORRES, 2014).

Após o tratamento do caldo acontece a etapa de fermentação alcoólica do caldo. Ao iniciar o processo de fermentação o mosto que se refere ao substrato de alimentação das leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) é adicionado na dorna de fermentação juntamente com o caldo para ocorrência da fermentação. Assim, durante a fermentação a levedura tem a função de catalisar a reação para obtenção de dióxido de carbono e etanol a partir da glicose, a qual pode ser representada pela equação:



Ao final da fermentação, o teor médio de álcool das dornas é de 7 a 10%, recebendo o nome de vinho fermentado (VILELA, 2017; ALMEIDA, SANTOS & TORRES, 2014).

Com o término da fermentação, o vinho fermentado segue para as centrífugas, com o objetivo de recuperar o fermento. O vinho de levedura proveniente dessa etapa é enviado para dorna volante, na qual é encaminhado para o aparelho de destilação responsável pela última etapa da produção de etanol (VILELA, 2017).

A etapa de destilação fracionada é a última etapa da fabricação do etanol, nela o vinho proveniente da centrífuga, é enviado para torres de destilação, na qual acontece a separação através da condensação, após o ponto de ebulição parcial da mistura desejada. Assim, o álcool etílico é então obtido, a partir da fermentação do mosto e posteriormente a destilação. É importante salientar que nessa etapa também acontece a extração da vinhaça. Por fim, o etanol obtido pode ter diferentes teores alcoólicos, assim podendo ser classificados em: álcool etílico hidratado e álcool etílico anidro (VILELA, 2017).

## **5. IMPACTOS DETECTADOS NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA E INDUSTRIAL**

Os impactos ambientais encontrados durante a produção do etanol podem ser desencadeados durante a produção agrícola e industrial, estando relacionados ao uso excessivo de agrotóxicos e fertilizantes, queima antes da colheita manual e descarte incorreto de efluentes (Figura 2).

**Figura 2:** Imagens da queimada da cana-de-açúcar, uso de agrotóxicos, fertilizantes e vinhaça, torta de filtro.



Fonte: Autor, 2022.

### 5.1. Uso de Agrotóxicos

Sabe-se que durante o cultivo da cana-de-açúcar faz-se o uso de agrotóxicos, logo, eles contribuem positivamente para o plantio, pois, auxiliam no controle de pragas, contudo, os usos exacerbados dos mesmos apresentam riscos ao meio ambiente (PUGLIESI, LORENCETTI & RIBEIRO, 2017).

Dessa maneira, para minimizar os possíveis impactos, a quantidade adequada dos agrotóxicos que são adicionadas no canavial precisa ser calculada de acordo com o tamanho do canavial para que assim, o insumo realize a sua função. Entretanto, é preciso levar em consideração que essa adição acontece em várias fases do cultivo, logo, acontece o uso exagerado da quantidade desses insumos, o que é motivo para desencadear prejuízos ao meio ambiente. Ademais, é preciso considerar que pode acontecer de o agrotóxico afetar além do alvo, ou seja, também afetar o que não é alvo, de tal forma, que acarreta em contaminação da água, do solo, ecossistemas aquáticos e terrestres (PUGLIESI, LORENCETTI & RIBEIRO, 2017).

Dessa forma, o solo naturalmente tem um alto poder de absorção, logo, quando se faz o uso dos agrotóxicos ocorre penetração no solo e ao decorrer dos anos o mesmo acumula uma quantidade significativa, reduzindo sua fertilidade, havendo uma escassez em seus nutrientes, diminuindo a biodiversidade do solo, ocasionando acidez, entre outros problemas. Além disso, com a contaminação do solo é possível

atingir aquíferos e a contaminação subterrânea, gerando um problema, pois, é muito difícil de reverter a poluição das águas profundas (FIALHO, ADORNO, LIMA, REIS & OLIVEIRA, 2018).

Por fim, o produto também pode ficar em suspensão, contaminando o ar, de tal maneira, que com a ação dos ventos se arraste e afete o corpo social que se localiza nas proximidades do local no qual foi utilizado os agrotóxicos (FIALHO, ADORNO, LIMA, REIS & OLIVEIRA, 2018).

## **5.2. Uso de Fertilizantes**

Geralmente o uso de fertilizantes acontece em solos que apresentam as seguintes características: ácidos, pobres em fósforo, cálcio e magnésio e com teores altos de alumínio. Dessa forma, o fertilizante mais utilizado na plantação da cana-de-açúcar é o nitrogênio, pois, ele é responsável por promover o crescimento da cultura. Contudo, estudos mostram que a eficiência do nitrogênio na produção do açúcar e álcool é nula, assim, ele só serve para o crescimento da planta, enquanto, o que sobra fica no ambiente próximo à produção agrícola de tal maneira que se dispersa pelo ambiente. Além disso, o uso de nitrogênio, potássio e fósforo também podem ficar dispersos no ambiente, assim gerando impactos negativos, como a salinização dos solos e consequente diminuição da produtividade das culturas, contaminação das águas e efeitos na atmosfera (PUGLIESI, LORENCETTI & RIBEIRO, 2017).

## **5.3. Poluição Atmosférica**

A queima da cana de açúcar é realizada antes da colheita manual com o objetivo de facilitar e aumentar a eficiência dessa etapa, contudo, é notório que essa prática gera alguns impactos negativos tanto ao meio ambiente, quanto à saúde humana (RONQUIM, 2010)

Dessa forma, durante a queima da cana-de-açúcar acontece a liberação no meio ambiente de gases com alto potencial poluente, por exemplo, liberação de grandes quantidades de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), monóxido de carbono (CO), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), ozônio ( $\text{O}_3$ ), assim, eles contribuem para um dos

principais problemas ambientais da atualidade: o efeito estufa (ALMEIDA, SANTOS & TORRES, 2014; RODRIGUES, 2010).

Outrossim, os gases provenientes das queimadas também apresentam riscos não só à saúde dos trabalhadores que ficam expostos, mas também aos moradores que se encontram nas proximidades da área em que o fogo foi ateado, assim, podendo contribuir com o aparecimento ou agravamento de problemas respiratórios (RODRIGUES, 2010).

Essa prática também afeta a biodiversidade, uma vez que muitos animais buscam abrigos e alimentação nos canaviais, então, quando acontece a queima do canavial, os animais ali presentes não escapam do fogo ou ficam feridos (RONQUIM, 2010).

Por fim, a queima do canavial traz consequências para a qualidade do solo. Primordialmente, as queimadas contribuem para a perda de água do solo, além disso, torna-se mais suscetível à ação das chuvas e dos ventos, já que toda a sua camada de proteção é removida. Ademais, com o solo sem proteção e com a junção de fortes chuvas, acontece o favorecimento do processo de erosão do solo. Outrossim, pesquisas mostram que os agricultores acreditam que a queimada é positiva para o solo a longo prazo, entretanto, observa-se que os pontos positivos duram por pouco tempo (PANACHUKI, 2011)

Dessa forma, as cinzas provenientes das queimadas são ricas em nutrientes (cálcio, fósforo, magnésio, nitrogênio, entre outros) bons para o solo, assim, contribuindo com ele durante determinado período. Contudo, acontece dos nutrientes se dispersarem com o auxílio das chuvas, assim, ocorrendo diminuição dos nutrientes nas camadas superiores do solo, e conseqüentemente uma queda na fertilidade dele. Ainda, as queimadas também são responsáveis pela diminuição da disponibilidade e da qualidade da água na camada superficial do solo, dessa maneira, contribuindo com a formação de uma camada compactada (GARBIATE *et al.*, 2011).

#### **5.4. Poluição do Solo e Água por Resíduos e Efluentes da Produção**

A poluição dos solos e dos corpos d'água além de acontecer pelo uso exacerbado de agrotóxicos e fertilizantes, como citado anteriormente, ocorre também pelo descarte incorreto de alguns resíduos e efluentes gerados durante a produção do etanol no âmbito industrial.

Em primeira análise, observa-se que a água utilizada na etapa de limpeza da cana apresenta um alto poder de poluição, pois, a mesma apresenta altas concentrações de sólidos e matéria orgânica. Além disso, também é necessário levar em consideração a grande quantidade de água que é usada nessa etapa. No entanto, é importante salientar que para diminuir os efeitos negativos no meio ambiente causados por essa prática, as usinas podem reutilizar essa água logo após ela passar por um tratamento (Figura 3) (ALMEIDA, SANTOS & TORRES, 2014).

**Figura 3:** Tratamento de água da lavagem na usina.



Fonte: Santos, 2021.

Outrossim, a torta de filtro (Figura 4) é um resíduo proveniente das etapas de decantação e, posterior, filtração do lodo (gerado na decantação). Ela é utilizada como adubo no solo, assim, promovendo uma melhora nos parâmetros químicos deste. Contudo, o uso descontrolado da torta pode provocar a contaminação do lençol freático, já que na mesma existe alguns metais que não são absorvidos pela planta. Além disso, ela também é muito rica na demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que é uma fonte poluidora dos cursos d'água e solo. Em suma, é importante fazer o uso controlado da torta de filtro como adubo e é imprescindível que a estocagem dela seja realizada de forma apropriada, ou seja, colocando-a sobre lonas plásticas, evitando o contato entre o solo e o resíduo (BONASSA, et al., 2015).

**Figura 4:** Torta de filtro

Fonte: Autor, 2022

Por fim, a vinhaça, também conhecida como vinhoto, é um efluente líquido proveniente da etapa de destilação, com cheiro característico, rico em matéria orgânica e potássio, cálcio, magnésio e enxofre, além de outros minerais em pequena quantidade. Estima-se que sua produção é de cerca de 10 a 14 litros para cada litro de etanol produzido. Esse efluente tem um elevado poder de poluição, por isso, ele não pode ser descartado diretamente no solo e nos corpos hídricos. Ademais, a vinhaça quando é adicionada diretamente ao solo tem grande potencial de atingir os rios e o lençol freático, assim, gerando uma poluição incalculável. Dessa forma, a vinhaça pode afetar, os rios e represas na região, isso acontece com a ação de fortes chuvas no canavial que fazem com que aconteça um deslocamento dessa água até o corpo d'água, assim, fazendo com que a mesma fique contaminada. Contudo, caso esse efluente seja usado da forma correta e controlada pode trazer pontos positivos para o plantio, pois, ele pode ser utilizado como adubo de terra ou até mesmo para a irrigação da cana, assim, fazendo com que não seja necessário o uso extra de fertilizantes no canavial (PUGLIESI, LORENCETTI & RIBEIRO, 2017).

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Após o levantamento bibliográfico e a análise sobre o tema, durante todo o desenvolvimento deste trabalho, foi possível concluir que existe a geração de

impactos ambientais durante a produção do etanol, sendo eles desencadeados pelo uso descontrolado de resíduos e efluentes, agrotóxicos, fertilizantes e das queimadas.

Foi possível elencar os principais impactos gerados durante a produção de etanol: contaminação do solo e da água, poluição do ar, efeitos negativos na atmosfera e no efeito estufa, redução da fertilidade do solo, problemas à biodiversidade, riscos à saúde do corpo social.

Vale ressaltar que, quando ocorre o tratamento correto e a destinação adequada dos resíduos e efluentes, os efeitos negativos são minimizados e estes resíduos e efluentes podem se tornar alternativas vantajosas para minimizar alguns prejuízos ambientais ao mesmo tempo que trazem vantagens econômicas para a indústria.

## 7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, SAMARA RODRIGUES; SANTOS, VIVIANNI MARQUES LEITE DOS; TORRES, GABRIEL PILÉ DE BARROS. **Avaliação de impactos ambientais do processo de produção de etanol utilizando método derivado da Matriz de Leopold**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET, v.18, n.4, p.1443-1459, Dezembro, 2014. Disponível em:<<https://abre.ai/d4fk>>. Acesso em: 01/03/2022.

ANDRADE, EDENILTON TAVARES; CARVALHO, SERGIO ROBERTO GARCIA; SOUZA, LUCAS FERNANDES. **Programa do Proálcool e o Etanol no Brasil**. Engevista, fevereiro, 2010. Disponível em:<<https://periodicos.uff.br/engevista/article/view/8847>>. Acesso em 25/09/2021.

BONASSA, GABRIELA; SCHNEIDER, LARA TALITA; FRIGO, KÉSSIA DAMARIS DE AZEVEDO; FEIDEN, ARMIM; TELEKEN, JOEL GUSTAVO; FRIGO, ELISANDRO PIRES. **Subprodutos gerados na produção de bioetanol: bagaço, torta de filtro, água de lavagem e palhagem**. Revista Brasileira de Energias Renováveis, v.4, p. 144- 166, 2015. Disponível em:<<https://abre.ai/d50t>>. Acesso em: 04/03/2022.

FERREIRA, MANOEL EDUARDO TAVARES. **Cana-de-açúcar: queimada e impacto socioambiental**. Disponível em:<

[http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/doutrina\\_setor\\_sucroalcooleiro\\_queima.pdf](http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/doutrina_setor_sucroalcooleiro_queima.pdf)>. Acesso em: 27/02/2022.

FIALHO, MARCELITO LOPES; ADORNO, PAULO ALVES; LIMA, JOSÉ ISAÍAS COSTA; REIS, KARINA PREGNOLATO; OLIVEIRA, RICARDO BEZERRA DE. **O uso de agrotóxicos na cultura de cana-de-açúcar e os principais riscos à saúde do trabalhador rural**. Revista científica integrada, v.3, p. 1-11, 2018. Disponível em:<<https://abre.ai/d504>>. Acesso em: 05/03/2022.

GARBIATE, MARCOS VINÍCIOS; VITORINO, ANTONIO CARLOS TADEU; TOMASINI, BRUNO ANDRADE; BERGAMIN, ANDERSON CRISTIAN; PANACHUKI, ELÓI. **Erosão em entre sulcos em área cultivada com cana crua e queimada sob colheita manual e mecanizada**. 2011. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/4FX4nNZLJDBswbC8ppfs6Qm/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 07/03/2022.

MARIN, FABIO; NASSIF, DANIEL S. P. **Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro**, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.2, p.232–239, Março, 2013. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/NGvR8z9YJb6zkyqTqfRdL5D/?lang=pt&format=html&stop=next#ModalDownloads>>. Acesso em: 21/09/ 2021.

MICHELON, EDNALDO; SANTOS, ANA ARACELLY LIMA; RODRIGUES, JULIANO RICARDO ALVES. **Breve descrição do Proálcool e perspectivas futuras para o etanol produzido no Brasil**, AgEcon Search, Rio Branco, p. 1-16, julho, 2008. Disponível em:< <https://ageconsearch.umn.edu/record/109225/>>. Acesso em: 21/09/2021.

OLIVEIRA, LUCAS MENDES; SERRA, JUAN CARLOS VALDÉS; OLIVEIRA, KARINE BERALDO MAGALHÃES. **Balanco energético da produção de etanol para diferentes matérias primas**. Geoambiente on-line-line, [S. l.], n. 22, 2014. DOI: 10.5216/revgeoamb.v0i22.32268. Disponível em:<<https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/32268>>. Acesso em: 21/09/2021.

PUGLIESE, LILIAN; LOURENCETTI, CARLINA; RIBEIRO, MARIA LÚCIA. **Impactos ambientais na produção do etanol brasileiro: uma breve discussão do campo à**

**indústria.** Revista Brasileira Multidisciplinar, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 142-165, 2017. DOI: 10.25061/2527-2675/ReBraM/2017.v20i1.472. Disponível em:<<https://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/472>>. Acesso em: 23/09/2021.

RODRIGUES, LUCIANO DEOTTI. **A cana-de-açúcar como matéria-prima para a produção de biocombustíveis: impactos ambientais e o zoneamento agroecológico como ferramenta para mitigação.** 2010. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Análise Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

RONQUIM, CARLOS CESAR. **Queimadas na colheita da cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos, Embrapa Monitoramento por Satélite,** p.7-45, Dezembro, 2010. Disponível em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/878010>>. Acesso em 28/02/2022.

SILVA, SERGIO DELMAR DOS ANJOS; NAVA, DORI EDSON; MONTERO, CÂNDIDA RAQUEL SCHERRER; STURZA, VINICIUS SOARES. **Sistema de produção de cana-de-açúcar para a agricultura familiar,** p.47-55, 2017. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/168067/1/Sergio-dos-Anjos-Documento-443-web.pdf>>. Acesso em: 27/02/2022.

VILELA, LEANDRO SANTOS. **Processos e análises físico-químicas na fabricação de etanol.** Outubro, 2017. Disponível em:<<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1114>>. Acesso em: 26/02/2022.