

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PROF. ARMANDO JOSÉ FARINAZZO
CENTRO PAULA SOUZA

Alanis dos Santos Caetano
Ana Clara da Mota Lopes
Valéria da Silva Caetano

PRODUÇÃO DE FILTRO A PARTIR DO BAGAÇO DE CANA-DE-
AÇÚCAR PARA RETENÇÃO DE MICROPLÁSTICOS NO TRATAMENTO
DA ÁGUA

Fernandópolis
2024

Alanis dos Santos Caetano
Ana Clara da Mota Lopes
Valéria da Silva Caetano

PRODUÇÃO DE FILTRO A PARTIR DO BAGAÇO DE CANA-DE- AÇÚCAR PARA RETENÇÃO DE MICROPLÁSTICOS NO TRATAMENTO DA ÁGUA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção da Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em Açúcar e Alcool, no Eixo Produção Industrial, à Escola Armando José Farinazzo, sob orientação da Professora Midian Nikel Alves de Souza.

Fernandópolis
2024

PRODUÇÃO DE FILTRO A PARTIR DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA RETENÇÃO DE MICROPLÁSTICOS NO TRATAMENTO DA ÁGUA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção da Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio de Técnico em Açúcar e Alcool, no Eixo Produção Industrial, à Escola Armando José Farinazzo, sob orientação da Professora Midian Nikel Alves de Souza.

Examinadores:

Midian Nikel Alves de Souza

Joel Gouveia Baptista

Paulo Henrique Gonçalves Aranha

Fernandópolis
2024

DEDICATÓRIA

As nossas famílias, por sempre acreditarem nos nossos potenciais. E a nós mesmas por concluirmos os nossos objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos nossos professores por nos auxiliarem durante a produção do trabalho, também as nossas famílias que contribuíram para nossos estudos e aos amigos, em especial nossos colegas do curso, João Pedro Brombati Calandria, Loyse Caroline Nascimento Damaceno, Márcio Leandro Fonseca Rosas, Natasha Yuri Saito Tanaka e ao Raul Cáceres Queiroz, que colaboraram com as fibras de bagaço.

EPÍGRAFE

“A vida me ensinou a nunca desistir. Nem ganhar, nem perder, mas procurar evoluir.”
(Charlie Brown Jr).

PRODUÇÃO DE FILTRO A PARTIR DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA RETENÇÃO DE MICROPLÁSTICOS NO TRATAMENTO DA ÁGUA

Alanis dos Santos Caetano
Ana Clara da Mota Lopes
Valéria da Silva Caetano

RESUMO: No cenário mundial, o bagaço tem se mostrado um forte subproduto derivado das usinas sucroalcoleiras, colaborando em vários métodos e processos, como no tratamento de água, demonstrando uma alternativa eficiente. Este estudo objetivou a produção de um filtro a partir do bagaço da cana-de-açúcar com a finalidade de reter microplásticos, podendo ser utilizado como um tratamento simplificado e de baixo custo. O estudo foi elaborado a partir da necessidade de remediação da poluição do meio ambiente, em especial o meio aquático, que estas partículas de plástico causam. A metodologia utilizada baseia-se em pesquisas bibliográficas que envolvem o contexto da temática e em artigos acadêmicos que focam no processo de construção do filtro capaz de reter microplásticos, dando ênfase em outros tipos de compostos aplicados a esse meio que colaboram neste processo. Ao término de todas as etapas desenvolvidas no laboratório de Química da Etec Prof Armando José Farinazzo, obteve-se o resultado esperado, que certifica que o bagaço é um meio filtrante eficiente.

Palavras-chaves: Bagaço. Cana-de-açúcar. Filtro. Microplásticos. Poluição.

ABSTRACT: In the global scenario, bagasse has proven to be a valuable by-product derived from sugar and ethanol plants, contributing to various methods and processes, such as water treatment, demonstrating an efficient alternative. This study aimed to produce a filter from sugarcane bagasse to retain microplastics, providing a simplified and low-cost treatment option. The study was developed from the need for remediation of environmental pollution, especially in the aquatic environment, which is affected by these plastic particles. The methodology used is based on bibliographical research involving the context of the theme and academic articles that focus on the construction process of the filter capable of retaining microplastics, as well as other types of compounds applied to this medium that assist in this process. At the end of all stages developed in the Chemistry laboratory of Etec Prof. Armando José Farinazzo, the expected result was obtained, confirming that bagasse is an efficient filter medium.

Key words: Bagasse. Sugar cane. Filter. Microplastics. Pollution.

1. INTRODUÇÃO

O bagaço da cana-de-açúcar é o principal resíduo da indústria sucroalcooleira, que se não descartado corretamente pode causar grandes impactos ao meio ambiente. Porém esse material vem se mostrando muito produtivo, podendo ser destinado para a geração de energia por meio da queima nas caldeiras. Além disso, esse subproduto pode ser empregado de forma barata e promissora como um meio filtrante, tendo sua eficiência já estudada para a filtragem de agrotóxicos e dejetos provenientes da suinocultura (LEAL et al., 2023; OLIVEIRAS, 2017).

Portanto, esse trabalho tem como objetivo o estudo e produção de um filtro a partir do bagaço da cana-de-açúcar com capacidade de reter partículas de plásticos, que atualmente são grandes poluentes da água. Os microplásticos são polímeros de pouca extensão que podem chegar à 5 milímetros de comprimento (TREVISOL, 2020). Esses compostos derivam-se de fontes primárias e secundárias porque podem ser liberados de forma direta ou indireta no meio ambiente. Um exemplo da maneira direta é a lavagem de roupas sintéticas, e um exemplo da indireta é a decomposição de plásticos maiores e a utilização incorreta de panelas antiaderentes, visto que ao riscá-las é liberado milhares dessas partículas tóxicas que resultam em doenças e problemas de saúde a longo prazo.

Esses elementos podem ser capazes de prejudicar o meio ambiente de diversas formas, acontecendo a alteração repulsa no ecossistema, apresentando riscos à saúde humana e animal, principalmente a marinha, onde esses detritos podem acabar virando um alimento e sendo incluído na cadeia alimentar. Além de restringir a matéria orgânica que é usada para gerar fonte de energia de alimentos, reduzir as espécies de inúmeros animais e causar diversas doenças.

Diante disso, a utilização do filtro de bagaço de cana melhora a qualidade da água por meio de um sistema de tratamento simplificado, atingindo lugares degradados com população de baixa renda financeira. O trabalho tem grande potencial de viabilidade, pois contém baixo custo e pouco grau de poluição. É acessível, simples

e promissor para o tratamento de água em regiões que não têm acesso diário a água limpa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. MICROPLÁSTICOS

É notável que a saúde do ecossistema e a vida humana têm sido prejudicadas ultimamente devido à grande produção e utilização de recursos que podem poluir e afetar de forma negativa o meio, trazendo consequências tanto para a fauna quanto para flora, mas que são diretamente criados para auxiliar a vida do ser humano, e que de certa forma, iria dificultar durante a ausência deles. Todavia, ainda não é confirmatório que possa ser intenso, visto que os resultados deste composto no organismo são inexplorados (UFAL, 2023).

Os microplásticos são pequenos fragmentos que podem chegar a medir até 5 milímetros e que são resultados de plásticos maiores como por exemplo, garrafas e sacolas (Figura 1). Podem ser visíveis a olho nu, mas quando são espalhados por outros dejetos podem acabar por desaparecer. Existem duas divisões de como é feita a aplicação do microplástico no ambiente: primárias e secundárias. As primárias provêm de partículas já projetadas para o uso, como por exemplo, as redes de pesca e as microfibras de tecidos sintéticos, que ao lavar pode induzir na contaminação. Já as secundárias são resultado da quebra de plásticos maiores e que acabam gerando os microplásticos, como garrafas de água e sacolas (CAVALCANTI, 2022).

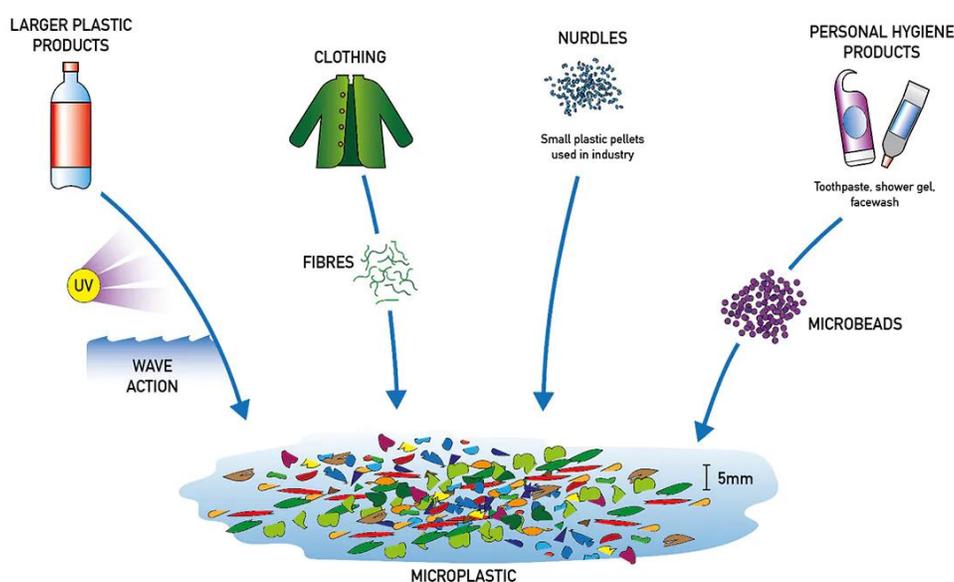
Essas toneladas de poluentes de fácil produção e custo baixo são produzidas em grande escala, mas acabam levando anos para se decompor no ecossistema, o que tem uma influência negativa sobre ele. Pode-se observar sua introdução nas águas, nos solos, no ar, alimentos e até mesmo no corpo humano.

No ano passado, dia 17 de outubro de 2023, foi proibida à venda de glitter microplásticos não biodegradáveis e insolúveis na União Europeia. Essa medida faz parte do Acordo Verde Europeu, companhia de políticas e estratégias criada pela

Comissão Europeia com o objetivo de anular o uso dos pequenos plásticos brilhantes por brilhos ecológicos que corrompem menos a saúde dos ecossistemas (MOREIRA, 2023).

Os microplásticos possuem capacidade de absorver metais e substâncias tóxicas advindas da poluição, principalmente dos oceanos, é muito comum que os animais os confundam com alimentos, dessa forma acontece um ciclo onde um ser vivo se alimenta do outro e se contamina até chegar no homem, ao final da cadeia. As consequências são diversas, podendo acarretar disfunções hormonais, imunológicas, reprodutivas entre outros.

Figura 1. Geração dos microplásticos



Fonte: EXCELÊNCIA ACADÊMICA NO MAR, 2017.

2.2. BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR

O bagaço da cana-de-açúcar tem sido utilizado como fonte alternativa na suplementação animal no período de escassez de forragens. Porém, uma vez que como

outros alimentos fibrosos, é constituído de celulose, hemicelulose e lignina, sua utilização tem sido minimizada, por ser considerado volumoso de baixa qualidade. É resultado da moagem da cana e antigamente era um resíduo para descarte. Hoje tornou-se um insumo amplamente utilizado em usinas (OLIVEIRA, 2022).

A extração do caldo de cana consiste no processo físico de separação da fibra do bagaço, sendo feito, fundamentalmente, por meio de dois processos: moagem ou difusor. Na extração por moagem, a separação é feita por pressão mecânica dos rolos da moenda sobre o colchão da cana. Já na difusão, a separação é feita pela lavagem da sacarose absorvida ao colchão de cana (ALCARDE, 2022).

2.3. TRATAMENTO DE ÁGUA

O tratamento da água pode ser realizado para atender diversos aspectos, sejam eles higiênicos, estéticos e econômicos. É um processo de transformação pelo qual a água passa até chegar nas condições adequadas para abastecer a população, independente da função que ela terá para ser utilizada. Para isso ela deve-se ser pura e limpa. As necessidades do tratamento e dos processos exigidos devem ser determinadas com base em inspeções e em resultados de análises físico-químicas e bacteriológica. O processo de tratamento de água convencional é dividido em várias etapas. Em cada uma delas tem como exigência um controle adequado de dosagens de produtos químicos que serão necessários para ter um padrão de qualidade (CAESB, 2024).

A água para ser tratada passa pela estação de tratamento de água (ETA), que é o local em que realiza a purificação da água captada de alguma fonte para torná-la apropriada para o consumo e utilizá-la para abastecer a população. A captação da água normalmente é feita em rios ou represas que possam suprir as demandas de água da população e das indústrias, há também a captação das águas superficiais, que é feita por meio de poços perfurados. Exemplificando o tratamento, após a água ser captada dos rios, poços e represas, é levada para a estação de tratamento de água (ETA), onde

passa por várias etapas, podendo ser mais complexo ao decorrer de cada uma dependendo das impurezas presentes na água (FRANCISCO; POHLMANN; FERREIRA, s/d).

De acordo com Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo (COMUSA,), os processos são:

1º Etapa – Captação: Nessa primeira etapa a água já captada passa por um **gradeamento** (sistema de grades) que impossibilita a entrada de componentes sólidos contidos no líquido, como folhas, galhos, areia e pedras (impurezas vegetais e minerais). Após, a água segue para **desarenação**, onde ocorre a remoção de areia por sedimentação. Isso faz com que melhore o processo de pré-tratamento da água e evita que haja quaisquer tipos de prejuízo aos equipamentos subsequentes do processo, e por fim, ela é bombeada (enviada) para a ETA.

2º Etapa – Adução: Essa etapa é responsável pelo transporte da água do lugar em que ela foi captada ao tratamento ou da água pré-tratada para o sistema de distribuição. Este processo é realizado por meio de **bombas** que encaminham a água captada à ETA.

3º Etapa – Coagulação e Floculação: Nessas etapas, a água está contida de impurezas, cujas partículas são pequenas e não se sedimentam (não ficam no fundo do recipiente). Por isso, é necessário acrescentar à água **coagulantes químicos**, normalmente o utilizado é o sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$). A utilização desse produto faz com que ocorra o **agrupamento** das partículas e impurezas, transformando-as em partículas maiores (**flocos**). Com isso, tendo grande facilidade para serem removidas por **decantação**. É necessário a utilização de um alcalinizante (Cal Hidratada ou Cal Virgem) que fará a correção de pH, para que o coagulante atue com mais eficiência e haja uma produção efetiva de flocos.

4º Etapa – Decantação: Essa etapa consiste na **separação** (por gravidade) dos sólidos que estão sedimentados na água, no caso os flocos de sujeira que foram formados na etapa anterior. Os sólidos vão se sedimentar no fundo do decantador e serão removidos como lodo, enquanto o líquido livre dos sólidos, decanta pelo **vertedouro**, estrutura projetada para liberar o excesso de água.

5º Etapa – Filtragem: Nesta etapa a água decantada é encaminhada às unidades filtrantes onde é realizada a **filtração**. É feita a eliminação de partículas, impurezas e microrganismo que não foram removidos na decantação. A água passa por grandes filtros formados por camadas de areia, carvão, cascalho e pedregulhos, isso faz com que seja possível reter os flocos que passaram sem decantar-se, ou outras impurezas que possam estar inclusas.

6º Etapa – Desinfecção: É realizada a adição de **cloro** e **flúor** na água antes dela sair da estação de tratamento, isso garante que a água chegue isenta de bactérias e vírus na casa do consumidor e diminua a incidência de cáries na população. É feito o **controle do PH**, que permite identificar a presença de substâncias nocivas e impurezas na água. Garantindo assim a eficácia dos processos químicos envolvidos no tratamento.

7º Etapa – Reservação: Na etapa final, após passar por todos os processos de tratamento anteriores, a água é armazenada em reservatórios, com o objetivo de manter a regularidade ao abastecimento, permitindo que haja uma liberação adequada e atenda efetivamente as demandas. E por fim, ser distribuída a população.

A figura 2 ilustra as etapas de tratamento supracitadas.

Figura 2. Etapas do tratamento de água.



Fonte: ETAPAS DO TRATAMENTO DE ÁGUA ETA, 2006.

Por meio do site da OMS onde foram feitas análises de pesquisas atuais sobre microplásticos em água potável, ficou explícito que os recursos hídricos, tanto superficiais quanto subterrâneos, estão se tornando cada vez mais escassos e com sua qualidade comprometida devido ao aumento populacional e de atividades de descarte inadequado. A crescente presença de contaminantes químicos, como os microplásticos na água potável, aplica novos perigos que os meios de tratamento dos sistemas tradicionais de água não conseguem eliminar, isto porque não é possível sua filtração por meio tradicional e considerando que microplásticos menores que 5 milímetros, podem levar até 450 anos para se degradar na natureza, resultando então em milhões de toneladas lançadas no mar todos os anos. Devido a esse problema deve-se priorizar a remoção de produtos químicos, tais como os microplásticos, que são um risco para a saúde humana e marinha. Beneficiando assim, o meio ambiente e reduzindo à exposição humana (OPAS, 2029).

2.4. FILTRAÇÃO DOS MICROPLÁSTICOS

A filtração é um dos métodos de tratamento da água. Ele consiste na utilização de filtros que são responsáveis por reter as partículas presentes no líquido e diminuir alguns de seus atributos, como: a cor, a turbidez e os micro-organismos. O filtro define-se como um meio poroso tendo uma ou mais camadas, instalado sobre um sistema de drenagem (CAESB, 2024).

Dentre as formas de tratamento primário de águas residuais, os filtros orgânicos destacam-se em virtude de sua imensurável eficiência na remoção de poluentes, existem alguns que são famosos por esse cargo, por exemplo, o quartzo, o carvão ativado, seixo natural e resinas que são utilizadas em processos de desmineralização. Ademais, seu baixo custo de aquisição e sua possibilidade de submissão à compostagem após sua utilização potencializam sua utilização rotineira (OLIVEIRA, 2014).

No Brasil, o filtro de areia pode ser alternativo quando se diz respeito a um sistema de pós-tratamento simplificado, afinal, seu funcionamento baseia-se na aplicação intermitente de afluentes sobre a superfície de um leito de areia por intermédio de uma tubulação de distribuição. Durante a infiltração do líquido incide a purificação por mecanismos físicos, químicos e biológicos (AUSLAND, 2002).

Já a filtração por membrana é um método de tratamento que se comporta como uma barreira, retendo as partículas maiores do que os poros presentes nas membranas filtrantes.

Na etapa de filtração por membranas, a água passa por um meio poroso no qual materiais displicentes como microrganismos, sólidos em suspensão e sais são detidos e a água sai tratada ou purificada, de acordo com o critério da tecnologia implementada. As membranas filtrantes geralmente funcionam por meio de uma combinação de pressão somada à sucção que permite que a água passe enquanto as impurezas são barradas (NEOWATER, 2022). Entretanto, apesar da sua eficiência no meio filtrante e das diversas técnicas específicas e abrangentes que existem, o estudo por trás das características que pedem a ser adquiridas em cada filtração é complexas. E por isso, deve-se haver as informações sobre o vazão, quantas horas ele trabalharia e o objetivo da filtração, além de que, haveria a quantidades de custos e os tamanhos das partículas a serem removidas.

3. METODOLOGIA

No presente trabalho foram realizadas pesquisas em inúmeros artigos, trabalhos acadêmicos e monografias, com a finalidade de compreender o processo da construção de um filtro com o bagaço da cana-de-açúcar, tendo como objetivo reter microplásticos presentes no ecossistema, principalmente na água. Além disso, a metodologia será realizada através de uma análise qualitativa, com a utilização do laboratório de química da Escola Estadual Professor Armando José Farinazzo, situada

em Fernandópolis, seguindo as devidas atenções estipuladas pelas normas de laboratório.

Outrossim, serão realizados diversos testes utilizando o bagaço em sua forma pura, sem nenhum outro componente, com isso analisando a eficácia desse tipo de material para a retenção desses plásticos.

4. DESENVOLVIMENTO

Utilizou-se de metodologia experimental, a criação de um filtro produzido a partir do bagaço de cana, adaptado para a retenção de microplásticos, no laboratório de química da Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo. Segue abaixo os tópicos dos materiais e reagentes usados no processo.

4.1. MATERIAIS E REAGENTES

4.1.1. MATERIAIS:

- Algodão.
- Becker.
- Bastão de vidro.
- Balança semi-analítica.
- Balança analítica.
- Digestor.
- Espátula.
- Garrafa pet.
- Gaze.
- Liquidificador.
- Peneira.
- Tesoura.

- Vidro-relógio.

4.1.2. REAGENTES:

- Água mineral.
- Álcool 95%.
- Bagaço.
- Glitter.

4.2 PREPARO DO BAGAÇO

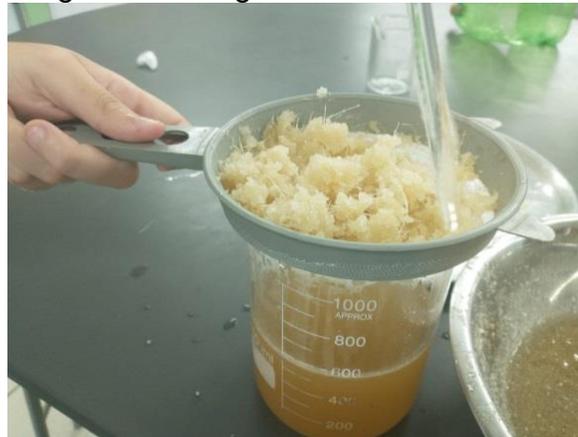
Iniciamos o procedimento realizando a moagem das fibras do bagaço da cana-de-açúcar no equipamento digestor para a obtenção do pó de bagaço. Colocamos o bagaço no béquer e fizemos cinco lavagens, com o intuito de fazer a remoção das impurezas presentes no bagaço, como mostram as figuras 3 e 4.

Figura 3. Moagem das fibras da cana-de-açúcar.



Fonte: (Dos próprios autores, 2024).

Figura 4. Lavagem das fibras moídas.



Fonte: (Dos próprios autores, 2024).

Após quatro lavagens com água mineral, observarmos a água limpa (transparente) logo após a filtração, realizamos a quinta e última lavagem com álcool 95% nesse bagaço, deixando cerca de cinco minutos em repouso, com o objetivo de não apresentar, posteriormente, microrganismos indesejados e combater os que possam estar ainda contidos nele, mesmo depois de inúmeras lavagens com água. Observa-se na figura 5 o procedimento realizado.

Figura 5. Lavagem com o álcool 95% para retirada de impurezas e microrganismos indesejados.



Fonte: (Dos próprios autores, 2024).

Depositamos o bagaço em um béquer e deixamos descansar para sua secagem e utilização posterior na produção do filtro.

4.3. PRODUÇÃO DO FILTRO

Para iniciar a construção de um filtro, utilizamos uma garrafa pet de 2 litros, onde foi feito furos na tampa da garrafa para que a água pudesse cair, e cortamos o exterior dela acima do meio, de modo que formasse um funil, fazendo com que a parte debaixo servisse de recipiente para que a água pudesse se depositar ao filtrar, como se vê na figura 6.

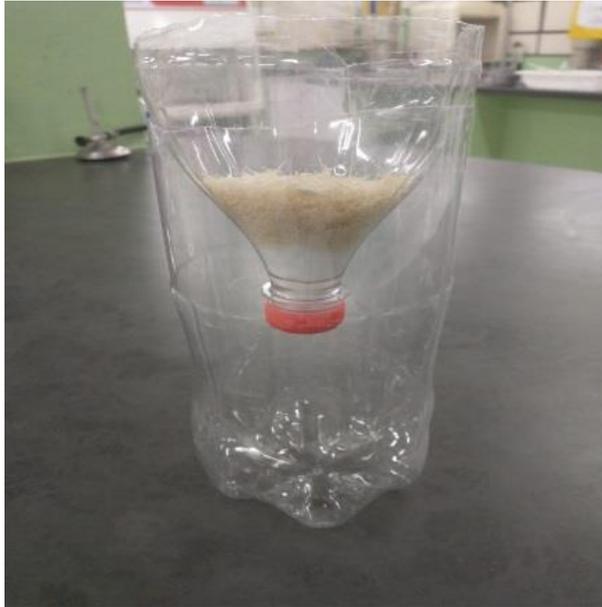
Figura 6. Construção do filtro.



Fonte: (Dos próprios autores, 2024).

Dando prosseguimento, montou-se uma camada de algodão e acima dela uma camada de bagaço de 3 gramas. O objetivo do algodão é para que o pó do bagaço, derivado da trituração não passasse diretamente com a água ao filtrar, como mostra na figura 7.

Figura 7. Filtro composto por duas camadas, uma de algodão e bagaço.



Fonte: (Dos próprios autores, 2024).

4.4. FILTRAÇÃO

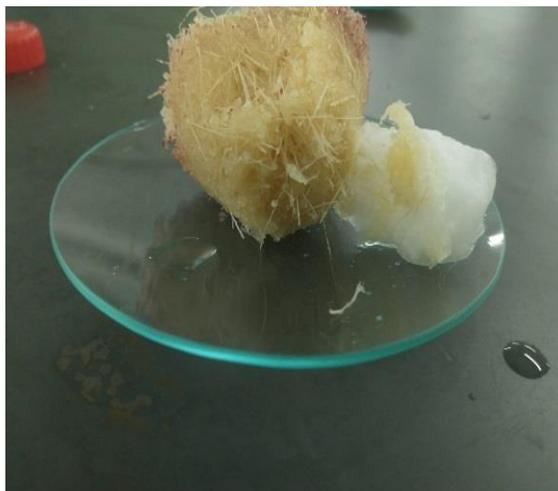
Para utilizarmos o glitter, diluímos em água e jogamos lentamente sobre a camada de bagaço e algodão. Na figura 8 pode-se observar que o bagaço conteve grande parte dos microplásticos, quando a água com glitter foi jogada lentamente. Porém, ao jogar mais água com mais velocidade, uma pequena parte deles foi filtrado pelo algodão, devido a velocidade que foi jogada a água, como pode se observar na figura 9 e na figura 10.

Figura 8. glitter diluído na água para realização da filtração.



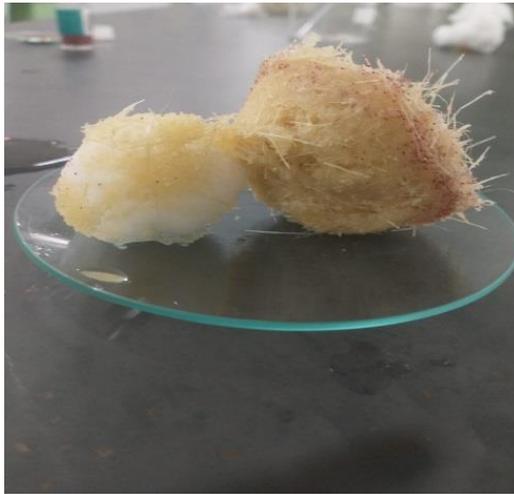
Fonte: (Dos próprios autores,2024).

Figura 9. Bagaço com mais quantidade e algodão retirados para analisar a eficiência do filtro.



Fonte: (Dos próprios autores, 2024).

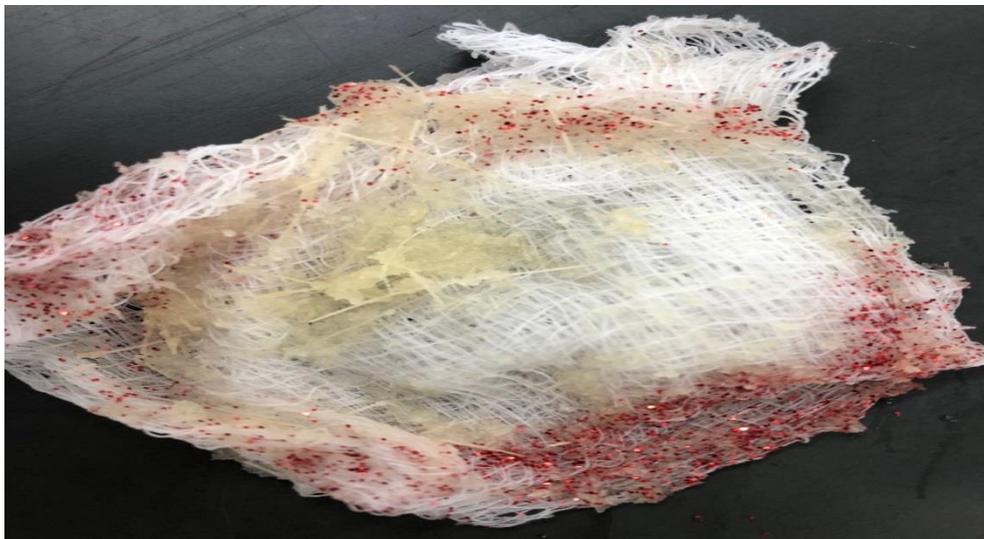
Figura 10. Bagaço em menor quantidade e algodão depois de filtrados.



Fonte: (Dos próprios autores, 2024).

Realizou-se além da filtragem com uma camada de algodão, uma filtragem com camada de gaze, sendo ela bem fina e com o mesmo intuito da de algodão, para que segurasse a camada de bagaço e pudéssemos ter a certeza de que o bagaço iria filtrar o microplástico. A figura 11 mostra que o local em que a camada de bagaço estava, foi grande parte filtrada, deixando a gaze moderadamente limpa.

Figura 11. Camada de Gaze com a tentativa de filtração dos microplásticos.



Fonte: (Dos próprios autores, 2024).

Para ter a certeza de que o bagaço é um composto viável como meio filtrante, foi feita uma camada de 2,75 gramas de bagaço, com uma fina camada de algodão. Foi notável que o bagaço conseguiu reter as partículas de plásticos e que não se transportou para a camada de algodão, dessa forma obtivemos resultado satisfatório.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se através deste estudo que o uso do bagaço de cana-de-açúcar como um meio filtrante é viável. Por meio de uma análise sensorial, como a visão, obteve-se que este composto filtrou-se uma parcela grandemente significativa e graças a esse estudo foi possível aprimorar e aderir um novo método de filtração, acrescentando o bagaço como uma nova camada a mais para filtrações de água. Com isso, a problemática trazida dos microplásticos possa ser resolvida e colaborando com a vida aquática e humana.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARDE, André. **Extração**. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/pos-producao/processamento-da-cana-de-acucar/extracao#:~:text=A%20extra%C3%A7%C3%A3o%20do%20caldo%20da,o%20colch%C3%A3o%20de%20cana%20desfibrada.%3Ea> > Acesso em 22 mar. 2024.

CAVALCANTE, Daniele. In: **O que são microplásticos, de onde vêm e para onde vão?**. [S.l.:s.n.], 2022. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/ciencia/o-que-sao-microplasticos-de-onde-vem-e-para-onde-vaio-222209/>> Acesso em: 03 mar. 2024.
COMUSA. (s.d.). **Tratamento de Água. Companhia Municipal de Saneamento de Novo Hamburgo**. Disponível em: <<https://www.comusa.rs.gov.br/index.php/saneamento/tratamentoagua>> Acesso em: 10 dez. 2024.

FERNANDES, N. M. G. **influencia do ph de coagulação e dosagem de sulfato de alumínio na remoção de oocistos de Cryptosporidium por filtração direta descendente. Universidade de Brasília**. Disponível em: <<https://www.ptarh.unb.br/wp-content/uploads/2017/03/NeusaMargarete.pdf>> Acesso em: 8 mar 2024.

FRANCISCO, A. A.; POHLMANN, P. H. M.; FERREIRA, M. A. **Tratamento convencional de águas para abastecimento humano: uma abordagem teórica dos processos envolvidos e dos indicadores de referência. II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/trabalhos2011/IX-005.pdf>> Acesso em: 8 mar. 2024.

FUSATI, A. (s.d.). **Elemento Filtrante: Afinal, Como Funcionam os Filtros?**. *Fusati*. Disponível em < <https://www.fusati.com.br/elemento-filtrante-afinal-como-funcionam-os-filtros/> Acesso em: 7 mar. 2024

LEAL, Maria et al. **Filtro de bagaço de cana elimina agrotóxico de água contaminada: Filtro para glifosato**. In: Inovação Tecnológica. Disponível em: <<https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=filtro-bagaco-cana-consegue-eliminar-agrotoxico-agua-contaminada-glifosato&id=010125230823>>. Acesso em: 4 abr. 2024.

LEGNER, Carla. **Filtros e insumos para o tratamento de água e efluentes**. *Revistae*, 2020. Disponível em: <<https://www.revistatae.com.br/Artigo/199/filtros-e-insumos-para-tratamento-de-agua-e-efluentes>>. Acesso em: 01 de março de 2024.

LINO, A. G. **Composição química e estrutural da lignina e lipídios do bagaço e palha da cana-de-açúcar.** Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica. Viçosa, MG. 2015. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/8522/1/texto%20completo.pdf>>. Acesso em: 4 mar. 2024.

MARCELO. **Utilização do filtro de bagaço de cana de açúcar no tratamento simplificado de água.** [S.l.:s.n.] 2022. N.p. Disponível em: <<https://proceedings.science/rasbq-2018/trabalhos/utilizacao-do-filtro-de-bagaco-de-cana-de-acucar-no-tratamento-simplificado-de-a?lang=pt-br>>. Acesso em 22 mar. 2024.

MONACO, P.A.V. et al. **Tratamento de esgoto sanitário utilizando filtro orgânico seguido de coagulação com extrato de sementes de moringa preparado com Ca(OH)₂.** *Periodicos*, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/572#:~:text=Resumo,%C3%A0%20compo%20stagem%20ap%C3%B3s%20sua%20utiliza%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 01 de março de 2024.

NEOWATER. **Eficiência Hídrica: Tipos de filtração por membrana para tratamento de água e como funcionam.** Neowater Eficiência Hídrica, 2022. Disponível em: <<https://www.neowater.com.br/post/filtracao-membrana>>. Acesso em: 01 de março de 2024.

O GLOBO. **Panela antiaderente: um único arranhão pode liberar milhões de partículas tóxicas, diz estudo.** Os chamados de ‘produtos químicos para sempre’ são associados a vários tipos de câncer, autismo e infertilidade. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/saude/medicina/noticia/2022/11/panela-antiaderente-um-unico-arranhao-pode-liberar-milhoes-de-particulas-toxicas-diz-estudo.ghtml>>. Acesso em: 3 mar. 2024.

OLIVEIRA, André. **Bagaço de cana: conheça sua importância e utilidades.** Disponível em: <<https://armac.com.br/blog/usinas/bagaco-de-cana/>>. Acesso em: 22 mar. 2024.

PARLAMENTO EUROPEU. **Microplásticos: origens, efeitos e soluções: De onde vêm os microplásticos e quais são os seus efeitos?** Descubra factos importantes sobre microplásticos e em que soluções a União Europeia está a trabalhar. In: EUROPARL. Disponível em: <<https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20181116STO19217/microp%20lasticos-origens-efeitos-e-solucoes>>. Acesso em: 4 abr. 2024.

SILVA, C. C.; ALVES, José; GÓMEZ, Gabriela. In: **O que são microplásticos? Quais são os perigos?** [S.l.:s.n.] 2022. N.p. Disponível em:

<<https://www.publico.pt/2022/05/14/infografia/sao-microplasticos-perigos-703>>. Acesso em: 01 mar. 2024.

SILVA, Victória. **Remoção de microplásticos no tratamento de água para consumo humano por flotação**. 2021. Disponível em: <<https://www.prp.unicamp.br/inscricao-congresso/resumos/2021P19160A36589O3794.pdf>>. Acesso em: 8 mar. 2024.

TONETTI, A.L. et al. **“Tratamento de esgoto e produção de água de reúso com o emprego de filtros de areia”**. Scielo Brasil, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/z3dS9dBbMyQtVDJtTByytwz/?lang=pt>>. Acesso em: 01 de março de 2024.

UFAL, Ascom. In: **Ufal participa de pesquisa sobre acúmulo de microplásticos em placentas. Estudo é o primeiro no mundo a apontar aumento do material em órgãos de seres humanos**. [S.l.:s.n.], 2023. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS. Disponível em: <<https://ufal.br/ufal/noticias/2023/10/ufal-participa-de-pesquisa-sobre-acumulo-de-microplasticos-em-placentas.>>. Acesso em: 01 mar. 2024.

OLIVEIRA, André. Bagaço de cana: conheça sua importância e utilidades. Disponível em: <<https://armac.com.br/blog/usinas/bagaco-de-cana/>>. Acesso em: 22 mar. 2024

MARCELO. **Utilização do filtro de bagaço de cana de açúcar no tratamento simplificado de água**. [S.l.:s.n.] 2022. N.p. Disponível em: <<https://proceedings.science/rasbq-2018/trabalhos/utilizacao-do-filtro-de-bagaco-de-cana-de-acucar-no-tratamento-simplificado-de-a?lang=pt-br>>. Acesso em 22 mar. 2024.

LEAL, Maria *et al.* **Filtro de bagaço de cana elimina agrotóxico de água contaminada: Filtro para glifosato**. In: Inovação Tecnológica. Disponível em: <<https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=filtro-bagaco-cana-consegue-eliminar-agrotoxico-agua-contaminada-glifosato&id=010125230823>>. Acesso em: 4 abr. 2024.

PARLAMENTO EUROPEU. **Microplásticos: origens, efeitos e soluções**: De onde vêm os microplásticos e quais são os seus efeitos? Descubra factos importantes sobre microplásticos e em que soluções a União Europeia está a trabalhar.. In: EUROPARL. Disponível em: <<https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20181116STO19217/microplasticos-origens-efeitos-e-solucoes>>. Acesso em: 4 abr. 2024.

O GLOBO. **Panela antiaderente: um único arranhão pode liberar milhões de partículas tóxicas, diz estudo**. Os chamados de ‘produtos químicos para sempre’ são associados a vários tipos de câncer, autismo e infertilidade. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/saude/medicina/noticia/2022/11/panela-antiaderente-um-unico-arranhao-pode-liberar-milhoes-de-particulas-toxicas-diz-estudo.ghtml>>. Acesso em: 3 mar. 2024.

SILVA, C. C.; ALVES, José; GÓMEZ, Gabriela. In: **O que são microplásticos? Quais são os perigos?** [S.l.:s.n.] 2022. N.p. Disponível em: <<https://www.publico.pt/2022/05/14/infografia/sao-microplasticos-perigos-703>> Acesso em: 01 mar. 2024.

UFAL, Ascom. In: **Ufal participa de pesquisa sobre acúmulo de microplásticos em placentas.** Estudo é o primeiro no mundo a apontar aumento do material em órgãos de seres humanos. [S.l.:s.n.], 2023. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS. Disponível em: <<https://ufal.br/ufal/noticias/2023/10/ufal-participa-de-pesquisa-sobre-acumulo-de-microplasticos-em-placentas>> Acesso em: 01 mar. 2024.