

Centro Paula Souza (CPS)
Etec Dr. Celso Giglio
Curso MTEC-Pi em Meio Ambiente

APROVEITAMENTO DE CABELO COMO FILTRO PARA SEPARAÇÃO DE ÓLEO ALIMENTAR DA ÁGUA

Beatriz de Sousa Almeida

Beatriz Norteiro Velame

Emilly Rodrigues Holanda

Luiz Felipe Leal

Shaiana Tabita de Araújo Sousa

Orientadores:

Jorge Luís Costa

Fernanda Amaral Sanches Lucas

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo a confecção de um filtro utilizando cabelo descartado de salões de beleza para a remoção de óleo alimentar da água, contribuindo para a solução de problemas ambientais causados pelo descarte indevido de soluções oleosas, baseando-se no impacto negativo do óleo sobre os ecossistemas aquáticos e a necessidade de baixo custo para a sua remoção. Com a finalidade de oferecer uma maneira caseira e sustentável de descarte correto, o filtro foi pensado para ser constituído com materiais acessíveis. Dessa maneira, foram realizados testes laboratoriais para obtenção e comparação de dados, avaliando a eficiência do cabelo como adsorvente através de fatos concretos. Além disso, os resultados coletados apresentaram que a capacidade de adsorção da fibra capilar é afetada por diferentes parâmetros, como pH, quantidade do cabelo, tempo e concentração da solução. Por fim, os resultados foram promissores na utilização do cabelo como parte do filtro, mas cabe estudos como descarte e utilização em outras metodologias.

Palavras-chave: Água, Cabelo. Filtro. Óleo.

ABSTRACT

The following research aims to put together a hair filter making use of disposed hair from beauty salons to remove cooking oil from water, contributing to solving environmental problems arising from incorrect disposal of oily solutions, based on the negative impact caused by oil upon aquatic ecosystems and the need of a low price solution for efficient removal. To offer a homemade and sustainable method of correct disposal, the filter was designed to be built with affordable materials. Thereby, laboratory tests were done with the intent of obtaining and comparing data, evaluating the efficiency of hair as an adsorbent through concrete facts. Aside from that, the acquired results showed that the adsorption capacity of the hair fiber is affected by different parameters, including pH, amount of hair, time and solution concentration. Finally, the results were promising regarding hair as a filter component, nonetheless further research is needed to determinate proper disposal methods and alternative applications.

Keywords: Water. Hair, Filter, Oil.

1. INTRODUÇÃO

Em um mundo no qual a necessidade de consumir água é considerada um dos principais pilares para a sobrevivência de um indivíduo, a busca por esse recurso natural provou-se mais árdua do que o esperado. No entanto, de acordo com Lopes (2015), encontrar uma nascente ou aquífero passou a ser o menor dos problemas quando é levado em conta a qualidade da água do local.

Todavia, é importante assegurar a qualidade e segurança da água destinada ao consumo. Sem tratamento adequado, esse recurso pode ser vetor de muitas doenças e problemas de saúde. Consciente dessa questão, o ser humano iniciou uma jornada em busca de água potável e em meios de tratá-la, possibilitando o seu reuso (Bárta et al, 2021).

Através de inúmeros estudos e experimentos realizados por, aproximadamente, décadas, a respeito do processo de purificação, é notável que os meios utilizados evoluíram gradualmente. Embora haja escassez de informações em relação aos primeiros métodos de filtragem, os já registrados consistiam em ferver a água antes de utilizá-la e em filtros de areia e pedra que, no futuro, seriam alvos de estudo para se transformarem nos filtros acoplados em torneiras, facilmente encontrados nas residências dos brasileiros (FILTROS FRIGORÍFICOS AMERICANOS, 2024).

Entretanto, apesar dos avanços no meio da purificação, o cenário ambiental também passou por algumas transformações. Devido ao notável crescimento do descarte incorreto de inúmeros materiais, a contaminação de corpos hídricos torna-se um problema novamente que, em certos casos, o sistema de purificação não conseguirá filtrar todos os poluentes. Desse modo, cabe apenas ao próprio indivíduo adotar uma conduta mais responsável no uso e despejo desses resíduos dentro de sua moradia (TRATAMOS EL AGUA, 2024).

Logo, o óleo de cozinha é um dos agentes poluentes que se transformou em um obstáculo no processo de reutilização da água. O descarte incorreto desse líquido não impacta somente o meio ambiente, mas também a sociedade, pois pode causar o entupimento nas tubulações de uma casa ou, no pior dos casos, em uma rede de esgoto. De acordo com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, 2022, *apud* SABESP, 2017), estima-se que pelo menos um litro de óleo de cozinha é capaz de poluir até 25 mil litros de água. O problema é ainda mais alarmante quando ligado ao fato de que a cada quatro litros de óleo, um é descartado incorretamente, totalizando até 700 milhões de litros de óleo por ano, no Brasil (ABIOVE, 2022).

Neste contexto, surge a proposta deste trabalho de reaproveitar cabelo humano como material filtrante para o óleo doméstico. Como um resíduo biológico abundantemente descartado principalmente em salões de beleza, o cabelo possui características únicas que o torna eficaz na absorção de substâncias oleosas.

Ademais, o uso desse artifício representou uma solução sustentável em relação a problemática do descarte indevido do óleo de cozinha e do cabelo, após adsorver a substância oleosa, filtrando a água.

Esse trabalho pretendeu desenvolver e avaliar a eficiência de um filtro de óleo doméstico à base de cabelo humano, analisando sua capacidade de adsorção. A pesquisa também visou explorar as possibilidades de aplicação desse filtro em escala doméstica, considerando a viabilidade e os benefícios ambientais de sua utilização.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O trabalho apresentado trata de uma experiência que utiliza do descarte de cabelo para a filtragem de misturas entre água e óleo, fornecendo uma alternativa rentável para uso doméstico. Para maior compreensão do tema, é necessário dissertar sobre as pesquisas que fizeram com que a realização do estudo fosse possível.

2.1. Sobre o Cabelo: Usos e Parâmetros

Pode se dizer que a superfície do cabelo possui a habilidade de reter oleosidade, normalmente, natural dos fios (sebo). A adsorção ligada a substâncias graxas ocorre por conta de um processo físico de tensão superficial. Portanto, a adsorção do sebo acontece através do contato com o couro cabeludo e a transferência direta de um fio para outro (Dias, 2004).

O cabelo humano também pode separar óleo emulsionado em água, algo que pode ser muito caro ao ser feito através de outros métodos. Significando que o fio capilar possui habilidades ligadas a separação de "misturas" de óleo e água, diferindo de outros meios que, apesar de eficientes, podem ser caros. Então, além de eficaz, se trata de um método barato e acessível. Além disso, historicamente, há também a adição de cabelos humanos tecidos durante a década de 1920 em filtros para óleos pesados em refinarias e destilarias, já que tais processos envolviam alta pressão que diversas outras fibras naturais não conseguiam suportar. Diferente dos tecidos de cabelo, que eram resistentes e considerados como "quase inquebráveis" (Gupta, 2014).

O que demonstra, mais uma vez, a eficácia do material em relação a absorção e, nesse caso, sua resistência.

Além disso, Ingole et al (2014) também citam a eficácia do cabelo na separação de óleo misturado à água, se referindo a matéria prima como algo barato e não facilmente biodegradável.

Pode-se dizer que o diâmetro das fibras de cabelo (do couro cabeludo) varia de 15 a 110 micrômetros conforme a etnia, além de se desenvolverem em meio a três fases diferentes, sendo controladas pelos hormônios (Robbins, 2002, p. 9). Quanto ao seu comprimento, o cabelo humano pode crescer cerca de 1,0cm a 1,5cm por mês, além de possuir por volta de 100.000 folículos produtivos ligados à reposição de, em média, 50 a 100 cabelos por dia (Pozebon et al, 1999).

2.2. Composição do Cabelo

As fibras capilares são compostas por cerca de 65% a 95% de proteínas, como a queratina, que se encontra em maior quantidade. As ditas proteínas são polímeros de condensação ou macromoléculas que são geradas por uma sequência de 15 a 20 tipos de aminoácidos. Suas moléculas mais simples são estabelecidas por um grupo carboxílico (COOH), um grupo amina (NH₂) e dois átomos de hidrogênio (H) conectados a um átomo de carbono (Glicina). Um radical qualquer (R) pode se ligar ao carbono ao invés de um dos átomos de hidrogênio, determinando o tipo de aminoácido. Após experienciar reações químicas, como alisamentos alcalinos, exposição a luz solar e branqueamentos químicos (oxidação), os aminoácidos são convertidos em outros tipos de substâncias, tais como: a cistina, que é obtida através da dimerização da cisteína em circunstâncias oxidantes. Alguns componentes também presentes na estrutura dos fios de cabelo são: água e lipídeos estruturais e livres (Robbins, 2002).

2.3. Saponificação

A saponificação é uma reação química que ocorre através da junção de um ácido graxo (óleo) com uma base forte que passam por aquecimento e sofrem hidrólise, assim, gerando glicerol e sal de ácido graxo (que dá origem ao sabão). Tal sal possui parte hidrofóbica, cadeia carbônica longa e parte hidrofílica, sendo capazes de serem dissolvidos em gordura ou água (Peruzzo e Canto, 2006).

2.4. Diferenças entre Sabão, Sabonete e Detergente

O sabão é feito por meio da reação de hidrólise de uma gordura animal ou vegetal com hidróxido de sódio ou alguma outra base forte para que se obtenha um sal carboxílico. Possui uma cadeia carbônica de massa molecular alta, podendo apresentar de 12 a 18 átomos de carbono, chamados de sais de ácidos graxos. Por outro lado, os detergentes se tratam de moléculas sintetizadas através de derivados do petróleo, tais como os sais de sódio de sulfatos de alquila de cadeia longa ou de ácidos sulfônicos (ainda de cadeia longa). Porém, também existe uma clara diferença entre sabão e sabonete, já que o sabão é um produto mais bruto e alcalino, próprio para limpezas pesadas; enquanto o sabonete é um produto mais leve, possuindo pouco potencial cáustico, contendo glicerina, óleos e corantes, além de ser próprio para higiene pessoal (Magalhães e Nascimento, 2009).

2.5. Óleos Vegetais

Óleos vegetais são considerados substâncias que possuem abundância em ácidos graxos, vitaminas e nutrientes (como sais minerais). São extraídos de plantas oleaginosas através da técnica de prensagem a frio de grãos, tal qual o milho e a soja; também castanhas, como a castanha-do-pará, a amêndoa doce e o coco e sementes, tal qual o gergelim, sementes de uva e girassol; e, por fim, frutos, assim como o abacate, o argan e a azeitona (Amaral, 2016).

Os óleos vegetais são compostos, em sua maioria, por triacilgliceróis e algumas quantidades pequenas de mono e diacilgliceróis. Sua obtenção em matéria bruta ocorre através de métodos físicos e químicos sobre as sementes de oleaginosas. Inicialmente, o óleo contém impurezas tal qual ácidos graxos livres, que causam instabilidade a qualidade do produto, portanto, são removidos posteriormente (Reda e Carneiro, 2017).

Tendo em mente que o cabelo é, de fato, uma alternativa rentável e funcional, iniciou-se o experimento a partir das pesquisas aqui citadas.

2.6. Shampoo Antirresíduos

Os shampoos podem ser descritos como misturas de tensoativos, polímeros, conservantes e óleos. Possuem o objetivo principal de lavar o cabelo através da remoção da quantidade abundante de sebo ou resíduos de processos cosméticos, assim como poeira e fuligem. Sua composição faz com que seja possível limpar ou condicionar o cabelo em diversos níveis ao entrar em contato com a fibra capilar,

ocorrendo por meio da adsorção e dessorção de tensoativos e óleos (Pinheiro et al, 2013).

Shampoos antirresíduos apresentam um grau alto de detergência por conta de sua formulação feita, basicamente, por tensoativos aniônicos, além de possuir um pH em torno de 7,0 (neutro). Portanto, possui a habilidade de remover resíduos de forma mais eficaz do que outros produtos utilizados no cotidiano. Fazendo com que seu uso seja bastante requisitado em salões de beleza, sendo utilizados antes do início de algum tratamento (Madureira et al, 2014).

Tendo em mente que o cabelo é, de fato, uma alternativa rentável e funcional, iniciou-se o experimento a partir das pesquisas aqui citadas.

3. METODOLOGIA

O vigente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) objetivou realizar uma pesquisa quantitativa experimental e bibliográfica, ou seja, propôs-se investigar na literatura as soluções existentes e, concomitantemente, elaborou-se um projeto prático, consequentemente produzindo dados (estes apresentados mais adiante).

As ferramentas de pesquisa escolhidas foram “Google Acadêmico” e “SciELO”, sendo utilizado como palavras-chave: “cabelo”, “filtro” e “óleo” tanto em língua portuguesa, quanto em língua inglesa. Foram selecionados os artigos publicados, preferencialmente, até 2019 (não sendo desconsiderados os trabalhos mais antigos).

No que concerne a confecção do filtro de cabelo, seguiram-se as etapas experimentais descritas a seguir.

3.1. Coleta da Matéria-Prima: Cabelos

Em relação à aplicação prática, a matéria-prima foi fornecida por dois salões de beleza, um localizado em Osasco e outro em Santana de Parnaíba. As curvaturas predominantes das amostras adquiridas eram liso e cacheado e apresentavam objetos estranhos aderidos aos fios.

Para a limpeza do material, o grupo depositou o cabelo fornecido em um béquer com uma solução de sabonete neutro e água previamente aquecida a 64°C, pela chama de um bico de bunsen. A matéria-prima permaneceu na solução por 15 minutos. Transcorrido o tempo determinado, a água foi escoada e o cabelo depositado sobre uma forma, onde descansou por 48 horas. Após o período de secagem, os resíduos sólidos presentes nos fios foram removidos com uma pinça.

3.2. Confeção do Filtro de Cabelo

Após a coleta dos cabelos, foram montados três filtros a partir de garrafa PET (Polietileno tereftalato) de 2L, tela de mosquiteiro, palitos para churrasco e fita crepe. Para construir o filtro, a garrafa foi parcialmente preenchida por água (1L) e a região foi marcada pela caneta permanente, sendo sequencialmente recortada. A parte superior do objeto foi rotacionada a 180° e aderida à parte inferior da garrafa com o auxílio de palitos e fita (figura 1). É importante salientar que o fundo do filtro foi perfurado por uma faca, de maneira a permitir que a água filtrada escorresse para outro recipiente.

Figura 1 – Filtro completo



Fonte: Acervo pessoal (2024).

Para concluir o filtro, uma tela de mosquiteiro (rede de nylon) foi repartida em três malhas de dimensões 40 cm X 35,5 cm. As três redes formadas foram seladas individualmente por cola quente, sendo mantidas apenas uma abertura para acomodar o cabelo nesse filtro. A proposta dessas malhas é dificultar a transferência dos fios, impedindo que passem junto com água filtrada, além de facilitar a remoção do cabelo após a filtragem. Em cada rede de nylon, foi armazenado 100g de cabelo (admitindo-se até 2g a menos ou a mais).

3.3. Preparação da Solução de Água e Óleo e Testes

Com a finalização do filtro, dezoito soluções de 400mL com diferentes concentrações de água e óleo alimentar usado (mesclado com óleo alimentar limpo de girassol) foram preparadas e, posteriormente, aplicadas no Teste de Capacidade de Retenção de Óleo; Teste para Determinar Relação Tempo/Adsorção; Teste de

Aumento de Temperatura Vinculado ao Aumento de Adsorção do Óleo e Teste com Shampoo Antirresíduo.

3.3.1. Teste de Capacidade de Retenção de Óleo

No primeiro experimento mencionado, o cabelo depositado nos três filtros foi submetido a três soluções heterogêneas cujas concentrações são listadas a seguir:

- 300 mL de água para 100 mL de óleo;
- 300 mL de óleo para 100 mL de água;
- 200 mL de água para 200 mL de óleo.

Posteriormente, a solução resultante foi acondicionada em um funil de separação para averiguar a quantidade de óleo e água retida no cabelo. Desse modo, foi possível mensurar a quantidade de óleo retido no cabelo (fórmula 1) (O_R) através da subtração do óleo total presente na solução (O_T) pelo óleo conduzido (O_C). A mesma lógica se aplica para calcular a quantidade de água retida (fórmula 2) (A_R), onde A_T corresponde à água total da solução e A_C representa a água conduzida. Ambas equações são apresentadas a seguir:

Fórmula 1 – Quantidade (mL) de óleo retido

$$O_R = O_T - O_C \text{ (1)}$$

Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

Fórmula 2 – Quantidade (mL) de água retida

$$A_R = A_T - A_C \text{ (2)}$$

Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

3.3.2. Teste para Determinar Relação Tempo/Adsorção

Simultaneamente, os períodos de dez e vinte minutos foram atribuídos a cada um dos filtros. A filtração sucedeu-se de modo contínuo (a solução depositada foi repostada até o termino do tempo determinado).

3.3.3 Tratamentos Alternativos do Cabelo

Finalmente, o cabelo utilizado nos testes supracitados foi separado em três grupos, de acordo com o tratamento adotado, o qual modificou-se a temperatura ou o potencial hidrogeniônico (pH), de modo que o Grupo C abrange as fibras capilares

mantidas em temperatura ambiente e sem alteração no pH, enquanto o Grupo S engloba as madeixas lavadas com shampoo antirresíduo Ouribel (cujo pH diminuiu para 5), e o Grupo A abriga as mechas aquecidas por uma prancha de cabelo modelo VH3060 até atingirem 80°C, determinado por um termômetro a laser.

Os dados extraídos foram organizados em gráficos e tabelas e analisados, bem como discutidos no tópico Resultados e Discussões mais adiante.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No decorrer dos experimentos realizados, foi proposta a avaliação da influência da temperatura na adsorção de óleo pelo cabelo humano. Estudos de Ingole et al, (2014) indicam que a capacidade de adsorção do cabelo pode ser influenciada pela temperatura, como observado em suas pesquisas que destacam variações em diferentes condições térmicas. Porém, no presente trabalho, ao serem analisadas sob um microscópio após o aquecimento por chapinha, as cutículas apresentaram-se fechadas, o que sugere que temperaturas elevadas podem comprometer a eficiência de adsorção.

Esse fato possivelmente ocorre devido à rápida variação de temperatura e à natureza da exposição térmica. A chapinha aqueceu os fios rapidamente, mas o resfriamento subsequente ocorreu de forma igualmente ágil, impossibilitando que o cabelo mantivesse as cutículas abertas por tempo suficiente para a adsorção desejada.

Considerando esses resultados, optou-se por não seguir adiante com testes de adsorção de óleo em cabelos previamente aquecidos, em razão da expectativa do fechamento das cutículas limitar a eficiência da adsorção, o que tornaria o teste infrutífero para os objetivos da pesquisa. Essa decisão foi embasada na premissa de que a estrutura das cutículas é fundamental para a eficácia do processo de adsorção.

Compreendendo esse fato, pesquisas indicam que o pH pode impactar a abertura e o fechamento dessas cutículas. Oliveira (2015) discute que o pH exerce um impacto significativo na estrutura das cutículas, destacando que um pH ácido (ou seja, mais baixo) tende a manter as cutículas fechadas. Em contraste, um pH alcalino (isto é, mais alto) provoca a abertura das cutículas.

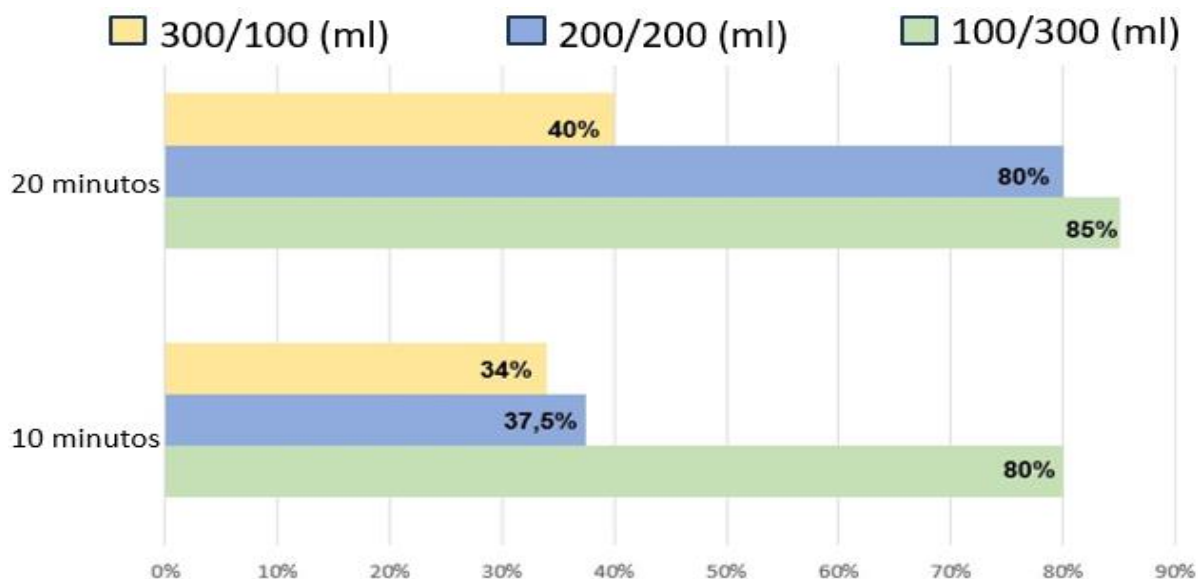
Com base nesse conhecimento, e com o objetivo de explorar a abertura das cutículas para potencializar a adsorção, foi realizado um teste inicial lavando amostras de cabelo com sabonete neutro. Ao serem observadas sob o microscópio, as cutículas permaneceram fechadas.

Para investigar o impacto de um pH mais alcalino, um segundo teste foi conduzido usando um shampoo antirresíduos da marca Ouribel, conhecido por apresentar propriedades mais alcalinas. A relevância da escolha do shampoo de pH alto pode ser apoiada por um estudo da L'Oréal Paris realizado em 2021. Com sua importância para o mercado de cuidados capilares, a empresa contribui com pesquisas e desenvolvimento de produtos que atendem a uma ampla gama de necessidades estéticas e de saúde capilar. De acordo com esse estudo, foi confirmado que a maioria dos shampoos possui a capacidade de abrir as cutículas do cabelo para realizar uma limpeza profunda e remover resíduos. Isso ocorre porque os shampoos apresentam um pH mais alcalino, permitindo que os ativos dos tratamentos penetrem com mais facilidade na fibra capilar.

A análise no microscópio das amostras de cabelo lavadas com shampoo antirresíduos revelou que as cutículas estavam mais abertas em comparação às amostras lavadas com sabonete neutro. Assim, com base no que foi visto, iniciaram-se testes comparativos para avaliar o impacto do tempo de filtração, das concentrações da solução oleosa e dos métodos de lavagem dos cabelos na eficiência do processo de adsorção.

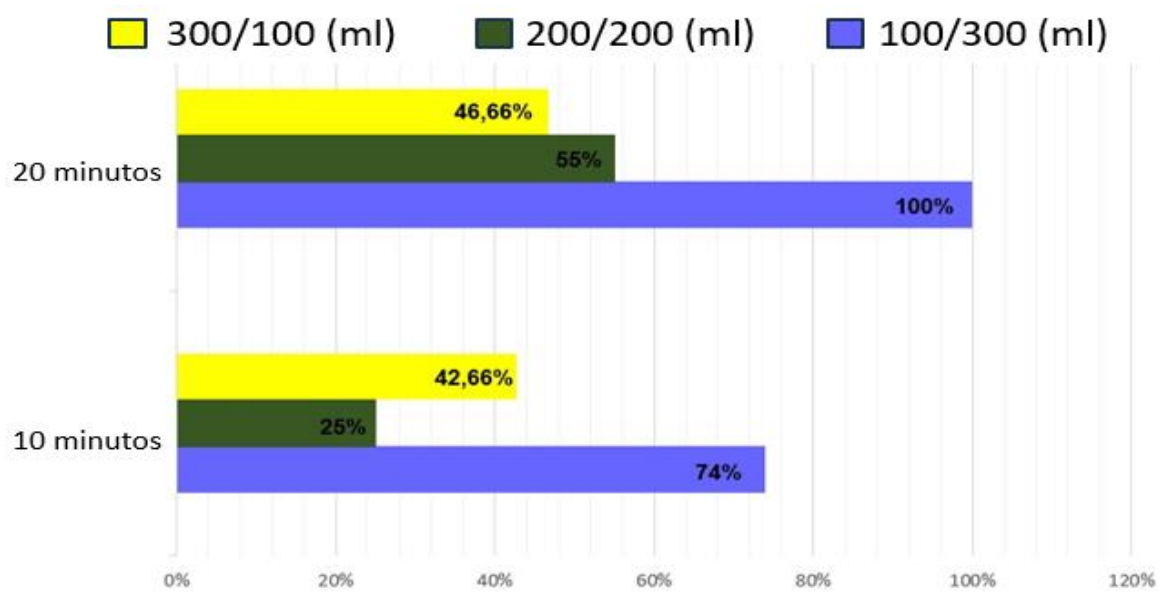
Os resultados obtidos demonstraram sucesso na capacidade do cabelo em adsorver óleo (gráficos 1 e 2), desde que determinadas condições fossem atendidas. Observou-se que os cabelos lavados com shampoo apresentaram maior eficiência na adsorção de óleo, devido às cutículas abertas, favorecendo a retenção da substância. Por exemplo, em dois testes realizados na concentração de 300/100mL (óleo/água), no mesmo período (20 minutos), o Grupo S apresentou 6,66% a mais de óleo adsorvido em relação ao Grupo C.

Gráfico 1 – Quantidade de Óleo Retida pelo Grupo Controle (%)



Fonte: Acervo pessoal (2024)

Gráfico 2 – Quantidade de Óleo Retida pelo Grupo Shampoo (%)



Fonte: Acervo pessoal (2024).

No que diz respeito ao tempo de filtração, constatou-se que o período de 20 minutos apresentou melhores resultados do que o período de 10 minutos, fato notável ao comparar o desempenho do Grupo S na concentração ideal de 100/300mL (óleo/água) que decresceu, aproximadamente, 26% com a redução do tempo.

Além disso, em relação à concentração da solução oleosa, foi identificado que cabelos submetidos a uma solução contendo 100mL de óleo foram mais eficazes, com 100g de cabelo adsorvendo uma quantidade significativa de óleo presente, demonstrando uma retenção eficiente dentro do contexto do experimento. No entanto,

é importante destacar que pequenos resquícios de óleo permaneceram superficialmente, sendo visualmente perceptíveis, mas insignificantes para o cálculo e o resultado final da adsorção, ou seja, esses resíduos não comprometeram a eficácia geral do processo.

Os resultados brutos obtidos a partir dos testes comparativos são apresentados nas tabelas 1 e 2, demonstrando a influência de diferentes tempos de filtração, concentrações de solução oleosa e métodos de lavagem do cabelo na eficiência do processo de retenção.

Tabela 1 – Desempenho do cabelo em relação ao óleo.

	Grupo C						Grupo S					
	100		200		300		100		200		300	
Concentração de óleo (ml)	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20
Tempo de filtração (min)	80	85	75	160	102	120	74	100	50	110	128	140
Quantidade de óleo retida (ml)												

Fonte: Acervo pessoal (2024).

Tabela 2 – Desempenho do cabelo em relação à água.

	Grupo C						Grupo S					
	100		200		300		100		200		300	
Concentração de água (ml)	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20
Tempo de filtração (min)	95	25	70	20	230	50	80	45	127	70	100	50
Quantidade de água retida (ml)												

Fonte: Acervo pessoal (2024).

Na tentativa de descartar os cabelos utilizados no experimento, considerou-se as possibilidades de incinerá-los. Conforme discutido por Gupta (2014), a queima de cabelos humanos ou resíduos que os contenham é uma prática comum em algumas regiões do mundo, mas produz um odor desagradável e emite gases tóxicos, como amônia, compostos sulfurados e fenóis, tornando essa alternativa prejudicial ao meio ambiente.

Além disso, ao tentar incinerar os cabelos impregnados com óleo, observou-se que eles não queimaram adequadamente, possivelmente devido à presença de pequenas gotículas de água em sua estrutura, o que dificultou o processo de combustão.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que a eficiência da adsorção de óleo pelo cabelo humano está diretamente relacionada ao estado das cutículas, cuja abertura é influenciada por fatores como pH e métodos de preparação do material. Durante os experimentos, observou-se que o aquecimento por chapinha resultou no fechamento das cutículas, contrariando a hipótese inicial de que altas temperaturas manteriam as cutículas abertas e favoreceriam a adsorção. Entretanto, o uso de shampoo antirresíduos, devido ao seu pH alcalino, promoveu a abertura das cutículas, demonstrando ser um método mais eficaz para preparar o cabelo para a adsorção de óleo.

Além dos parâmetros mencionados, foram analisados outros fatores que influenciaram diretamente a eficiência do processo, como o tempo de filtração e a concentração da solução oleosa. Os resultados mostraram que o período de 20 minutos apresentou melhor desempenho, enquanto a metade do tempo culminou na redução da eficácia do processo. Da mesma forma, uma concentração equilibrada de óleo foi determinante para o sucesso da adsorção, indicando que a quantidade de cabelo utilizada deve ser proporcional ao volume de óleo para garantir a eficiência.

No que concerne ao design do filtro, a fixação da sua base à parte superior mostrou-se inadequada, comprometendo a funcionalidade do equipamento. A junção apresentou falhas, o que demandou a adição de furos na parte inferior para permitir a remoção da água filtrada. Além disso, a fita adesiva utilizada desprendeuse após as lavagens realizadas durante os testes, indicando baixa durabilidade. Esses problemas destacam a necessidade de revisões no design do filtro para torná-lo mais eficiente e resistente.

Quanto aos resíduos de óleo gerados, estes serão armazenados no laboratório para a realização de testes futuros. Já o cabelo utilizado será encaminhado para centros especializados em descarte, assegurando o cumprimento de práticas ambientalmente adequadas.

REFERÊNCIAS

AMARAL, F. **Técnicas de Aplicação de Óleos Essenciais** – Terapias de Saúde e Beleza. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

BÁRTA, Renata Linassi et al. **Qualidade da água para consumo humano no Brasil: revisão integrativa da literatura.** Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia, v. 9, n. 4, p. 74-85, 2021.

Coleta e destinação correta do óleo de cozinha usado traz benefícios sociais, econômicos e ambientais. ABIOVE, 2021. Disponível em: <<https://abiove.org.br/coleta-e-destinacao-correta-do-oleo-de-cozinha-usado-traz-beneficios-sociais-economicos-e-ambientais/>>. Acesso em: 16 de agosto de 2024.

DIAS, Tania Cristina de Sa. **Análise da ação condicionadora de substâncias cosméticas adicionadas em alisante capilar à base de tioglicolato de amônio.** 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FERNANDO. **Quem inventou os filtros de água.** Filtros Frigoríficos Americanos, 2020. Disponível em: <<https://www.filtrosfrigorificosamericanos.pt/blog/quem-inventou-os-filtros-de-agua/#:~:text=De%20facto%2C%20em%201827%20James%20Simpson%20construiu%20aquilo,primeiro%20sistema%20de%20tratamento%20de%20%C3%A1gua%20comprovadamente%20eficaz>>. Acesso em: 31 de agosto de 2024.

GUPTA, Ankush. Human hair “waste” and its utilization: gaps and possibilities. **Journal of waste management**, v. 2014, n. 1, p. 498018, 2014. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1155/2014/498018>>.

INGOLE, Dr. Nitin; VINCHURKAR, Sanju; DHARPAL, Sachin. (2014). **Adsorption of Oil from Waste Water by Using Human Hair.** Journal of Environmental Science, Computer Science and Engineering & Technology. 3. 207-2017.

La historia detrás del invento del purificador de agua. Tratamos el Agua: Vida sostenible, preservando la naturaleza. Disponível em: <https://tratamoselagua.es/la-historia-detras-del-invento-del-purificador-de-agua/?damemas_lectura=1&damemas_lectura=1&damemas_lectura=1&damemas_lectura=1&damemas_lectura=1#El_descubrimiento_de_la_necesidad>. Acesso em: 30 de agosto de 2024.

Lavar o cabelo só com shampoo faz mal? Descubra se é preciso usar o condicionador na lavagem dos fios. 6 abr. 2021. Disponível em: <<https://www.loreal-paris.com.br/lavar-o-cabelo-so-com-shampoo-faz-mal-descubra-se-e-preciso-usar-o-condicionador-na-lavagem-dos-fios>>. Acesso em: 13 nov. 2024.

LOPES, Selma Pereira de Oliveira. **CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA NOS ASPECTOS SOCIAIS.** 2015. 26. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Votuporanga, 2015.

MADUREIRA, Bruna Cardoso; *et al.* **Shampoos & Condicionadores.** Fundamentos de Cosmetologia. Cosmetics & Toiletries (Brasil), vol 26, 2014. Pag. 38- 43

MAGALHÃES, Gleice Santos Lima; NASCIMENTO, Rafaela da Conceição. Preparação e formulação de bases saponáceas oriundas de óleos vegetais reciclados. **TCC (Graduação)-Curso de Química Industrial, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro**, 2009.

OLIVEIRA, Patricia Cristina Rebouças De Paiva E. **RELEVÂNCIA DO pH EM FORMULAÇÕES CAPILARES**. 2015. Disponível em: <<https://repositorio.unisagrado.edu.br/jspui/handle/handle/3077>>. Acesso em: 13 nov. 2024.

PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo leite do. **Química Na Abordagem Do Cotidiano**. 4. Ed. São Paulo: Moderna, 2006, 3 V.

PINHEIRO, Adriano S. et al. Fisiologia dos Cabelos. Fundamentos de Cosmetologia. **Cosmetics & Toiletries (Brasil)**, v. 25, 2013.

POZEBON, Dirce; DRESSLER, Valderi L.; CURTIUS, Adilson J. Análise de cabelo: uma revisão dos procedimentos para a determinação de elementos traço e aplicações. **Química Nova**, v. 22, p. 838-846, 1999.

REDA, Seme Youssef; CARNEIRO, Paulo I. Borba. **Óleos e gorduras: aplicações e implicações**. Revista Analytica. Nº7, p. 60-67, 2007.

ROBBINS, C. R. **Chemical and physical behavior of human hair**. 4. ed. New York: Springer-Verlag, 2002. 483 p.

Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente. **Parceria da Prefeitura em economia circular permite tirar 1,7 milhão de litros de óleo de cozinha da rede de esgoto da cidade de São Paulo**. Prefeitura Municipal de São Paulo, 2022. Disponível em: <https://capital.sp.gov.br/web/meio_ambiente/w/noticias/326561#:~:text=Segundo%20dados%20da%20Associa%C3%A7%C3%A3o%20Brasileira,ao%20ano%20lan%C3%A7ados%20no%20meio>. Acesso em: 30 de agosto de 2024.