

REUTILIZAÇÃO DE ÓLEO DE COZINHA PARA A CONFECÇÃO DE VELAS

Andrei Luis Galliani^a, Luiz Henrique Panisson Herber^a, Vitor Hugo Prusak^a, Patricia Akemi Tuzimoto^b

patricia.tuzimoto@ifsc.edu.br

^a Estudante do Curso Técnico em Química do Instituto Federal de Santa Catarina, IFSC, Câmpus Jaraguá do Sul – Centro.

^b Docente do Instituto Federal de Santa Catarina, IFSC, Câmpus Jaraguá do Sul – Centro.

Resumo

Este projeto teve como objetivo explorar a viabilidade da produção de velas a partir da reutilização do óleo de cozinha, uma prática que contribui para a preservação ambiental ao oferecer uma alternativa sustentável às tradicionais velas de parafina. As velas de parafina, amplamente utilizadas em diversas situações cotidianas, geralmente não despertam preocupação quanto ao seu impacto ambiental, especialmente durante a queima, que pode liberar substâncias prejudiciais. Como forma de minimizar esse impacto, a pesquisa buscou desenvolver um método de reciclagem do óleo de cozinha usado, que, após ser descartado, costuma poluir o meio ambiente.

O estudo focou em um processo que envolveu a purificação cuidadosa do óleo, removendo impurezas e resíduos que poderiam comprometer a qualidade das velas. Após a purificação, o óleo foi transformado em matéria-prima para a fabricação de velas, passando por etapas de moldagem que garantiram um produto final. Além de ser uma solução sustentável, a iniciativa também promove a conscientização sobre o reaproveitamento de resíduos domésticos, incentivando práticas que podem ser adotadas em larga escala para reduzir o impacto ambiental. A pesquisa demonstrou que a reutilização do óleo de cozinha na produção de velas é uma alternativa viável e eficiente, aliando sustentabilidade, economia circular e inovação.

Palavras-chaves: Velas. Purificação. Óleo. Ceras.

Abstract

This project aimed to explore the feasibility of producing candles from reused cooking oil, a practice that contributes to environmental preservation by offering a sustainable alternative to traditional paraffin candles. Paraffin candles, widely used in many everyday situations, generally do not raise concerns about their environmental impact, especially during burning, which can release harmful substances. As a way to minimize this impact, the research sought to develop a method for recycling used cooking oil, which, after being discarded, often pollutes the environment.

The study focused on a process that involved carefully purifying the oil, removing impurities and residues that could compromise the quality of the candles. After purification, the oil was transformed into raw material for making candles, undergoing molding steps that ensured a final product. In addition to being a sustainable solution, the initiative also raises awareness about the reuse of household waste, encouraging practices that can be adopted on a large scale to reduce environmental impact. The research demonstrated that reusing cooking oil in the production of candles is a viable and efficient alternative, combining sustainability, circular economy and innovation.

Keywords: Candles. Purification. Oil. Waxes.

1 INTRODUÇÃO

A produção de velas a partir da reutilização de óleo de cozinha é uma prática sustentável que visa reduzir o desperdício e o impacto ambiental. O óleo usado, muitas vezes descartado inadequadamente e poluindo o meio ambiente, pode ser transformado em velas úteis e decorativas. Esse processo envolve a purificação do óleo para que ele tenha aparência de "novo", o que é crucial para o resultado final do produto. Além da purificação, a confecção das velas inclui testar diferentes composições de cera, como cera de carnaúba e cera de abelha, para otimizar a qualidade das velas produzidas.

1.1 VELAS

Atualmente, as velas são amplamente utilizadas para iluminação, decoração e cerimônias religiosas, mas podem apresentar malefícios, especialmente se usadas inadequadamente ou se forem de má qualidade (Prema, 2017). As velas de

parafina podem emitir substâncias tóxicas quando queimadas, prejudicando a saúde ao serem inaladas ou absorvidas pela pele, além de aumentar a poluição do ar em ambientes fechados, afetando a saúde respiratória das pessoas. A queima de velas também pode produzir fuligem, que se acumula em superfícies próximas, como paredes e móveis, necessitando de limpeza frequente e podendo danificar essas superfícies. Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) e partículas expelidas são os principais poluentes emitidos por velas (Angélica, 2023).

Para evitar as substâncias tóxicas emitidas pelas velas convencionais, uma alternativa mais sustentável é o uso de velas produzidas a partir de materiais vegetais. De acordo com a ECycle (2023), velas vegetais, feitas de ceras como óleo de soja, óleo de palma ou cera de abelha, são opções mais ecológicas e menos prejudiciais à saúde e ao meio ambiente.

1.2 REUTILIZAÇÃO DO ÓLEO

Muitas pessoas descartam o óleo de cozinha inadequadamente, jogando-o no ralo da pia, no lixo orgânico ou no quintal, o que pode levar à contaminação de efluentes hídricos. O óleo forma uma camada sobre a superfície da água, bloqueando a luz e impedindo trocas gasosas, o que prejudica os organismos aquáticos e causa desequilíbrio ecológico (Nuvolari, 2011 apud Oliveira; Nakamura). O produto mais comum derivado do óleo usado é o sabão caseiro, feito de óleo de cozinha, soda cáustica, álcool e fragrâncias. Além disso, em muitos lugares há coleta de óleo usado para sua reutilização em novos produtos. Restaurantes e condomínios utilizam bombonas de grande capacidade para armazenar o óleo, enquanto residências usam recipientes menores, que são despejados em bombonas nos pontos de entrega voluntária. A coleta é otimizada por veículos adaptados, que seguem rotas pré-definidas para reduzir custos e tempo (Junior et al, 2009).

Em Jaraguá do Sul (SC), a prefeitura implementou a coleta de óleo de cozinha juntamente com a coleta seletiva, com a participação de duas empresas, Ambiental Santos de Itaperuçu/PR e Ambiental de Joinville/SC, responsáveis por coletar e destinar o óleo para reutilização (Unopress, 2013). Ambiental Santos coleta cerca de 10 mil litros de óleo por ano, evitando que este seja descartado inadequadamente ou queimado. A queima de óleo libera acroleína, um composto químico tóxico e irritante que pode causar sérios problemas de saúde, como irritação nos olhos, nariz e garganta, além de afetar o sistema respiratório (Osório,

2012). A presença de óleo na natureza também pode causar danos ambientais, contaminando solos e corpos d'água e prejudicando a vida vegetal e animal. Portanto, a coleta e o descarte adequado do óleo são essenciais para proteger a saúde pública e o meio ambiente.

1.3 VELAS A PARTIR DE ÓLEO DE COZINHA

A produção de velas a partir de óleo reutilizado é uma alternativa eficaz para evitar o descarte indevido do óleo e oferece uma forma rápida e simples de reutilizá-lo. Esse processo pode ser realizado tanto por empresas quanto por indivíduos em casa, servindo também como uma fonte adicional de renda (Oliveira & Nakamura, 2016). A reutilização do óleo de cozinha para a produção de velas aromatizadas é promissora, especialmente em velas ornamentais, que têm um vínculo cultural com a espiritualidade, religião e datas comemorativas, sendo utilizadas na decoração de ambientes (Enciso, 2021).

A produção de velas vegetais a partir de óleo vegetal é importante para a educação ambiental, conforme Oliveira e Nakamura (2016). O projeto utilizou tanto parafina quanto cera de abelha para dar consistência às velas, mas a cera de abelha é recomendada para uma vela mais sustentável. Segundo Thode et al. (2014), o óleo usado foi obtido por doações e filtrado para remover as maiores impurezas. A produção de velas com óleo de cozinha e estearina é viável, pois os materiais necessários são fáceis de encontrar.

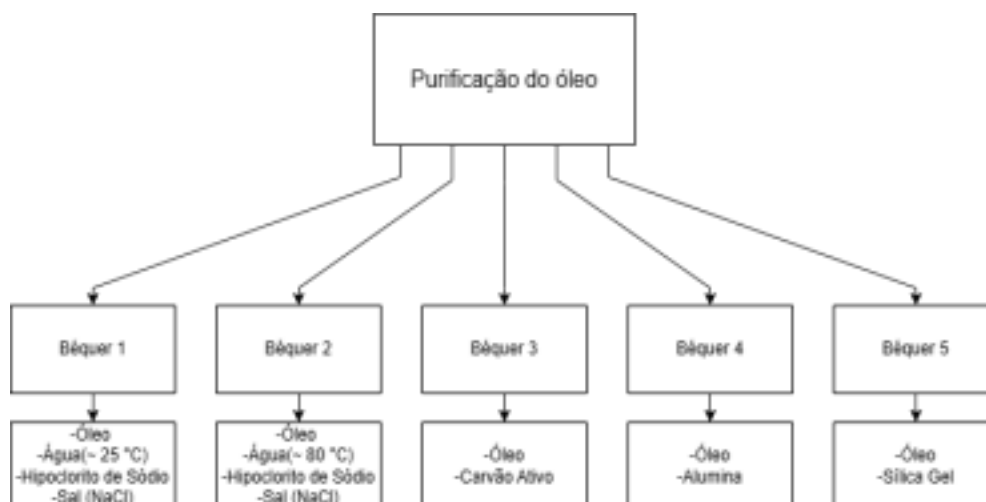
2 METODOLOGIA

Na sequência serão apresentados os métodos utilizados que foram divididos em três partes: a coleta do óleo, a purificação do óleo, e a extração do óleo essencial para ser um aditivo e na produção da vela com diferentes formulações, mostrando os diferentes métodos testados, para chegar no produto final.

2.1 PURIFICAÇÃO DO ÓLEO

O óleo utilizado na pesquisa foi fornecido por um integrante da equipe e passou por uma filtração inicial com um funil e algodão para remover impurezas. Com o óleo filtrado, iniciaram-se os testes de purificação, considerados uma etapa crucial do processo (fluxograma 1), com o objetivo de eliminar odores indesejáveis e restaurar o óleo a características próximas de um óleo virgem.

Fluxograma 1: Fluxograma dos testes de purificação do óleo



Fonte: Os autores, 2023.

Após os testes, foram escolhidos dois métodos de purificação, conforme Lopes e Rosa (2024). Devido aos bons resultados de ambos os métodos, decidiu-se combiná-los para obter um resultado melhor. Desse modo, foi iniciado o processo de purificação em duas etapas, a primeira etapa envolvendo o carvão ativado com o óleo e o segundo método, utilizando hipoclorito de sódio.

Assim, foram adicionados 40,21 g de carvão ativado a 600 mL de óleo, que foi deixado em repouso por aproximadamente uma semana. A separação do carvão ativado do óleo foi feita usando um funil de Büchner acoplado a um kitassato ligado a uma bomba a vácuo. Para a purificação, inicialmente a mesma foi realizada com carvão ativado, após, foi feito o processo de separação do carvão com o auxílio de uma bomba a vácuo, assim, o óleo previamente purificado, também foi submetido ao segundo processo, utilizando hipoclorito de sódio.

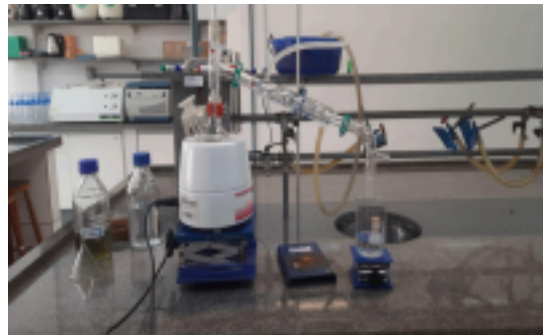
2.2 EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA

Para a extração do óleo essencial da canela, foi utilizado o método de extração por arraste a vapor, primeiramente 12,07 g de canela é moída em um almofariz para facilitar a extração, aumentando a área de contato do material. Em seguida, a canela moída foi colocada em um balão de fundo redondo, ao qual serão adicionados 180 mL de água, não ultrapassando o volume máximo suportado pelo balão.

Com uma manta de aquecimento, um condensador e um erlenmeyer o sistema é montado como mostrado na figura 1, após ligar a manta de aquecimento o vapor é gerado através do aquecimento da água, o vapor entra em contato com a canela e as substância que apresenta baixo ponto de ebulição sejam transformada em vapor, que é direcionado para o condensador convertendo o vapor em estado

líquido e assim extraído o óleo, onde é recolhido em um erlenmeyer.

FIGURA 1: Sistema de extração do Óleo Essencial de Canela



Fonte: Os autores, 2024.

O óleo essencial foi separado da água utilizando um funil de separação, e em seguida armazenado em um frasco escuro e bem fechado para proteger da luz e evitar a oxidação. Com o óleo essencial separado e devidamente acondicionado, o próximo passo é a produção das velas e a adição do óleo nas mesmas.

2.3 PRODUÇÃO DAS VELAS

De acordo com Oliveira e Nakamura (2016), é possível utilizar diversas ceras de origem vegetal na produção de velas. Diante disso, foram desenvolvidas 6 variações de velas com o óleo purificado (Fluxograma 2), para posteriormente serem comparadas entre si desde uma vela convencional de parafina até as velas de cera de abelha e carnaúba, apresentando variação em apenas 3 delas que possuem 1 mL de óleo essencial de canela em sua composição.

Fluxograma 2: Fluxograma dos tipos de velas produzidas



Fonte: Os autores, 2024.

O objetivo central da pesquisa era a produção de velas de óleo reutilizado. Para isso, também era necessário ter uma vela de parafina como base de comparação, devido à sua popularidade e características conhecidas. A vela de parafina serviu para calcular o tempo de queima e a fuligem das velas de óleo reutilizado. Além dela, foram produzidas velas de cera de abelha e cera de carnaúba, visando testar robustez e durabilidade. O óleo essencial de canela foi adicionado para conferir o aroma e verificar se influenciava os resultados dos testes em cada tipo de vela.

Um dos maiores desafios foi encontrar um molde ideal para as velas. Inicialmente, foram usados potes de iogurte e barbantes como pavios, mas a chama se concentrava no meio da vela, criando um “buraco” e apagando-a rapidamente. A solução foi desenvolver um molde de papel cartão com 4 cm de altura e 9 cm de comprimento, enrolado em forma de tubo, fixado com grampos de grampeador e envolto por duas camadas de plástico filme, vedando uma extremidade para formar um pequeno recipiente cilíndrico.

2.3.1 Vela a partir da cera de abelha

A primeira abordagem metodológica concentrou-se na utilização de cera de abelha na produção de velas, conforme citado por Oliveira e Nakamura (2016). Assim, decidiu-se incorporar cera de abelha na produção de velas feitas com óleo de cozinha reutilizado e purificado, adquirindo 100 g de cera de abelha para esse propósito. Na produção dessas velas, utilizou-se 10 mL de óleo purificado e 5 g de cera de abelha, que deverá ser derretida em um béquer sobre uma chapa de aquecimento antes de ser misturada ao óleo purificado.

Uma vez misturados, o óleo e a cera de abelha foram colocados em moldes para solidificação por um período de 3 a 7 dias. Após esse tempo, as velas foram retiradas dos moldes e pesadas em uma balança semi-analítica. Este processo foi repetido duas vezes, na segunda repetição, foi adicionado óleo essencial de canela à composição. O procedimento de acondicionamento em moldes, solidificação e pesagem realizou-se novamente para assegurar consistência nos resultados.

2.3.2 Vela a partir da cera de carnaúba

O segundo método de produção de velas utiliza cera de carnaúba como ingrediente principal. A proporção utilizada é de 2 mL de óleo para cada 1 g de cera

de carnaúba, sendo testada uma vela específica com 10 mL de óleo e 5 g de cera de carnaúba. A mistura foi aquecida em um béquer sobre uma chapa de aquecimento até o derretimento completo da cera, em seguida, foi colocada em um molde e deixada em repouso por uma semana para solidificação. Após esse período, ocorreu a pesagem da vela em uma balança semi-analítica.

Este processo repetiu-se duas vezes. Na segunda repetição, adicionou-se o óleo essencial de canela à composição da vela de cera de carnaúba. Todo o procedimento, incluindo acondicionamento no molde, tempo de solidificação e pesagem, foi repetido para garantir a consistência dos resultados.

2.4 TESTES COM AS VELAS PRODUZIDAS

Após a produção das velas, iniciou-se o processo de testes qualitativos e quantitativos, começando com o teste de queima, onde ocorreu a cronometragem do tempo de queima de cada modelo de vela produzido a partir do momento em que a chama começa a derreter a vela. Além disso, também foram realizados testes de fuligem para avaliar a quantidade de resíduos emitidos durante a queima das velas. Para este teste, utilizou-se o seguinte procedimento:

1. **Preparação do Cadinho:** Foi pesado um cadinho limpo e seco usando uma balança semi-analítica para obter a massa inicial com precisão.
2. **Exposição à Chama:** O cadinho foi posicionado sobre a chama da vela em teste a uma distância de aproximadamente 5 cm, mantendo-o nessa posição por exatamente 1 minuto.
3. **Medição da Massa Final:** Após 1 minuto, é retirado o cadinho da chama e deixado à temperatura ambiente. Em seguida, é pesada novamente o cadinho para obter a massa final.
4. **Cálculo da Fuligem:** A diferença entre a massa inicial e a massa final do cadinho fornecerá a quantidade de fuligem produzida durante 1 minuto de queima.

Durante a combustão da vela, foi realizado um teste olfativo para verificar se ela exala odores provenientes do óleo purificado. Este teste é essencial para garantir uma queima eficiente sem a presença de odores indesejados e que comprometem a qualidade das velas.

Além disso, um teste exclusivo foi realizado com os óleos utilizados no

projeto, incluindo o óleo de soja novo, óleo filtrado, óleo lavado para remoção do hipoclorito de sódio e óleo purificado, onde foram submetidos a uma análise por infravermelho para identificar e comparar suas composições e detectar impurezas. Essa análise permite observar mudanças no perfil das bandas e avaliar a eficiência do processo de purificação, sendo fundamental para entender o impacto de cada etapa (BONATO, 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

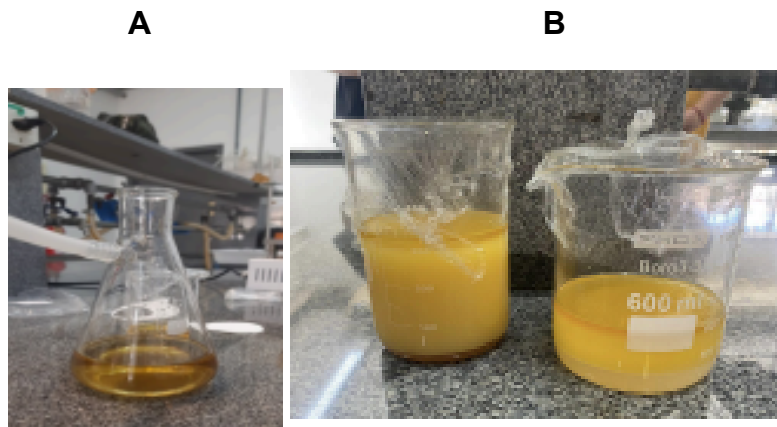
Nos tópicos abaixo, será apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir das metodologias mencionadas, destacando os avanços significativos alcançados na produção de velas por meio da reutilização do óleo. Os resultados discutidos incluirão a purificação do óleo, a extração do óleo essencial de canela utilizado como aroma, modo de produção das velas, testes de tempo de queima, teste de fuligem e o teste no infravermelho, além dos custos da vela de óleo reutilizado em comparação às velas de parafina.

3.1 PURIFICAÇÃO DO ÓLEO

A qualidade das velas vai além da estética e da capacidade de iluminação, sendo crucial a experiência da queima sem odores desagradáveis. Este estudo explorou diversas metodologias de purificação de óleo para encontrar uma solução eficaz para que durante a produção das velas fosse usado um óleo que não emitisse odores indesejados durante a queima. Para resolver essa questão, foram realizados testes com diferentes métodos de purificação do óleo apresentado no Fluxograma 1.

Apesar de vários métodos de purificação terem sido testados, como hipoclorito de sódio, carvão ativado, sílica-gel e alumina, nenhum alcançou os resultados esperados. Surgiu então a ideia de combinar as duas abordagens mais promissoras, identificadas em um teste olfativo qualitativo: o tratamento com hipoclorito de sódio, água quente e o uso de carvão ativado. Essa estratégia combinada se mostrou promissora, aproveitando os pontos fortes de cada método. O hipoclorito de sódio com água quente proporcionou uma limpeza mais profunda, reduzindo odores, enquanto o carvão ativado ajudou a remover impurezas coloridas, clareando a coloração do óleo.

Figura 2: A) Óleo purificado após a adição do sal e o hipoclorito de sódio e
B) Óleo purificado após ser filtrado com o auxílio de uma bomba a vácuo.



Fonte: Os autores, 2024.

No funil de separação, foram observadas três fases: uma camada superior com óleo, uma camada de emulsão aparentemente saponizada, e uma fina camada inferior de água com hipoclorito de sódio. A mistura foi deixada em repouso por uma semana para permitir a separação da emulsão do óleo purificado, como apresentado na figura 2 A, que foi então removida. Durante os testes, optou-se por primeiro purificar o óleo com carvão ativado, que requer tempo para filtrar e agir sobre o óleo, e depois usar o hipoclorito de sódio, uma vez que este forma uma emulsão, sendo mais eficaz realizar essa etapa por último.

A escolha do carvão ativado na purificação foi baseada em sua capacidade de reter impurezas de menor tamanho e reduzir parcialmente o odor do óleo usado. O hipoclorito de sódio foi selecionado por suas propriedades desinfetantes e oxidantes, essenciais para remover eficientemente impurezas, responsável pelo cheiro de "óleo usado", garantindo quase nenhum odor indesejado no óleo (Lopes & Rosa, 2024). O método de purificação com carvão ativado foi repetido duas vezes, com o resultado final mostrado na figura 2 B.

3.2 EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA

Para extrair o óleo essencial de canela, foi utilizado o método de arraste a vapor, resultando em 1,05 mL de óleo, com um rendimento de 8,69%. O sistema de destilação operou por cerca de 4 horas para maximizar a extração, e foi necessário repor a água no sistema para manter a continuidade do processo. O processo de destilação foi realizado sem problemas e o óleo essencial de canela foi utilizado como aroma na produção de velas.

3.3 PRODUÇÃO DAS VELAS

Para a produção das velas, utilizou-se uma chapa de aquecimento e um béquer para misturar o óleo com a cera. Um problema encontrado foi a secagem da mistura antes de ser colocada no molde, que foi resolvido com o uso de um soprador térmico. Inicialmente, foi utilizado um molde de embalagem de iogurte, mas este se mostrou muito largo, comprometendo a queima da vela. Por isso, foi desenvolvido um novo molde com papel e fita, semelhante a um tubo de ensaio.

Também surgiram problemas com a centralização do pavio, crucial para uma queima homogênea. Tentou-se endurecer o pavio para torná-lo mais rígido, mas ele ainda amolecia e se inclinava durante a queima, às vezes apagando a chama. Esses desafios destacam a necessidade de ajustes para otimizar a produção e a funcionalidade das velas.

3.3.1 Vela a partir da cera de abelha

Para a produção das velas de cera de abelha, misturou-se 10 mL de óleo purificado com 5,00 g de cera de abelha, que foi derretida em um béquer sobre uma chapa de aquecimento antes de ser adicionada ao óleo. A mistura foi então colocada em um molde e deixada para solidificar por uma semana. Após esse período, a vela foi removida do molde e pesada com uma balança semi-analítica.

Esse processo foi repetido duas vezes, com a adição de óleo essencial de canela na segunda produção. A mistura com o óleo essencial também foi moldada e deixada para solidificar por uma semana antes de ser retirada do molde e pesada.

3.3.2 Vela a partir da cera de carnaúba

Na produção da vela com cera de carnaúba, utilizou-se uma proporção de 2 mL de óleo para 1,00 g de cera de carnaúba, realizando um teste com 10 mL de óleo e 5,00 g de cera. A mistura foi aquecida em um béquer na chapa de aquecimento até que a cera se derreteu completamente, e então foi colocada em um molde para solidificar durante uma semana.

Após esse período, a vela foi retirada do molde e pesada com uma balança semi-analítica. Esse processo foi repetido duas vezes, e na segunda produção foi adicionado óleo essencial de canela à composição. A mistura com o óleo essencial foi também colocada em um molde e deixada para solidificar por uma semana, sendo depois retirada do molde e pesada.

3.4 TESTES COM AS VELAS PRODUZIDAS

Com as velas prontas, como apresentado na figura 4, foram realizados testes para avaliar sua qualidade. Primeiramente, foi necessário padronizar as massas das velas, pois variáveis como desperdício de material durante a transferência para o molde, perda ao retirar a vela do molde, e variação no tamanho do pavio influenciam o peso final. A vela de cera de carnaúba com óleo essencial de canela teve a menor massa, 15,05 g, e essa massa foi usada como base para padronizar as demais velas.

Figura 4: Velas produzidas



Fonte: Os autores, 2024.

Os testes incluíram uma avaliação olfativa para verificar a eficácia da purificação do óleo na remoção de odores, um teste qualitativo para observar a presença de cheiro residual, e um teste quantitativo de tempo de queima e fuligem. O resultado mostrou que o odor do óleo usado não foi perceptível, mesmo em velas sem essência, indicando que a purificação foi eficaz e que a produção de velas sem essência também é viável.

3.4.1 Teste do tempo de queima das velas e de fuligem

A penúltima etapa do projeto envolveu o teste de chama, que consistiu na padronização das massas das velas e na sua subsequente queima. As velas foram colocadas sobre um cadinho de porcelana em um ambiente livre de correntes de ar e a uma distância adequada para evitar troca de calor entre elas. O tempo de queima foi cronometrado com um cronômetro digital, iniciado apenas quando a chama começou a derreter a vela, para medir especificamente o tempo de queima.

O comportamento da queima foi observado para cada tipo de vela, permitindo correlacionar os materiais utilizados na confecção com os resultados obtidos. A tabela 1 apresenta os resultados detalhados dos testes realizados.

Tabela 1: Tempo de queima das velas de cera de abelha e carnaúba

| | Vela A | Vela B | Vela C | Vela D | Vela E | Vela F |
|-------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Tempo (min) | 54 min 06 seg | 4 min 46 seg | 41 min 16 seg | 59 min 35 seg | 15 min 36 seg | 35 min 55 seg |

Fonte: Os autores, 2024.

Os resultados obtidos com a queima das velas foram satisfatórios, com a vela de cera de abelha apresentando um tempo total de queima de 47 minutos e 46 segundos. A chama se apagou quando a cera derretida atingiu a extremidade do cadinho, fazendo com que o pavio entrasse em contato com a cera líquida. A vela feita com cera de abelha e óleo essencial de canela destacou-se com o maior tempo de queima entre todas as testadas, totalizando 59 minutos e 14 segundos, conforme mostrado na Tabela 1.

Por outro lado, as velas de cera de carnaúba, devido à sua baixa consistência quando misturada com o óleo, derreteram mais rapidamente. Em um dos experimentos, a vela de cera de carnaúba manteve-se acesa por aproximadamente 16 minutos, quando o pavio cedeu e entrou em contato com a cera derretida no fundo do cadinho, resultando na extinção da chama. A cera de carnaúba mostrou-se menos eficaz comparada à cera de abelha devido à sua alta maleabilidade em temperaturas elevadas, tornando-a inviável para a produção de velas com maior duração.

Embora o óleo essencial de canela tenha sido adicionado a algumas velas, não foi possível determinar se ele teve impacto significativo no processo de queima, pois as velas com o óleo essencial apresentaram tempos de queima variados. Em geral, as velas superaram as expectativas do grupo, ressaltando a importância de um bom molde para a produção, pois o formato da vela influencia diretamente seu comportamento durante a queima. Os resultados dos testes de fuligem, apresentados na Tabela 2, mostraram variações na quantidade de fuligem gerada, o que é crucial para avaliar a qualidade da queima e seu impacto na qualidade do ar.

Tabela 2: Resultados dos Testes de Fuligem.

| Tipo de Vela | Massa Inicial do Cadinho (g) | Massa Final do Cadinho (g) | Massa de Fuligem |
|--------------|------------------------------|----------------------------|------------------|
|--------------|------------------------------|----------------------------|------------------|

| | | | (g)/1 min |
|-------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| Cera de abelha | 101,24 g | 101,25 g | 0,01 g |
| cera de abelha com óleo essencial | 101,24 g | 101,26 g | 0,02 g |
| Cera de carnaúba | 101,25 g | 101,27 g | 0,02 g |
| Cera de carnaúba com óleo essencial | 101,24 g | 101,27 g | 0,03 g |
| Parafina | 101,25 g | 101,31 g | 0,06 g |
| Parafina com óleo essencial | 101,25 g | 101, 33 g | 0,08 g |

Fonte: Os autores, 2024

Os resultados do teste, revelaram que a vela de cera de abelha com óleo essencial de canela produziu menos fuligem em comparação com a vela de cera de carnaúba, indicando uma queima mais limpa e eficiente. No entanto, os valores de massa para o cálculo da fuligem foram baixos e estão sujeitos à margem de erro da balança semi-analítica utilizada. Para obter medições mais precisas, seria recomendável utilizar uma balança analítica, mais adequada para pequenas unidades de massa.

Além disso, as velas de óleo sem óleo essencial emitiram baixas quantidades de fuligem, conforme demonstrado na Tabela 2 e observado visualmente durante os testes de chama. A redução da fuligem é crucial tanto para a qualidade do ar quanto para a aparência das velas durante o uso. Esses dados são importantes para entender a performance das diferentes formulações e para aprimorar a produção de velas mais eficientes e menos poluentes no futuro.

3.4.2 Teste dos óleos no Infravermelho

A Espectroscopia de Infravermelho é uma técnica analítica crucial para a análise orgânica, permitindo a identificação e caracterização de compostos químicos com base na interação da radiação infravermelha com as moléculas. A absorção de energia pelo infravermelho causa transições vibracionais das moléculas, fornecendo dados sobre as ligações químicas e a estrutura molecular dos compostos analisados.

No projeto, a Espectroscopia de Infravermelho foi empregada para analisar os óleos utilizados, começando com uma amostra de óleo de soja novo como referência. Esta amostra serviu como base para comparar os espectros dos outros óleos, permitindo a identificação de alterações ou diferenças na composição química após purificação ou outros tratamentos.

Com base nos dados obtidos da amostra de óleo novo, foi possível criar o gráfico de absorbância e transmitância, conforme ilustrado no gráfico 1. Essa análise espectroscópica facilitou a interpretação das características químicas dos óleos testados, ajudando a avaliar a eficácia dos processos de purificação e suas implicações nas propriedades dos óleos.

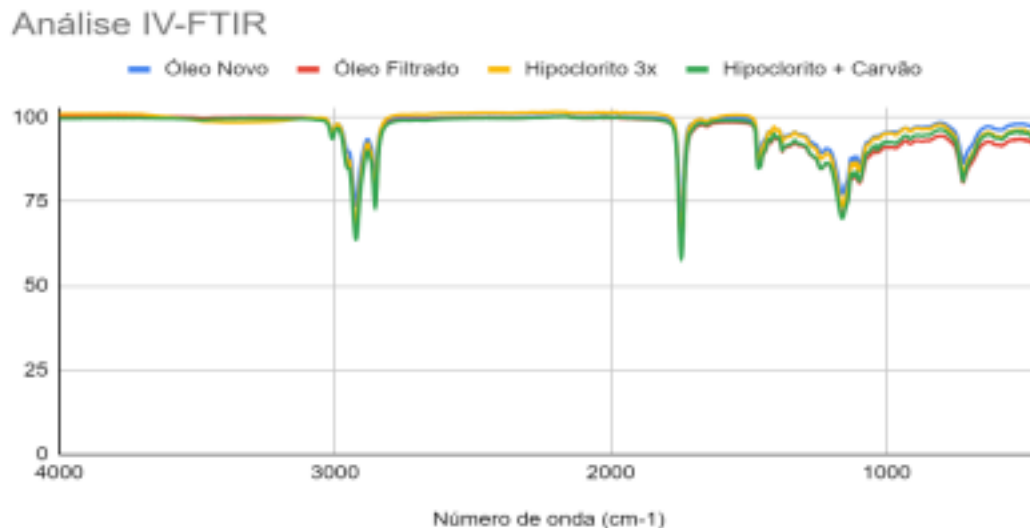


Gráfico 1: Espectro de infravermelho para os óleos. **Fonte:** Os autores, 2024.

Com o espectro é possível analisar as bandas geradas pelas ondas entre as faixas de 4000 a 400 cm^{-1} e identificar as ligações químicas envolvidas. Observando-se a composição pura do óleo, e levando-se em conta sua estrutura contendo vários hidrogênios ligados a carbonos, é possível interpretar essas ligações nas faixas de 3200 até aproximadamente 2800 cm^{-1} (C-H). O próximo sinal

visível ocorreu aproximadamente na banda de 1700 cm^{-1} , apresentando o maior estiramento no espectro. Nessa faixa de leitura, estão as ligações duplas entre carbono e oxigênio, essas ligações são provenientes dos grupos carboxílicos dos ácidos graxos presentes no óleo. Esse estiramento está relacionado ao sinal dos ésteres presente no óleo ($\text{C}=\text{O}$).

Além das ligações duplas, há sinais presentes nas faixas de leitura próximas de 1200 cm^{-1} representando as ligações simples entre carbonos ou carbono e oxigênio ($\text{C}-\text{C}$ e $\text{C}-\text{O}$). A grande faixa de estiramentos apresentados no gráfico, está ligada às grandes cadeias carbônicas dos variados ácidos presentes no óleo, de acordo com Silva *et. al* (2010 *apud* HAMMOND and GLAZ, 1989), como é o caso do ácido oleico ($\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$), o ácido linoleico ($\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2$), ácido linolênico ($\text{C}_{18}\text{H}_{30}\text{O}_2$), ácido palmítico ($\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$) e o ácido esteárico ($\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$). Ambos apresentam grandes cadeias carbônicas com ligações simples ($\text{C}-\text{C}$) e ($\text{C}-\text{O}$), resultando na deformação do gráfico por conta dos sinais emitidos por esses átomos.

A análise dos espectros no gráfico 1 revela poucas ou quase nenhuma variações significativas entre os óleos testados. Comparado ao espectro do óleo de soja novo, usado como padrão, os outros espectros mostram muitas semelhanças. A principal variação foi observada no óleo que passou por múltiplas lavagens, indicando que a purificação com hipoclorito de sódio e carvão ativado fez o óleo purificado se aproximar das características do óleo novo, confirmando a eficácia do processo de purificação.

3.5 CUSTOS PARA A PRODUÇÃO DAS VELAS

Para determinar a viabilidade de uma suposta produção em quantidades maiores, destinadas à venda, foi realizado uma comparação de custos entre uma vela tradicional (parafina) e nossa vela de cera de abelha, a qual apresentou o melhores resultados entre as velas testadas, como por exemplo a queima da vela e o custo de produção.

Tabela 3: Custos de materiais utilizados

| Materiais | Quantidade Preços |
|------------------|--------------------------|
| Cera de carnaúba | 1 Kg \approx R\$66,00 |
| Cera de abelha | 1 Kg \approx R\$78,95 |
| Parafina | 1 Kg \approx R\$29,33 |

| | |
|----------------------|--|
| carvão ativado | 1 Kg ≈ R\$ 115,00 |
| Óleo reutilizado | — — |
| Vela de parafina | 8 Unidades (256 g) ≈R\$15,00 a R\$23,00 |
| Hipoclorito de sódio | 1 L ≈ R\$38,02 |

Fonte: Os autores, 2024.

Para calcular o valor das velas produzidas pelo grupo, foi calculado através das quantidades de produtos utilizados para a confecção de uma única vela. Os cálculos foram realizados por regras de 3. Totalizando os resultados presentes na tabela 4.

Tabela 4: Valor total de cada produto para a produção de uma vela

| |
|---------------------------------|
| Velas Produzidas Custos |
| Cera de abelha + óleo R\$0,49 |
| Cera de carnaúba + óleo R\$0,42 |
| Cera de parafina R\$0,44 |

Fonte: Os autores, 2024.

Os resultados mostram que o custo de produção das velas reutilizando óleo de cozinha é próximo ao das velas comerciais, com a vantagem adicional de ser mais sustentável. A produção das velas a partir do óleo reciclado não apenas evita o descarte inadequado do óleo, como também oferece um valor econômico competitivo. A comparação de preços revela que as velas produzidas pelo grupo custam menos do que as velas de parafina tradicionais; a vela de cera de abelha custa R\$1,15 e a de cera de carnaúba, R\$1,08, em comparação com R\$2,37 por vela de parafina.

A pequena diferença de custo se deve à menor massa das velas produzidas, que pesa 15,05 g em comparação com os 32g das velas comerciais. A produção de velas com óleo reciclado e ceras naturais é não apenas econômica, mas também ambientalmente sustentável. Embora o processo já seja eficiente e de baixo custo, há espaço para otimização futura para reduzir ainda mais os custos e melhorar a eficiência das velas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A confecção de velas a partir do óleo de cozinha reutilizado, sempre teve um apelo ambiental para a reutilização de materiais que seriam descartados de maneira inadequada ou com um potencial de aproveitamento. O projeto não só demonstra a viabilidade de reutilizar óleo de cozinha para a produção de velas, mas também promove práticas sustentáveis e ecológicas, contribuindo para a proteção do meio ambiente.

Observou-se que a vela a partir do reaproveitamento do óleo de cozinha é mais complexa de se produzir em relação a vela de parafina, pois requer o tratamento do óleo para reduzir o odor, ou uso de essência. Percebe-se também que a vela de óleo de cozinha é uma boa alternativa para o reaproveitamento do mesmo, porque além de ser possível a produção da vela, é usado um volume considerável para sua produção, só durante a pesquisa foi reutilizado 4 L de óleo.

Referente ao tempo de queima das velas de soja comparada às velas de parafina, observou-se que a vela que mais tempo ficou acesa foi com cera de abelha, mostrando que apesar de não ter parafina pode se chegar em tempo de queima maior. Sobre a variação dos tempos de queima pode se dizer que apesar de tentar ter a maior padronização possível não é possível garantir que todas as velas estejam totalmente iguais, assim, podendo variar o tempo de queima não apresentando o mesmo resultado final.

Referências

BONATO, Maiquel. **Espectroscopia De Infravermelho Médio Com Transformada De Fourier Aplicada Ao Controle De Qualidade Na Produção De Biodiesel**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 1-109, out. 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/175060/344794.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 21 maio 2023.

COSTA NETO, Pedro Ramos; FREITAS, Renato João Sossela de. PURIFICAÇÃO DE ÓLEO DE FRITURA. **Purificação de Óleo de Fritura**, Curitiba, v. 14, n. 3, p. 165-166, 2 jul. 1996. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/328054657.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2024.

ENCISO, M. B. P. **Plan de negocios para La exportación de velas decorativas a base de cera de soja hacia Estados Unidos**. Bogotá: Fundación Universidad de América, 2021.

FONSECA, Cristina Maria Freire; **Óleos essenciais em contexto escolar Disponível em:** <<https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/2769/3/corpo%20da%20tese.pdf>> Acesso 07 jul. 2024.

JUNIOR, et al. **Reciclagem do Óleo de Cozinha Usado: uma Contribuição para Aumentar a Produtividade do Processo**. Disponível em: PROPEQ. **Produção de velas: mercado, indústria e curiosidades!** Disponível em: <<https://propeq.com/industria-de-vela/>>. Acesso em: 31 mai. 2024.

LOPES, Gabriel de Freitas; ROSA, Juliana Gomes; **Comparação da Eficiência do Tratamento do Óleo Residual de Fritura com Hipoclorito de Sódio e Carvão Ativado**, Espírito Santo, v. 13, n. 4, 5 mai. 2024. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/45462>. Acesso em: 28 jul. 2024.

NASCIMENTO, Marcelo Rodrigues do; NÓBREGA, Vitória de oliveira; SOUZA, Andrey de oliveira; **PURIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEOS RESIDUAIS DE FRITURAS DOMÉSTICAS VISANDO REAPROVEITAMENTO**. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conadis/2018/TRABALHO_EV116_MD1_SA1_ID1078_29102018171840.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2024.

OLIVEIRA, Giselle Giovanna do Couto de; NAKAMURA, André Kioshi da Silva. **Confecção De Velas Aromatizadas E Coloridas A Partir Da Utilização Do Óleo Vegetal Residual Como Incentivo A Educação Ambiental**. Realização, Naviraí, v. 3, n. 06, p. 1-11, 2016. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/realizacao/article/view/6805/3819>. Acesso em: 14 abr. 2024.

OSÓRIO, Vanessa Moreira. **Desenvolvimento de método para análise de acroleína-DNPH em alimento, ar expirado e ar ambiente utilizando SPME-GC/MS**, Belo Horizonte, MG. 21 de Maio de 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/SFSA-8YBTTT> . Acesso em: 15 Jun. 2024.

RODRIGUES, Priscilla Coppola de Souza; VERCÍLIO, Otilie Eichler; SOUZA, Bruno Marques Pereira de; ANJOS, Luisa Eduarda Fernandes dos; SÁ, Paula Elias de. Traduzido por Google Tradutor, **Técnicas de reciclagem de óleo residual de fritura**: ressignificando a produção de sabão e vela / techniques for recycling waste frying oil. Brazilian Journal Of Development, v. 7, n. 6, p. 64187-64197, 29 jun. 2021. South Florida Publishing LLC. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/42349/1/ARTIGO_TecnicasReciclagemOleo.pdf . Acesso em: 10 mai. 2024.

SILVA, Bianca Angelica da; **Experimentação para o ensino de química orgânica: um kit genérico de arraste a vapor/ hidrodestilação e sua viabilidade no ensino** Disponível em : <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/36741/1/ExperimentaçãoParaEnsino.pdf>> . Acesso em: 07 jul. 2024.

SILVA, C. E. et al. **Avaliação de ácidos graxos da soja: grão inteiro, casca, cotilédones e hipocótilo**. Embrapa, Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Londrina, PR. 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/859189/avaliacao-de-acidos-graxos-da-soja-grao-inteiro-casca-cotiledones-e-hipocotilo>. Acesso em: 17 mai. 2024.

SILVA, Thalita Oliveira da. **Estudo da emissão de aldeídos e COV por óleos de dendê e soja em diferentes condições, sob aquecimento a temperatura de processos de fritura**. Salvador, BA. 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/10017>. Acesso em: 15 jun. 2024.

VISSOSO, Bruna Rocha; MORENO, Nicole Tavares; MARCELINO, Caroline Nogueira; SWA, Rafael Henrique; MIACCI, Bruna Garbellini; SÁ, Mariana Carolina Chaves de;

SANTOS, Lucinéia dos. **PRODUÇÃO DE SABÃO COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL UTILIZANDO ÓLEO DE COZINHA RESIDUAL E PLANTAS DO CERRADO.** *Biologia: Ensino, Pesquisa e Extensão - Uma Abordagem do Conhecimento Científico nas Diferentes Esferas do Saber - Volume 2*, [S.L.], p. 159-176, 2021. Editora Científica Digital. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.37885/210705373>. Acesso em: 15 mai. 2024.

WILLIAM, D. et al. **REUTILIZAÇÃO DO ÓLEO DE COZINHA NA PRODUÇÃO DE SABÃO ECOLÓGICO: MEDIDA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL.** [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://mail.editorarealize.com.br/editora/anais/join/2019/TRABALHO_EV124_MD1_SA4_ID1173_23082019232829.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2024.

Observação: O Artigo Científico não deve ultrapassar o total de 12 páginas.