

ABORDAGEM CIENTÍFICA PARA A OTIMIZAÇÃO DA FORMULAÇÃO DE SABÃO SUSTENTÁVEL A PARTIR DE ÓLEO USADO DE COZINHA

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.15.24.I-014>

Christelle Anne Nicole Paule Herman (*), Beatriz Campelo da Silva, Geovana Trindade do Espírito Santo, Isabelle da Silva Mamede

* Curso de Engenharia de Bioprocessos. Faculdade de Biotecnologia. Universidade Federal do Pará.
[*christelle@ufpa.br](mailto:christelle@ufpa.br)

RESUMO

A legislação nacional no que diz respeito a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos incentiva a reutilização, a reciclagem e a valorização de resíduos específicos, ao longo do seu ciclo de vida. Em particular, o óleo usado de cozinha, presente em diversos ambientes, causa sérios danos ao meio ambiente quando descartado de forma inadequada como a poluição do ar, água e solo, prejudicando a biodiversidade. Há evidências de que o óleo usado de cozinha pode ser utilizado como matéria-prima na produção de sabão, detergentes ou como recurso energético, evitando os impactos ambientais negativos. O foco deste trabalho é a valorização do óleo usado de cozinha em sabão sustentável em barra, visando assim sua logística reversa para pequenos estabelecimentos, famílias ou comunidades. Em contrapé às formulações tradicionais e empíricas, este trabalho usa um processo simples e de baixo custo, aliado a uma abordagem científica, no intuito de otimizar a formulação do sabão a partir dos ingredientes básicos da sua composição: óleo usado de cozinha, água, álcool etílico e soda caustica (NaOH). Para isto, foi utilizado um planejamento fatorial composto incompleto avaliando os seguintes parâmetros: a cor da mistura saponificada logo após a produção do sabão; a cor, aparência e dureza após 15 dias de maturação; e a formação de espuma, sensação de oleosidade e ardência na mão ao usar o sabão ao término do tempo de maturação. Nas condições estudadas neste trabalho, recomenda-se uma proporção de 50mL de óleo usado, 8g de NaOH, 8mL de água e 1,5mL de álcool etílico, permitindo obter um sabão duro com bom corte, de cor homogênea beije, proporcionando uma boa formação de espuma ao ser utilizado, ainda sem sensação de oleosidade e ardência na pele das mãos. Diante desse cenário, foi apresentada uma formulação simples para a produção de sabão a partir do óleo usado de cozinha, demonstrando que é possível transformar um resíduo em um produto útil e biodegradável. Essa iniciativa, além de reduzir a poluição, promove a economia circular e incentiva a participação da comunidade em ações de sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, Reciclagem, Biodegradável, Gestão de Resíduos Sólidos, Universidade.

INTRODUÇÃO

O óleo usado de cozinha é um resíduo orgânico advindo da fritura de alimentos, que gera discussões quanto aos seus impactos ambientais e na saúde humana. Quando descartado em lugares inadequados, o óleo acarreta graves problemas socioambientais em curto, médio e longo prazo, como comprometimento das três esferas: água, solo e ar (Almeida et al., 2021). Ao ser despejado no ralo da pia - o meio mais comum de descarte irregular - o líquido se condensa ao interagir com outros detritos no encanamento, formando uma massa espessa que pode danificar a tubulação. Quando esse resíduo chega até os corpos d'água, como mananciais, rios, lençóis freáticos, ele é degradado pelos microrganismos presentes, que usam do oxigênio disponível como energia causando escassez desse recurso, e por consequência a morte da fauna aquática. No solo, esse resíduo possui efeito semelhante, causando um desequilíbrio ambiental pela proliferação de microrganismos indesejados e danos ao sistema radicular de plantas (Fernandes et al., 2021). Além disso, quando chega ao solo causa a sua impermeabilização, comprometendo o processo de filtração da água da chuva, o que propicia enchentes.

No Brasil, a Resolução CONAMA N° 362/2005, em seu Art. 12°, veta todos os despejos de óleos em solos, subsolos, águas interiores, no mar territorial e sistemas de esgoto. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, aprovada pela Lei 12.305/2010, em seu Art. 9, na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

No contexto deste projeto, a proposta é a reciclagem e a logística reversa de óleo usado de cozinha, criando portanto a economia verde. A Política Nacional de Resíduos Sólidos também define em seu Art. 3,

- a reciclagem como um “processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos”, e
- a logística reversa como um “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial,

para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.”

Estudos recentes mostram a possibilidade de reutilização de óleo usado de cozinha a través de alternativas sustentáveis como matéria-prima em produtos que vão desde velas aromáticas (Oliveira; Nakamura, 2016), até biodiesel (Suzihaque et al., 2022) ou aditivo asfáltico (Durga, 2019). Entretanto, uma das alternativas de fácil realização, baixo custo, eficiente, além de ser a mais antiga na civilização para aproveitamento desse resíduo, é a fabricação de sabão em barra. Hoje, a produção de sabão sustentável a partir de óleo usado de cozinha vem sendo usada como instrumento de educação ambiental e conscientização em escolas e comunidades (Azme et al., 2023).

A produção de sabão sustentável em barra deve ser feita com cautela, uma vez que as "formulações tradicionais" encontradas na literatura estão baseadas em experiências empíricas, e sujeitas a uma grande dispersão das concentrações dos ingredientes básicos da sua composição - óleo usado de cozinha, água, álcool etílico e soda caustica (NaOH) -, o que pode levar a uma inadequação da saponificação e do uso (Amaral, 2019).

OBJETIVOS

Diante disso, o objetivo deste trabalho é usar uma abordagem científica para otimizar a formulação de sabão sustentável em barra a partir de óleo usado de cozinha, visando assim sua logística reversa para pequenos estabelecimentos, famílias ou comunidades.

METODOLOGIA

Coleta e pré tratamento do óleo. Foi coletado 1,5L de óleo usado de cozinha gerado entre 24 e 48 horas anteriores na unidade alimentícia “Macacário” do Instituto de Ciências Biológicas da UFPA. O mesmo foi lavado misturando o óleo e água na proporção de 1:1 e a mistura será levada a cerca de 95 °C sob agitação durante aproximadamente 30 minutos. Em seguida, o óleo foi deixado em repouso por 15 dias, para a separação de fases: 1- deposição por sedimentação das impurezas e sedimentos sólidos, 2- água contendo compostos insolúveis em óleo e 3- óleo. Após esse tempo, foi recuperada a fase sobrenadante, o óleo, o qual foi posteriormente filtrado usando um papel filtro convencional de café, para obter um óleo livre de partículas (Figura 1).



Figura 1: Decantação e filtração do óleo usado de cozinha.

Processo de produção de sabão. O fluxograma do processo geral realizado para a produção do sabão em barra é composto de 4 etapas (Figura 2). Na etapa 1, é preparado o lixiviado misturando NaOH com água morna (40°C). Em função da reação ser exotérmica, a mistura pode atingir temperaturas de aproximadamente 60°C. Essa mistura é resfriada por 30 minutos até atingir a temperatura ambiente (30°C). Na etapa 2, em um recipiente separado, o óleo usado de cozinha é misturado ao álcool etílico até completa homogeneização. Na etapa 3, o lixiviado é adicionado à mistura de óleo e álcool, onde permanece em agitação manual vigorosa por cerca de 20 minutos para que a reação de saponificação ocorra. Na etapa 4, a mistura saponificada é transferida para formas de molde para a maturação do sabão em barra, que dura de 45 a 60 dias.

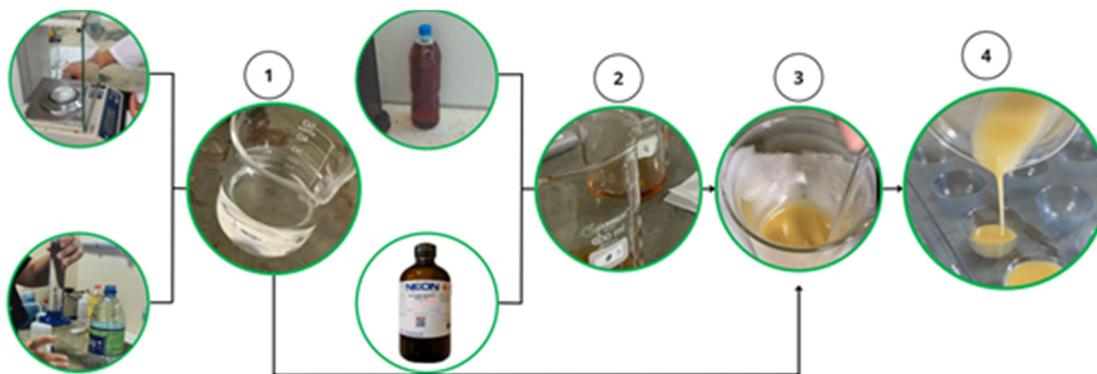


Figura 2: Fluxograma contendo a metodologia aplicada para a produção do sabão em barra feito a partir do óleo: Etapa 1: Preparo do líquido; Etapa 2: Mistura do óleo e álcool; Etapa 3: Mistura 1 e 2; Etapa 4: Distribuição em forma e maturação.

Otimização das formulações. Para a otimização da formulação, optou-se pela realização de um planejamento fatorial composto incompleto à 3 variáveis de entrada (quantidades de: água, álcool etílico e NaOH) e 3 níveis, totalizando 8 ensaios (Tabela 1). Todas as formulações foram realizadas com 50g de óleo usado de cozinha. As formulações 1, 2 e 5 foram realizadas com o objetivo de avaliar a influência da quantidade de álcool etílico (0, 1,5 e 3ml), mantendo a menor quantidade de água (8ml) e intermediária de NaOH (8g). As formulações 3 e 4, e 6, 7 e 8, foram realizadas com quantidades crescentes de água, sendo 16,5ml e 25ml, respectivamente. Nas mesmas, foi também avaliado a influência da quantidade de NaOH (5,6 e 12,5g) e álcool etílico (0 e 3ml). Os 8 ensaios foram realizados no mesmo dia pelo mesmo manipulador evitando assim a interferência quanto às condições ambientais e forças de agitação.

Tabela 1: Planejamento fatorial composto incompleto à 3 variáveis de entrada (quantidades de: água, álcool etílico e NaOH) e 3 níveis, totalizando 8 ensaios

Formulação do sabão sustentável a partir de óleo usado de cozinha	Parâmetros do Processo – Quantidades de Ingredientes			
	Óleo/mL	NaOH/g	Água/mL	Álcool/mL
1	50	8,0	8,0	1,5
2	50	8,0	8,0	0,0
3	50	8,0	16,5	3,0
4	50	5,6	16,5	0,0
5	50	8,0	8,0	3,0
6	50	8,0	25,0	0,0
7	50	12,5	25,0	0,0
8	50	12,5	25,0	3,0

Avaliação dos parâmetros. Os parâmetros avaliados foram: a cor da mistura saponificada logo após a etapa 4 do processo de produção de sabão; a cor, aparência e dureza após 15 dias de maturação; e a formação de espuma, sensação de oleosidade e ardência na mão ao usar o sabão ao término do tempo de maturação. Segundo recomendação da Organização Mundial de Saúde e Agência Nacional de Vigilância Sanitária, a lavagem correta das mãos com água e sabão deve durar no mínimo 40 segundos, tempo para que haja redução considerável de bactérias nas mãos. Assim, a formação de espuma foi avaliada após o voluntário ter esfregado as mãos durante um período de 40 segundos com sabão e água. Após esse tempo, o voluntário esperou cerca de 60 segundos para identificar sensações de oleosidade e ardência na pele. Ao finalizar, as mãos foram lavadas abundantemente em água corrente até a completa retirada do sabão.

RESULTADOS

A Tabela 2 e as figuras a seguir apresentam os resultados dos parâmetros avaliados: a cor da mistura saponificada logo após a etapa 4 do processo de produção de sabão (Figura 3); a cor (Figura 4), aparência e dureza (Figura 5) após 15 dias de maturação; e a formação de espuma (Figura 6), sensação de oleosidade e ardência na mão ao usar o sabão ao término do tempo de maturação.

Os resultados apontam que um dos ingredientes de maior impacto na qualidade do sabão final é a quantidade de NaOH. Uma baixa quantidade (5,6g; formulação 4) resulta em sabão “mole” enquanto que uma quantidade excessiva (12,5g; formulações 7 e 8) resulta em sabão apresentando um pó branco em sua superfície, consequência do NaOH em excesso expulsado por fora durante o tempo de maturação. Além disto, estes sabões apresentaram um corte difícil assim como uma sensação de oleosidade e ardência na pele das mãos.

Dentre as outras formulações, todas realizadas com 8g de NaOH, observa-se que aquelas realizadas com as maiores quantidades de água (16,5 e 25mL, formulações 3 e 6, respectivamente) resultam em sabões apresentando pó ou manchas externas.

Tabela 2: Avaliação dos parâmetros da mistura saponificada, dos sabões após 15 dias de maturação e dos sabões ao término do processo de maturação.

Formulação do sabão sustentável a partir de óleo usado de cozinha	Avaliação após 15 dias de maturação				Avaliação ao término do processo de maturação		
	Cor da mistura saponificada	Cor do sabão	Dureza do sabão	Corte do sabão	Formação de espuma	Sensação de oleosidade	Sensação de ardência
1	escuro	Beije “tricolor”	Duro	Bom corte	Sim	Não	Não
2	escuro	Beije “tricolor”	Duro	Quebradiço	Sim	Não	Moderada
3	claro	Branco com pó e com mancha	Duro	Bom corte	Sim	Não	Não
4	claro	Escuro mole	Mole	Macio	Sim	Sim	Não
5	escuro	Beije “tricolor”	Duro	Quebradiço	Sim	Não	Moderada
6	intermediário	Branco com mancha	Duro	Bom corte	Sim	Não	Moderada
7	intermediário	Branco com pó	Duro	Difícil corte	Sim	Sim	Sim

8	intermediário	Branco com pó	Duro	Difícil corte	Sim	Não	Moderada
---	---------------	---------------	------	---------------	-----	-----	----------

Por fim, as formulações 1, 2 e 5, todas realizadas com quantidades de 8g de NaOH e 8mL de água, permitem a obtenção de sabões aceitáveis nos diversos parâmetros, independentemente da quantidade de álcool etílico.



Figura 3: Evidência da cor da mistura saponificada. Ver Tabela 2.



Figura 4: Evidência da cor dos sabões após 15 dias de maturação (ver Tabela 2).



Figura 5: Evidência da dureza e do corte dos sabões após 15 dias de maturação (ver Tabela 2).



Figura 6: Evidência da formação de espuma ao término do processo de maturação (ver Tabela 2).

CONCLUSÕES

O uso de uma abordagem científica permitiu entender melhor o impacto dos ingredientes básicos da composição de sabão sustentável em barra a partir de óleo usado de cozinha, e assim obter uma formulação que possa satisfazer os parâmetros de interesse para o consumidor. Nas condições estudadas neste trabalho, recomenda-se uma proporção de 50mL de óleo usado, 8g de NaOH, 8mL de água e 1,5mL de álcool etílico, permitindo obter um sabão duro com bom corte, de cor homogênea bege, proporcionando uma boa formação de espuma ao ser utilizado, ainda sem sensação de oleosidade e ardência na pele das mãos. Este processo e formulação simples são um incentivo a reutilização valorizada do óleo usado de cozinha, evitando assim seu descarte incorreto e consequentemente consequências negativas ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, Érica Sandy Rocha et al. **Fabricação de sabão artesanal: Revisão bibliográfica sobre impactos ambientais causados por óleo doméstico**. Meio Ambiente (Brasil), v. 3, n. 3, 2021.
2. ARAÚJO, A. R. da R.; et al. **Reverse logistics: frying residual oil, a proposal for the restaurants in the shopping plaza of Boulevard shopping, Belém-Pará**. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 1517–1531, 2022.

3. AZME, Siti Nurdiyanah Kamarul et al. **Recycling waste cooking oil into soap: Knowledge transfer through community service learning**. Cleaner Waste Systems, v. 4, p. 100084, 2023.
4. DURGA Prashanth, L., et al. **A Study on the Effect of Rejuvenators in Reclaimed Asphalt Pavement Based Stone Mastic Asphalt Mixes**. International Journal of Pavement Research and Technology, vol. 12, no 1, p. 9–16, 2019.
5. FERNANDES, Larissa Moreira Câmara et al. **Produção De Sabão Como Ferramenta De Educação Ambiental Utilizando Óleo usado de cozinha E Plantas Do Cerrado**. Biologia: Ensino, Pesquisa E Extensão-Uma Abordagem Do Conhecimento Científico Nas Diferentes Esferas Do Saber-VOLUME 2, v. 2, n. 1, p. 159-176, 2021.
6. 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**. Revista on line de Extensão e Cultura - Realização, vol. 3, no 6, p. 40–50, 2016.
7. SUZIHAQUE, M. U. H. et al. **A sustainability study of the processing of kitchen waste as a potential source of biofuel: Biodiesel production from waste cooking oil (WCO)**. Materials Today: Proceedings, v. 63, p. S484-S489, 2022.