

Prospecção Tecnológica sobre a Síntese de Sabão Líquido a partir do Óleo Residual de Fritura

Technological Forecasting on the Synthesis of Liquid Soap from Waste Cooking Oil

André Luis Bispo Galvão de Souza¹, Ricardo Miguel Gonçalves da Silva¹, Andréia Alves Costa¹

¹Faculdade de Ciências e Tecnologias em Engenharia da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil

Resumo

As novas tecnologias que visam mitigar os efeitos do descarte incorreto do óleo residual de fritura vêm despertando o interesse da comunidade científica. A síntese de novos produtos a partir do óleo usado de fritura tornou-se uma forma de dar um novo destino a esse rejeito. Neste trabalho foi realizada uma prospecção tecnológica sobre a síntese de sabão líquido a partir do óleo residual de fritura, realizando um mapeamento das produções científicas utilizando as bases de dados Web of Science e Scopus e para o levantamento de patentes, foi utilizada a ferramenta Questel Orbit Intelligence®. As produções científicas apresentaram uma certa oscilação, porém, desde 2021, os números voltaram a crescer, com destaque para Indonésia, Índia e Estados Unidos. Para as patentes, a China se destacou depositando 28 patentes ao todo.

Palavras-chave: Óleo residual de fritura; Sabão líquido; Prospecção Tecnológica.

Área Tecnológica: Prospecção Tecnológica.

Abstract

New technologies that aim to mitigate the effects of incorrect disposal of waste cooking oil have attracted the interest of the scientific community. The synthesis of new products from waste cooking oil has become a way of giving this remains a new destination. In this work, a technological forecasting was carried out on the synthesis of liquid soap from residual frying oil, mapping scientific productions using the Web of Science and Scopus databases, for patents, Questel Orbit Intelligence® was used. Scientific productions showed a certain oscillation, however, since 2021 the numbers have started to increase again, especially in Indonesia, India, and the United States. For patents, China stood out, granting 28 patents in total.

Keywords: Waste cooking oil; Liquid soap; Technological forecasting.

1 Introdução

No contexto social em que o mundo está inserido, o uso de óleos e gorduras (sejam de origem vegetal ou animal) se faz muito presente na culinária (Hanisa; Kumar; Tajul, 2013). Com o aumento da população mundial e das redes de *fast-food*, por exemplo, o McDonald's, que produz cerca de 600 toneladas de óleo residual por dia (Wu *et al.*, 2020), o consumo desse insumo aumentou de forma considerável. De acordo com Joshi, Bhandari e Patel (2023), Estados Unidos é o país que mais produz óleo de fritura usado no mundo, alcançando 5,5 milhões de toneladas por ano, seguido da China, que produz 5 milhões de toneladas por ano.

O óleo residual de fritura, conhecido como “*waste cooking oil*” ou “WCO”, refere-se ao óleo que foi usado em um processo de fritura ou de cozimento, seja em escala industrial ou comercial (Salimon; Salih; Yousif, 2010). Esse assunto tem se tornado um tema de interesse para muitos cientistas e pesquisadores ao redor do mundo. De acordo com alguns estudos, estima-se que as pesquisas envolvendo óleo residual de fritura começaram em meados da década de 1990 e avançaram consideravelmente nos últimos anos (Sheinbaum-Pardo; Calderón-Irazoque; Ramírez-Suárez, 2013). Um exemplo interessante é o Programa de Extensão Universitária da Universidade de Brasília (UnB), chamado Programa Biogama, que tem o propósito de estreitar o diálogo da academia com a população, apresentando os impactos ambientais relacionados ao descarte incorreto do óleo residual de fritura no meio ambiente (Braga; Lindinger; Lopes, 2017).

Entre outros fatores, o aumento das buscas sobre esse tema se dá pelo crescimento de problemas ambientais causados pelo descarte incorreto desse resíduo. O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2023), em inglês *Intergovernmental Panel on Climate Change*, prevê que, para o desenvolvimento sustentável de uma nação, é de suma importância que haja água potável e saneamento básico para a população. O descarte inadequado do WCO fere de forma incisiva esse pilar do desenvolvimento sustentável.

O WCO possui um grande potencial de poluição, especialmente na qualidade da água. Estudos indicam que 1 kg de óleo é capaz de cobrir 1.000 m² de água (Landi *et al.*, 2022), e essa cobertura superficial que o óleo causa quando

está em contato com a água pode causar uma série de danos para o ecossistema.

Além do impacto ambiental causado pelo descarte desse resíduo, pode-se destacar o valor comercial do WCO. Landi *et al.* (2022) indicam que, além do prejuízo ambiental, há também o prejuízo financeiro causado pelo descarte incorreto, e esse déficit gira em torno de 3 kWh/kg, o que seria equivalente a R\$ 1,71 por kg.

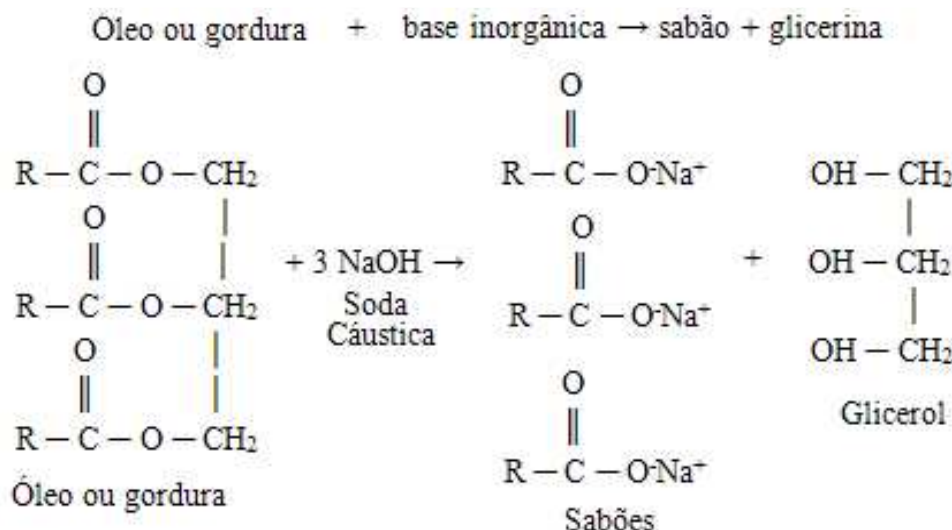
O valor de mercado do WCO foi avaliado em US\$ 6,04 bilhões em 2018, e estima-se que, no ano de 2026, o valor desse mercado seja de US\$ 8,8 bilhões (Van Grinsve *et al.*, 2020). Ao realizar uma análise pela óptica da economia circular e considerado que esse rejeito pode se tornar um produto de maior valor agregado, as pesquisas sobre métodos de purificação, preparo e síntese de novos produtos, agregados a diferentes métodos de caracterização desses produtos, tiveram um aumento significativo nos últimos anos. Entre tantas possibilidades, é possível citar o uso do WCO para produção de sabão (líquido e sólido), biocombustíveis, biossurfactantes, biolubrificantes entre outros (Fonseca *et al.*, 2022; Xiong *et al.*, 2019; Cheng *et al.*, 2023; Lopes Romero *et al.*, 2020).

Uma das formas mais antigas empregadas para reutilizar o WCO é a produção de sabão em barra. Pode-se compreender a saponificação como sendo a hidrólise do éster em solução básica (McMurry, 2016).

Entretanto, pouco avanço tecnológico é observado para a produção de produtos cosméticos mais refinados ou requintados utilizando o WCO, por exemplo, para a produção de sabão líquido. Nesse sentido, a prospecção tecnológica é uma ferramenta importante para mapear e avaliar as inovações relacionadas a uma determinada tecnologia. Para realizar esse estudo, utiliza-se da análise e identificação de tendências sobre determinado assunto (Silva; Braga; Costa, 2023; Da Conceição *et al.*, 2023).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi coletar, analisar e classificar dados obtidos de produções científicas e de patentes sobre a produção de sabão líquido a partir do óleo residual de fritura. Esse tema apresenta um potencial interessante para uma nova forma de reutilizar um material residual, transformando-o em um produto mais sofisticado e com maior valor agregado.

Figura 1 – Exemplo de reação de saponificação



Fonte: Preparaenem (2024)

2 Metodologia

A metodologia adotada neste estudo consiste na busca e no mapeamento de produções científicas sobre o assunto em questão. Para esta pesquisa, foi realizada uma busca de artigos, artigos de revisão e capítulos de livros utilizando a combinação de palavras-chave e operadores booleanos nas bases Scopus e Web of Science. Foram selecionados apenas os trabalhos publicados entre 2013 e 2023.

Com o objetivo de coletar uma maior quantidade de arquivos e abranger todos os campos de interesse, foi realizada uma busca combinada relacionando os principais tópicos referentes a esse tema. Tendo em vista que a grande maioria dos trabalhos encontrados nas bases de dados utilizadas possui termos em inglês, optou-se por utilizar esse idioma nas buscas. O Quadro 1 indica os termos utilizados neste estudo.

Quadro 1 – Combinação das palavras-chave utilizadas na busca por artigos

BUSCA	TERMO DE BUSCA
1	“waste cooking oil” AND “soap”
2	“waste cooking oi” AND “liquid soap”
3	((“frying” OR “Kitchen” OR “used” OR “cooking”) AND “oil”) AND “liquid soap”

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Essa busca teve como intuito compreender as diferentes associações dos termos utilizados pela comunidade

científica para tornar a pesquisa mais abrangente. As buscas procuram obter processos de produção de sabão líquido proveniente do óleo residual de fritura, assim como estudos sobre métodos de purificação do WCO e métodos de caracterização do produto. Cada uma das bases possibilita importar os dados das buscas na forma de uma planilha Excel, e, dessa forma, foi possível comparar os resultados utilizando funções disponíveis no *software* e, assim, analisar cada um dos resultados sem o uso de duplicatas.

Para a busca de patentes, foi utilizada a ferramenta Questel Orbit Intelligence®. Assim como na busca por produções científicas, foi mantida a combinação das palavras-chave utilizadas. O Quadro 2 apresenta a combinação utilizada na busca no Questel Orbit Intelligence®.

Quadro 2 – Combinação das palavras-chave utilizadas na busca por patentes

BUSCA	TERMO DE BUSCA
1	(waste cooking oil) AND (soap)
2	(waste cooking oil) AND (liquid soap)
3	((frying OR Kitchen OR used OR cooking) AND oil) AND (liquid soap)

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Os resultados dos mapeamentos das produções científicas e dos pedidos de patentes foram sintetizados e expostos como resultados desta prospecção tecnológica. Para facilitar o entendimento dos resultados, ao se referir aos termos de busca usados (combinações de palavras-chave), serão usados os códigos de busca 1, busca 2 ou busca 3.

3 Resultados e Discussão

Os resultados apresentados foram divididos entre a análise das produções científicas e a análise das patentes encontradas relacionadas ao tema.

3.1 Análise das Produções

O objetivo principal desta etapa foi identificar o número de produções e os aspectos desses estudos, bem como avaliar a relação de cada um deles com o tema escolhido. No Quadro 3, estão apresentados os dados obtidos (com e sem as duplicatas) referentes às pesquisas em cada uma das bases de dados para cada uma das combinações.

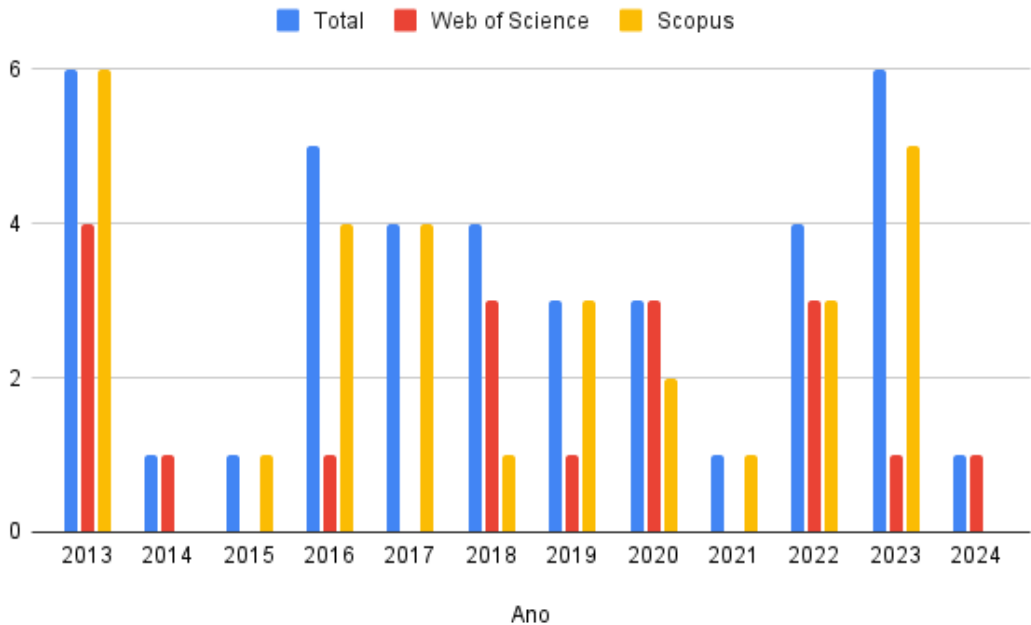
Quadro 3 – Número de resultados encontrados nas buscas por produções científicas

BUSCA	WEB OF SCIENCE	SCOPUS	TOTAL SEM DUPLICATAS
1	50	68	95
2	0	1	1
3	18	29	36

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Os resultados observados na busca 1, embora tenham sido quantitativamente melhores, não apresentaram artigos

Figura 2 – Artigos produzidos sobre síntese e caracterização de sabões



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

que pudessem colaborar com o objeto desta pesquisa. Já os dados obtidos com a busca 2 apresentaram um único artigo, o qual foi encontrado nos resultados da busca 3. Após análise minuciosa das três buscas realizadas, optou-se por analisar somente os resultados da busca 3, que condensou os trabalhos de maior interesse relacionados com o objetivo central deste trabalho.

Com base na janela de tempo adotada e no número de resultados encontrados, foi possível analisar os anos com maior número de publicações a respeito do tema. A Figura 2 apresenta de forma gráfica os anos em que as publicações foram mais recorrentes.

Analisando a Figura 2, nota-se uma certa oscilação no número de publicações que envolvem o tema, porém, é possível perceber que a partir do ano de 2022, as pesquisas envolvendo esse tema voltaram a crescer. Percebe-se também que no ano de 2024 consta uma publicação, esse artigo em questão foi produzido em 2022 e aceito em 2023, porém, a edição da revista em que ele foi publicado é do ano de 2024.

Ainda trabalhando nos resultados das buscas, pode-se analisar também como essas produções estão distribuídas ao redor do mundo. A partir dos dados coletados, é possível mapear graficamente os países que mais produziram estudos em relação a cada base de dados e, também, o valor total de resultados, desconsiderando as duplicatas. A Figura 3 mostra a relação de produções por países.

Nas produções científicas sobre síntese de sabão líquido proveniente do WCO, os países que mais se destacam são a Indonésia e os Estados Unidos, apresentando uma quantidade maior de artigos no total. Essa predominância pode estar associada ao fato de que esses dois países estão entres os maiores produtores de WCO, apresentando elevada relação com sua cultura alimentar (Wu *et al.*, 2020; Joshi; Bhanderi; Patel, 2023). Vale ressaltar que uma grande parte desses trabalhos acadêmicos são fruto de produções em colaboração internacional.

A síntese de sabão líquido foi retratada em diversos estudos, porém, oito deles se destacaram devido à inovação nos métodos empregados para essa produção (tratamento do óleo, síntese do sabão ou caracterização). Embora poucos trabalhos apresentem o uso direto do WCO na produção de sabão líquido, serão comentados os principais resultados observados neste mapeamento tecnológico.

Cheng *et al.* (2023) promoveram um estudo utilizando a casca de laranja banhada no etanol 95% como adsorvente de rejeitos sólidos presentes no WCO. Além disso, os autores também testaram os efeitos alterando a proporção de etanol e casca de laranja (10%, 15%, 20%, 25% e 30%). Feitos os testes, constatou-se que a proporção em que se obteve o melhor resultado foi de 15%.

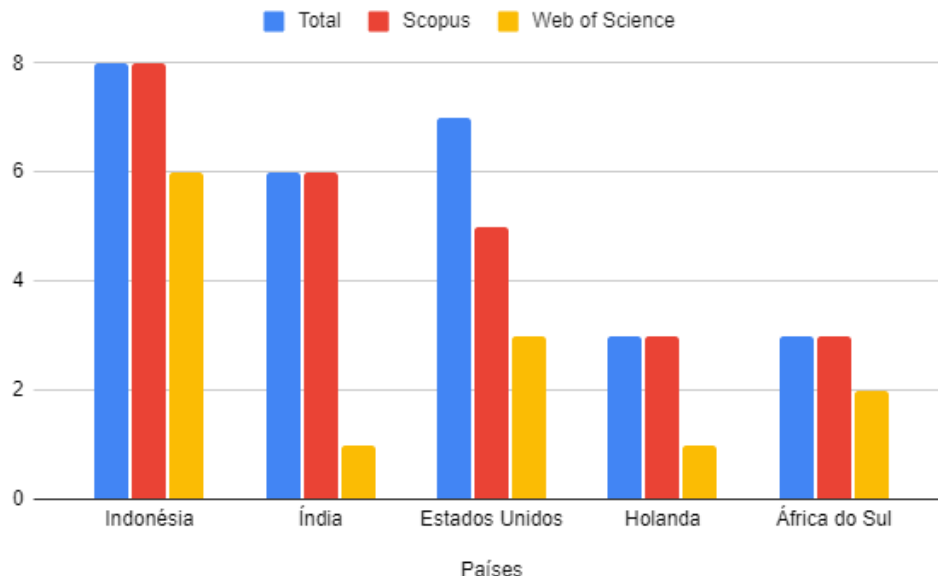
Já Widyasanti, Ayuningtyas e Rosalinda (2020) abordaram a síntese de sabão líquido a partir do óleo virgem de rícino. Esse óleo apresenta muitos benefícios para a pele, deixando-a com um aspecto mais macio. Além da síntese do sabão líquido, o estudo também analisou os efeitos de diferentes concentrações de extrato de chá branco e comparou cada resultado de acordo com a normas sanitárias

da indonésia (SNI). Esse estudo foi importante para essa prospecção tecnológica, pois além da confecção do produto, também foram abordados métodos de caracterização importantes, conforme as exigências da norma sanitária, uma etapa indispensável da produção do sabão líquido.

Hennessey-Ramos, Murillo-Arango e Tovar Guayabo (2019) apresentaram as propriedades antioxidantes, antimicrobianas, capacidade de coloração *in vitro* de extratos obtidos de sementes de abacate (óleo de abacate e colorante). O óleo do abacate foi utilizado para a confecção de sabão líquido, e o colorante também foi utilizado no processo. Os estudos feitos nesse trabalho relataram as propriedades do óleo após a caracterização e os efeitos do colorante no sabão líquido. Notou-se que o óleo de abacate tem um grau elevado de insaturação e que ele apresenta um grau de saponificação de 190,74 mg KOH g^{-1} . Já o colorante extraído apresentou um comportamento estável no sabão líquido.

Widyaningsih *et al.* (2018) estudaram as melhores condições para a síntese de um sabão líquido a partir do óleo de Nyamplung, com a adição de fragrância e de cúrcuma com a finalidade de combater a bactéria *Staphylococcus aureus*. Além da síntese, o estudo também visa a caracterizar o produto e a comparar os resultados com base na legislação sanitária, que, nesse caso, trata-se do órgão de vigilância da indonésia (SNI). Com os resultados obtidos, constatou-se que o melhor sabão obteve ácidos graxos totais de 67,49%, ácidos graxos livres de 1,01%, gordura neutra de 7,24%, densidade d 1,05 g/ml, pH de 9,85 e zona de inibição de 14,92 mm.

Figura 3 – Número de artigos produzidos por países



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Gambardella *et al.* (2023) trazem de forma inovadora a produção do sabão em gel à base de matérias-primas derivadas de resíduos: (óleo de soja usado e gordura de bacon). Os autores alegam que o sabão em gel é mais simples de armazenar e fazer porções do produto. Além disso, as fases do sabão podem ser controladas utilizando forças de cisalhamento e calor. Esse estudo fornece um panorama interessante sobre alternativas sustentáveis para WCO e métodos interessantes de caracterização do produto.

Lopes Romero *et al.* (2020) apresentaram um projeto produzindo sabão líquido proveniente do WCO, com a finalidade de distribuir para famílias em situação de vulnerabilidade social em prol do combate à pandemia de Covid-19. Além do aspecto social, esse estudo trata da produção de sabão líquido em larga escala, tendo em vista que 2.000 litros de sabão foram produzidos para a distribuição.

Hartini *et al.* (2021) exploraram a análise combinatória entre métodos de purificação do óleo residual de fritura, método de preparação do sabão e variação na concentração de KOH, a fim de encontrar o sabão com os melhores resultados apresentados, conforme prevê o órgão sanitário da Indonésia (SNI). Feitas as amostras e a caracterização do sabão líquido, a amostra que apresentou os resultados mais satisfatórios foi o “método frio”, com 22,5% de KOH e purificação com carbono ativado. Essa amostra em questão obteve valor de pH igual 9,00, com 0,05 de alcalinidade livre e ácidos graxos livres de 0,32.

Wijana, Puspita e Rahmah (2019) tiveram como objetivo determinar o melhor solubilizante para dissolver óleos essenciais para a produção de sabonete transparente e, também, adicionar substâncias naturais que possuem atividade antibacteriana, especialmente contra a *Staphylococcus aureus*. Após a realização dos experimentos,

constatou-se que o melhor solubilizante consiste em 20% de açúcar líquido, 18% de etanol e 18% de glicerina. Com o sabão obtido, as análises feitas demonstraram que o raio de inibição do produto foi de $10,17 \pm 2,753$ mm.

3.2 Análise das Patentes

As buscas apresentadas na seção anterior foram inseridas no Questel Orbit Intelligence® com o intuito de mapear o panorama dessas novas invenções sobre a produção de sabão líquido a partir de WCO. Os resultados de cada uma das combinações foram organizados e apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Número de famílias de patentes encontradas em cada busca

BUSCA	NÚMERO DE FAMÍLIAS DE PATENTES
1	17
2	1
3	156

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

As buscas 1 e 2 não apresentaram resultados pertinentes ao tema. Ao realizar uma análise criteriosa das patentes relacionadas nas três buscas, optou-se por escolher somente os resultados da busca 3. As famílias de patentes encontradas por meio da busca 3 estão distribuídas em diversas áreas do conhecimento. Nota-se que uma pequena parte dessas famílias de patentes encontra-se concedida. A Figura 4 relaciona de forma gráfica o percentual de patentes encontradas e o status legal de cada uma.

Figura 4 – Status legal das famílias de patentes



Fonte: Orbit Intelligence (2024)

Tomando os valores percentuais referentes ao *status* legal das famílias das patentes, nota-se que 18,6% das patentes encontram-se concedidas, logo, os direitos de propriedade intelectual sobre essas invenções encontram-se vigentes e reconhecidos. A parcela de 7,1% trata-se das patentes pendentes, e esse percentual diz respeito às patentes em que o pedido de patente já foi realizado, porém, ainda não foram confirmados e se encontram em processo de análise.

Outro resultado interessante é sobre as patentes revogadas, que representam 12,8% das patentes estudadas. Esse *status* legal indica que, por algum motivo, essas patentes encontram-se com seus direitos de propriedade intelectual suspensos e invalidados. Os motivos pelos quais essa condição ocorre podem estar atribuídos à falta de atualização, à violação de direitos ou ao não cumprimento de requerimentos formais.

Já as patentes expiradas correspondem a 21,8%. Isso implica dizer que o prazo de exclusividade concedido a seus inventores já não pertence mais a eles. Quando uma patente se encontra nesse estado, isso quer dizer que o domínio dessa tecnologia se torna público. A parcela de patentes caducas diz respeito a 40% das patentes, e esse estado se refere a patentes que foram canceladas devido à ausência de pagamento das taxas de renovação ou à falta de manutenção dentro do prazo estipulado.

Levando em consideração as famílias de patentes encontradas, elas não se encontram totalmente restringidas à síntese de sabão líquido a partir do WCO. Muitas patentes encontradas tratam ou de síntese de sabão líquido ou de síntese de produtos à base de WCO aplicados em outros contextos. Para isso, foi necessário analisar a quais áreas de conhecimento essas patentes estão relacionadas. A Figura 5 gerada pelo Questel Orbit Intelligence® apresenta as áreas que mais depositaram patentes.

Com base na Figura 5, nota-se que as áreas do conhecimento que mais apresentam resultados são: *Basic materials chemistry* (Química de material básica); *Organic fine chemistry* (Química orgânica fina); *Surface technology* (Tecnologia de superfície); *Pharmaceuticals* (Farmacêuticos); *Chemical engineering* (Engenharia química). Tendo em vista as cinco áreas do conhecimento destacadas, quatro delas apresentam relação direta com o tema principal da pesquisa.

A ferramenta Questel Orbit Intelligence® possibilita também a análise de termos que se referem ao tema da pesquisa. A Figura 6 traz os termos que mais foram relacionados com a síntese de sabão líquido a partir do óleo residual de fritura.

Figura 5 – Principais áreas do conhecimento relacionadas à busca

Analysis of biological materials (2) | **Basic materials chemistry** (75) | Biotechnology (1) | Chemical engineering (6) | Civil engineering (6) | Electrical machinery, apparatus, energy (1) | Environmental technology (2) | Food chemistry (1) | Furniture, games (5) | Handling (4) | Machine tools (1) | Macromolecular chemistry, polymers (5) | Materials, metallurgy (3) | Measurement (1) | Medical technology (4) | **Organic fine chemistry** (78) | Other consumer goods (6) | Other special machines (1) | Pharmaceuticals (11) | Surface technology, coating (13) | Textile and paper machines (7) | Thermal processes and apparatus (1) |

Fonte: Orbit Intelligence (2024)

Figura 6 – Termos associados ao tema

Castor oil (15) | **Coconut oil** (29) | Defect (16) | Deionized water (16) | Disinfecting (17) | Escherichia (16) | Essential oil (14) | Fatty acid (22) | Fragrance (22) | **Hand sanitizer** (39) | Irritation (16) | **Liquid soap** (42) | Olive oil (24) | Palm oil (14) | Potassium hydroxide (23) | Preservative (20) | **Raw material** (29) | Relieving itching (14) | Room temperature (15) | Saponification (15) | Saponificatic reaction (13) | **Skin** (28) | **Soap** (33) | **Soap solution** (29) | Sodium hydroxide (17) | **Standing** (25) | Sterilization (14) | **Surfactant** (22) | Thickening agent (16) | Traditional chinese medicine (18) |

Fonte: Orbit Intelligence (2024)

Ao analisar a Figura 6, é possível observar que os termos-chave como *Liquid soap* (Sabão Líquido); *Hand sanitizer* (Desinfetante para as mãos); *Soap* (Sabão) e *Coconut oil* (Óleo de coco) foram os termos que mais foram associados ao tema. Esse dado significa que esses conceitos são constantemente abordados nas patentes depositadas. Os resultados denotam um certo interesse na busca por novos destinos para o WCO, e as patentes corroboram que, além de um interesse ecológico, há também um interesse comercial nessas tecnologias que estão sendo estudadas.

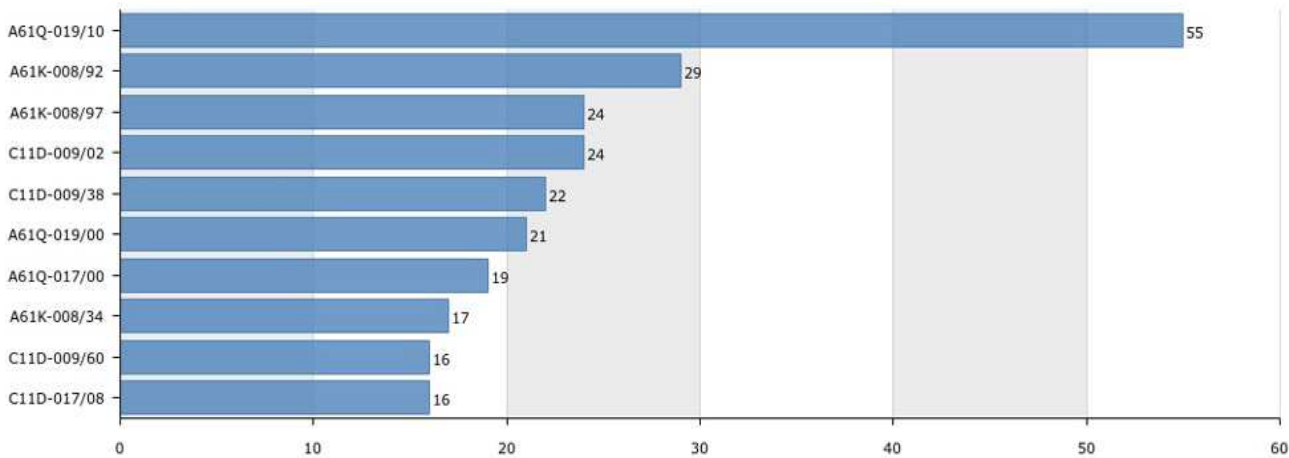
Entre os termos mais comuns nessa busca, pode-se notar que o óleo de coco aparece em um número considerável de vezes, pois alguns estudos e patentes trabalham com a confecção de sabão líquido a partir desse insumo. Embora essas patentes e os estudos não apresentem uma relação direta com o tema em questão, esses trabalhos mostram processos, métodos de síntese ou análises para caracterização final de produto que podem ser utilizadas para a produção de sabão líquido a partir do WCO.

Dessa forma, foi necessário analisar os códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP) de cada família e identifica-los com base na área do conhecimento em que cada patente está inserida. A Figura 7 relaciona os dez principais códigos da CIP e o número de patentes por código encontrado.

Para uma melhor análise da Figura 7, é necessário interpretar o que cada código da CIP significa. O Quadro 5 tem por finalidade relacionar cada código da CIP com o seu significado. Vale ressaltar que os códigos da CIP foram dispostos de forma decrescente, conforme apresentados na Figura 7.

Outra análise muito importante e interessante a ser considerada trata do mapeamento dos países que mais depositaram patentes nessa área. Feita essa análise, é possível observar as nações que mais publicaram sobre o tema. A Figura 8 mostra a distribuição geográfica das patentes encontradas.

Figura 7 – Número de patentes por código da CIP



Fonte: Orbit Intelligence (2024)

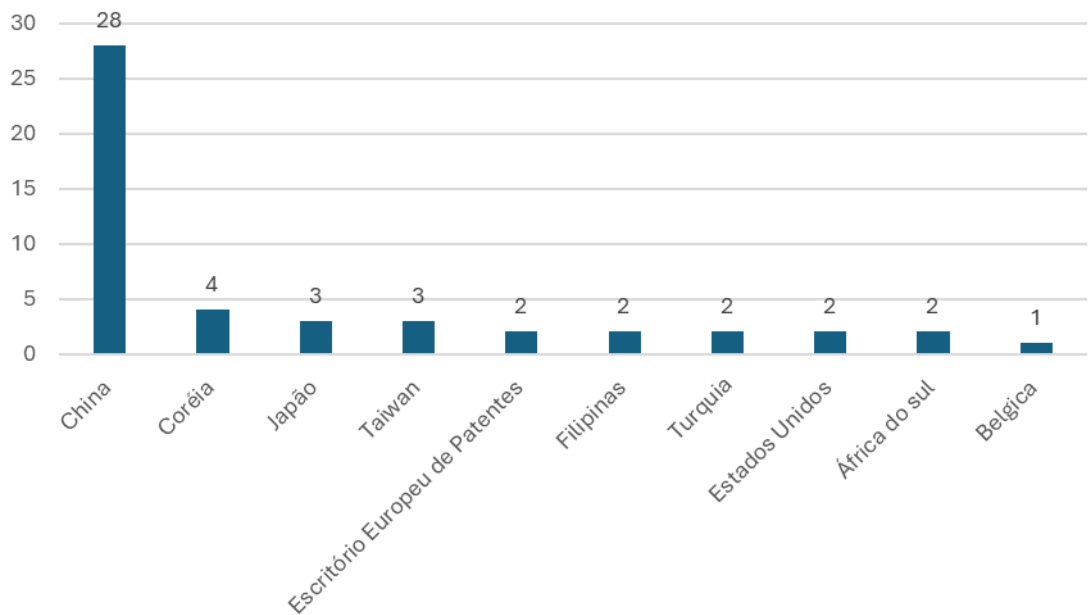
Quadro 5 – Códigos da CIP e seus respectivos significados

CÓDIGO CIP	SIGNIFICADO
A61Q-019/10	Preparações para limpeza ou banho
A61K-008/92	Preparações contendo óleo, gorduras ou cera
A61K-008/97	Preparações contendo derivados de algas, líquens, fungos ou plantas
C11D-009/02	Composição de detergentes baseados em sabões alcalinos ou de amônio
C11D-009/38	Composição de detergentes baseados em produtos que a composição não é bem definida
A61Q-019/00	Preparações para tratamento da pele
A61Q-017/00	Preparações de barreira; Preparações para contato direto com a pele protegendo contra influências externas

CÓDIGO CIP	SIGNIFICADO
A61K-008/34	Cosméticos ou preparações similares para higiene pessoal contendo Álcoois
C11D-009/60	Composições de detergentes baseados em Misturas de ingredientes
C11D-017/08	Materiais detergentes caracterizados por sua forma ou propriedades físicas (Sabão líquido ou em capsulas)

Fonte: Adaptado do INPI (2024)

Figura 8 – Número de patentes depositadas por país



Fonte: Adaptada de Orbit Intelligence (2024)

Observa-se que a China deposita consideravelmente mais patentes relacionadas ao tema do que os outros países. Esse fato está vinculado à alta produção de WCO. Essa alta demanda ocasiona a necessidade de lidar com o

destino adequado desse material de forma sustentável e economicamente viável. A Figura 9 ilustra visualmente a forma como essas patentes estão distribuídas.

Figura 9 – Principais países com depósito de patentes concedidas sobre o tema



Fonte: Orbit Intelligence (2024)

Com base nos resultados encontrados, foram analisadas as patentes que possuem potencial de contribuir com o desenvolvimento de novas tecnologias sobre a síntese de sabão líquido a partir do WCO. No período da produção desta prospecção tecnológica, foi selecionada a principal família de patente que se relaciona ao tema, a qual será descrita a seguir.

Chunming *et al.* (2021) depositaram um pedido de patente sobre um método de produção de sabão líquido a partir do WCO. Esse método consiste em tratar o óleo residual numa faixa de temperatura entre 70 °C e 110 °C e adicionar uma solução alcalina ao óleo usado repetidas vezes para realizar a saponificação. Assim que o sabão líquido é sintetizado, mistura-se o sabão sólido com água e adiciona-se um agente solubilizante, um surfactante e um quelante até que o sabão se dissolva. Feito isso, basta armazenar entre 12 e 48 horas e o sabão líquido estará pronto. O pedido de patente foi depositado na China e, no presente momento, encontra-se pendente.

O número pequeno de patentes relacionadas com o tema pode estar relacionado à dificuldade de implementação de processos de purificação, de produção e de caracterização do produto final que sejam economicamente viáveis para a produção de sabão líquido em larga escala. Outras formas de reutilização do WCO já são exploradas, porém, estudos sobre a produção de produtos mais sofisticados e elaborados provenientes desse material residual podem ser consideradas recentes diante dessa perspectiva.

Ao analisar os dados obtidos nesta prospecção tecnológica com alguns aspectos culturais, econômicos e geopolíticos, percebe-se que o número alto de patentes depositadas pela China reflete o interesse comercial dessa nação em reaproveitar esse resíduo alimentar, apontando, portanto, para uma abordagem inovadora no uso do WCO.

4 Considerações Finais

Por meio das buscas realizadas sobre as produções científicas e patentes, esta prospecção tecnológica indicou que, do ano de 2016 até 2021, as pesquisas apresentaram um comportamento de queda, sendo que o número de pesquisas voltou a crescer novamente após o ano de 2021. Entre as produções encontradas, oito delas apresentaram uma abordagem interessante sobre a síntese de sabão líquido a partir do óleo residual de fritura, esse número indica que as pesquisas sobre novas tecnologias de transformação do WCO em produtos mais requintados ainda estão, de certa forma, incipientes.

Assim como a busca por produções científicas apresentou poucos trabalhos sobre essa temática, a busca por patentes mostrou um comportamento semelhante. O interesse sobre a utilização do WCO para produção de sabão líquido não apresentava números muitos significativos, porém, desde 2021, percebe-se que o interesse sobre esse tema está crescendo.

A Indonésia destacou-se na produção de artigos relacionados ao tema, porém, no depósito de patentes, não apresentou números muitos significativos. Já a China se comportou de maneira oposta, apresentando um número não muito alto de publicações científicas, mas com um bom número de depósitos de patentes.

Este estudo indicou que há interesse em novas formas de reciclar o WCO, no entanto, foi possível observar que pesquisas sobre métodos para a produção de sabão líquido proveniente desse rejeito ainda se encontram em um estágio muito inicial, necessitando, assim, de novas tecnologias para promover inovação, pesquisa e desenvolvimento que promova produtos mais requintados a partir desse material residual: o WCO.

5 Perspectivas Futuras

Os estudos provaram que é factível a produção de sabão líquido a partir do WCO. Algumas pesquisas já apresentam um resultado satisfatório na síntese desse produto, porém, ainda há uma margem muito grande para o desenvolvimento de novas tecnologias que sejam economicamente viáveis para essa produção.

Esse é um campo muito promissor para a comunidade científica e para as indústrias que venham a investir em pesquisa e desenvolvimento, principalmente no que diz respeito a novos métodos de tratamento do óleo, a equipamentos e dispositivos para produção em larga escala de sabão líquido proveniente do WCO de forma prática e segura e a novos métodos de caracterização desse sabão líquido.

O uso de insumos provenientes de material residual é de extrema relevância quando se considera o desenvolvimento sustentável do planeta terra, e, por isso, se faz muito necessário o surgimento de propostas inovadoras sobre esse assunto.

Referências

- BRAGA, P. R. S.; LINDINGER, A. A. C.; LOPES, R. V. V. BIOGAMA – Reciclagem de Óleo de Fritura e Conscientização Ambiental a partir de Coleta Seletiva na Comunidade do Gama – DF. **Revista Interdisciplinar de Pesquisa em Engenharia**, [s.l.], v. 1, p. 1-4, 2017.
- CHENG, G. *et al.* A novel method for the green utilization of waste fried oil. **Particuology**, [s.l.], v. 84, p. 1-11, 2023.
- CHUNMING, W. *et al.* **Method for preparing liquid soap from kitchen waste oil**. 2021CN-0817732, 2021.
- DA CONCEIÇÃO, V. S. *et al.* Prospecção tecnológica relativa ao uso do Azeite de Dendê como matéria-prima para a fabricação de sabão. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, [s.l.], v. 3.771-3.786, 2023.
- FONSECA, T. C. de S. *et al.* Multifunctional, stable and low-cost lipopeptide biosurfactant produced by *Enterobacter cloacae* UCP 1597. **Research, Society and Development**, [s.l.], p. 11-15, 2022.
- FOO, W. H. *et al.* Recent advances in the conversion of waste cooking oil into value-added products: A review. **Fuel**, London, England, v. 324, p. 124539, 2022.
- GAMBARDELLA, A. *et al.* Formulation of biobased soap gels from wastederived feedstocks. **RSC Sustainability**, [s.l.], p. 584-591, 2023.
- HANISA, K.; KUMAR, S.; TAJUL, A. Y. The Management of Waste Cooking Oil: A Preliminary Survey. **Health and the Environment Journal**, [s.l.], v. 4, p. 76-81, 2013.
- HARTINI, S. *et al.* Optimal treatment combination for dishwashing liquid soap based on waste cooking oil according to the requirement of Indonesian quality standards. **Evergreen**, [s.l.], p. 492-498, 2021.
- HENNESSEY-RAMOS, L.; MURILLO-ARANGO, W.; TOVAR GUAYABO, G. Evaluation of a colorant and oil extracted from avocado waste as functional components of a liquid soap formulation. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, [s.l.], v. 72, n. 2, p. 8.855-8.862, 2019.
- INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **WIPO IPC Policiation**. 2024. Disponível em: <http://ipc.inpi.gov.br/classifications/ipc/ipcpub/>. Acesso em: 7 abr. 2024.
- IPCC – INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Página de busca**. [2023]. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/>. Acesso em: 13 mar. 2024.
- JOSHI, J. R.; BHANDARI, K. K.; PATEL, J. V. Waste cooking oil as a promising source for bio lubricants – A review. **Journal of the Indian Chemical Society**, [s.l.], v. 100, n. 1, p. 100820, 2023.
- LANDI, F. F. A. *et al.* Environmental assessment of four waste cooking oil valorization pathways. **Waste Management**, New York, v. 138, p. 219-233, 2022.
- LOPES ROMERO, A. *et al.* Nova pandemia, velhas formas de prevenção: fabricação e doação de produtos saneantes domissanitários para famílias em situação de vulnerabilidade social. **Revista Tecnologia e Sociedade**, [s.l.], v. 16, n. 43, p. 52, 2020.
- MCMURRY, J. **Química Orgânica – Combo**: tradução da 9ª edição norte-americana. [S.l.]: Delmar Cengage Learning, 2016.
- NEOENERGIA. **Composição Tarifária**, 2024. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/web/brasil/sua-casa/composicao-tarifaria>. Acesso em: 30 mar. 2024.
- ORBIT INTELLIGENCE. **Orbit Intelligence by Questel®**. [2024]. Disponível em: <https://www.orbit.com/>. Acesso em: 7 abr. 2024.
- PREPARAENEM. **Saponificação**. [2024]. Disponível em: <https://www.preparaenem.com/quimica/reacao-saponificacao.htm>. Acesso em: 10 mar. 2025.
- SALIMON, J.; SALIH, N.; YOUSIF, E. Biolubricants: Raw materials, chemical modifications and environmental benefits. **European Journal of Lipid Science and Technology: EJLST**, [s.l.], v. 112, n. 5, p. 519-530, 2010.
- SHEINBAUM-PARDO, C.; CALDERÓN-IRAZOQUE, A.; RAMÍREZ-SUÁREZ, M. Potential of biodiesel from waste cooking oil in Mexico. **Biomass & Bioenergy**, [s.l.], v. 56, p. 230-238, 2013.
- SILVA, R. M. G.; BRAGA, P. R. S.; COSTA, A. A. Prospecção Tecnológica sobre o Uso de Bagaço de Cana-de-Açúcar e seus Derivados para a Adsorção Seletiva e Compostos Contendo Enxofre no Diesel. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 17, n. 2, p. 361-378, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.9771/cp.v17i2.56621>. Acesso em: 30 mar. 2024.
- VAN GRINSVEN, A. *et al.* Used Cooking Oil (UCO) as biofuel feedstock in the EU. **CE Delft**, December, 2020. Disponível em: https://www.regenwald-statt-palmoel.de/images/pdf/CE_Delft_UCO.pdf. Acesso em: 4 abr. 2024.
- WIDYANINGSIH, S. *et al.* Formulation of Antibacterial Liquid Soap from Nyamplung Seed Oil (*Calophyllum inophyllum* L.) with Addition of Curcuma heyneana and its Activity Test on *Staphylococcus aureus*. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, [s.l.], v. 349, p. 012062, 2018. DOI: 10.1088/1757-899X/349/1/012062.

WIDYASANTI, A.; AYUNINGTYAS, B.; ROSALINDA, S. Characterization of liquid soap from castor oil (*Ricinus communis*) with the addition of white tea extracts. **Earth and Environmental Science**, [s.l.], v. 443, n. 1, p. 012061, 2020.

WIJANA, S.; PUSPITA, T.; RAHMAH, N. L. Optimization of solubilizers combinations on the transparent liquid soap with the addition of peppermint (*Mentha piperita* L.) and lavender (*Lavandula* L.) oil. *In*: AIP CONFERENCES PROCEEDINGS, 2019. **Anais [...]**. [S.l.], 2019.

WU, B. *et al.* Direct conversion of McDonald's waste cooking oil into a biodegradable high-resolution 3D-printing resin. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, [s.l.], v. 8, n. 2, p. 1.171-1.177, 2020.

XIONG, Y. *et al.* Solid alcohol based on waste cooking oil: Synthesis, properties, micromorphology and simultaneous synthesis of biodiesel. **Waste Management**, New York, v. 85, p. 295-303, 2019.

Sobre os Autores

André Luis Bispo Galvão de Souza

E-mail: andreluisbgd@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8030-0392>

Graduando de Engenharia de Energia pela Faculdade UnB Gama, Universidade de Brasília.

Endereço profissional: Laboratório de Tecnologias Ambientais, Materiais e Energia (Latame) e Laboratório Biogama, Faculdade de Ciências e Tecnologias em Engenharia, Universidade de Brasília, Brasília, DF. CEP: 7244-210.

Ricardo Miguel Gonçalves da Silva

E-mail: ricardomiguel.gds21@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5350-0408>

Graduando de Engenharia de Energia pela Faculdade UnB Gama, Universidade de Brasília.

Endereço profissional: Laboratório de Tecnologias Ambientais, Materiais e Energia (Latame) e Laboratório Biogama, Faculdade de Ciências e Tecnologias em Engenharia, Universidade de Brasília, Brasília, DF. CEP: 7244-210.

Andréia Alves Costa

E-mail: andreiaacosta@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9043-6910>

Pós-doutora em Química pela Universidade de Brasília em 2011.

Endereço profissional: Laboratório de Tecnologias Ambientais, Materiais e Energia (Latame) e Laboratório Biogama, Faculdade de Ciências e Tecnologias em Engenharia, Universidade de Brasília, Brasília, DF. CEP: 7244-210.