# USO DE ALGINATO DE CÁLCIO COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA AOS MICROPLÁSTICOS EM COSMÉTICOS

**Autores: Maria Luisa Moreira de Paula, July Anne Rosa e Silva, Yasmin Moreira Lopes Gariani, Matheus Luiz Moreira dos Santos e Kemer Neves Zuri.**

Colégio Univap – Unidade Centro (Colégio Técnico Antônio Teixeira Fernandes). Rua Paraibuna, 75 – Centro, São José dos Campos – SP, CEP 12245-020, marialuisadepaula2009@gmail.com, julyanne0712@gmail.com, yasmingariani@gmail.com, matheusluizmoreiraa@gmail.com, kemerzuri@gmail.com.

**Resumo**

O uso de microplásticos primários em cosméticos esfoliantes representa uma ameaça aos ecossistemas aquáticos devido à sua elevada persistência e capacidade de bioacumulação. Este trabalho objetivou substituir essas partículas por microesferas biodegradáveis de alginato de cálcio obtidas por gelificação iônica. A metodologia envolveu a extração e caracterização de microplásticos de sabonetes esfoliantes comerciais e a síntese do biopolímero por reticulação em solução de cloreto de cálcio ($CaCl_2$), com avaliação de textura e rigidez ao longo do tempo de secagem. Os resultados confirmaram, por ponto de fusão e análise microscópica, a presença de polietileno nos cosméticos analisados, e demonstraram que as microesferas de alginato de cálcio, após secagem completa, apresentaram textura comparável à de esfoliantes comerciais, evidenciando seu potencial como alternativa biodegradável aos microplásticos convencionais.

**Palavras-chave**: Alginato de cálcio. Gelificação iônica. Microplásticos. Química verde. Esfoliante ecológico.

**Área do Conhecimento:** Química.

## Introdução

O século XX foi um período de evolução industrial que consolidou o plástico como um material de uso indispensável para a substituição de matérias-primas já escassas ou que impossibilitavam a produção em massa, por se tratar de um polímero extremamente versátil, com diversas aplicações (Silva; Ferroli, 2024). Com o crescimento populacional e a consequente expansão urbana, intensificou-se o consumo em larga escala de produtos industrializados, contribuindo para o aumento da geração de resíduos e poluentes descartados no meio ambiente. Atualmente, os sistemas de tratamento de esgoto e gerenciamento de resíduos sólidos não conseguem acompanhar esse ritmo de expansão, fazendo com que os corpos d'água se tornem o principal destino final desses contaminantes (Lopes, 2026). Nos ecossistemas, esses materiais sofrem fragmentação e dão origem aos microplásticos, pequenos detritos com dimensão inferior a 5 mm, gerando uma contaminação invisível e persistente (Bitencourt Belo et al., 2021).

Na indústria cosmética, microplásticos primários como o polietileno e o polipropileno são adicionados intencionalmente a sabonetes e géis para promover a abrasão mecânica necessária à remoção de células mortas da epiderme, sendo fabricados propositalmente em dimensões reduzidas para cumprir essa função (Vargas et al., 2022). Apesar de atuarem eficientemente no atrito físico com a pele, sua elevada estabilidade química dificulta a degradação durante o uso e o descarte; ao chegarem ao esgoto sanitário, essas partículas podem ser parcialmente retidas nas etapas de tratamento de efluentes, porém uma parcela permanece nos efluentes tratados e alcança os corpos hídricos (Nunes, 2025). Devido à sua natureza hidrofóbica e elevada relação área/volume, essas partículas funcionam como “esponjas” para Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), favorecendo a adsorção de compostos lipofílicos nocivos e contribuindo para a exposição de organismos aquáticos a esses contaminantes, com potencial ocorrência de efeitos ecotoxicológicos, além de acumularem toxinas que ingressam na cadeia alimentar aquática e humana após o enxágue (Bebianno; Rosas; Gonçalves, 2023; Lopes, 2026; Vargas et al., 2022).

Como alternativa sustentável fundamentada nos princípios da química verde, o alginato de sódio, biopolímero extraído de algas marrons, permite a formação de um hidrogel esférico e insolúvel por gelificação iônica (Rocha; Santos; Taketani, 2020). Esse processo ocorre de forma instantânea quando

uma solução aquosa de alginato de sódio entra em contato com íons de cálcio ($Ca^{2+}$) provenientes do cloreto de cálcio ($CaCl_2$), promovendo uma troca iônica na qual esses cátions bivalentes substituem os íons monovalentes de sódio e organizam as cadeias poliméricas no “modelo caixa de ovos” (egg-box model), que aprisiona água e consolida o hidrogel (Rocha; Santos; Taketani, 2020). A importância dessa metodologia reside no seu caráter de química verde, pois a reação ocorre sob condições brandas de temperatura ambiente, utiliza a água como solvente e dispensa reagentes orgânicos nocivos, além de permitir controle sobre a rigidez e a granulometria das partículas geradas (Nunes, 2025). Esse biopolímero foi escolhido para substituir os microplásticos fósseis por sua rápida biodegradabilidade, decompondo-se em subprodutos inofensivos como água, $CO_2$ e biomassa (Elicker, 2022), e por sua natureza hidrofílica, que reduz a atração e a bioacumulação de POPs nos recursos hídricos (Bebianno; Rosas; Gonçalves, 2023).

As microesferas de alginato apresentam potencial para cumprir a função de abrasão mecânica necessária à remoção de células mortas, podendo ser incorporadas em matrizes cosméticas como substituto biodegradável dos microplásticos convencionais (Rocha; Santos; Taketani, 2020). O objetivo deste trabalho é propor e avaliar a substituição dos microplásticos em cosméticos por microesferas biodegradáveis de alginato de cálcio, investigando a presença de sintéticos em um sabonete comercial, sintetizando o biopolímero e monitorando a estabilidade da nova formulação ecológica.

## Metodologia

Foram analisados dois esfoliantes comerciais da marca Face Beautiful (linhas roxa e maracujá), ambos contendo polietileno como agente abrasivo, conforme informação de rótulo. Amostras de 20,05 g (roxo) e 20,06 g (maracujá) foram pesadas em balança semi-analítica e diluídas em 100 mL de água destilada. As dispersões foram filtradas em sistema simples (suporte universal, funil e papel de filtro quantitativo).

Figura 1 - Sistema de filtração utilizado para a separação das partículas do esfoliante comercial.



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

O material retido foi seco ao ar por 3 dias e submetido a análise microscópica e teste de ponto de fusão para confirmação da natureza polimérica das partículas. Para o teste de ponto de fusão, as amostras foram aquecidas gradualmente em chapa de aquecimento, da marca Fanem, com temperatura monitorada por termômetro (escala até 300 °C), sendo o comportamento térmico comparado à faixa de fusão característica do polietileno (105–140 °C).

Preparou-se solução de alginato de sódio a 2% (m/v) (2,00 g em 100 mL de água destilada, sob agitação magnética, feita no agitador magnético da Marte Cientifica, até completa dissolução) e solução reticulante de $CaCl_2$ a 2% (m/v) (2,00 g em 100 mL de água destilada), ambos reagentes da GastromyLab. A gelificação iônica foi realizada gotejando-se a solução de alginato, com seringa sem agulha, a partir de altura de 5 cm, sobre a solução de $CaCl_2$ em repouso. As esferas formadas

permaneceram submersas por 15 min para consolidação da rede polimérica, sendo então separadas por filtração simples. As microesferas foram mantidas em repouso à temperatura ambiente e avaliadas quanto à textura, rigidez e opacidade em dois intervalos (3 e 6 dias), em duas sínteses independentes. Após a secagem, parte das microesferas foi incorporada a uma base de sabonete neutro para avaliação sensorial da textura como possível substituto do agente esfoliante convencional.

**Resultados**

O teste de ponto de fusão confirmou que as partículas retidas na filtração correspondiam ao polietileno, com fusão observada a 120 °C, seguindo a escala do apresentada anteriormente do ponto de fusão do polietileno, em ambas as amostras analisadas, corroborando a informação constante nos rótulos dos produtos. Na análise microscópica, observou-se que essas partículas não apresentavam formato esférico, exibindo contornos irregulares e, em alguns pontos, levemente pontiagudos.

Figura 2 - Partículas do esfoliante de maracujá observadas em microscopia (aumento de 10x).



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

Figura 3 - Partículas do esfoliante roxo observadas em microscopia (aumento de 40x).



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

As microesferas de alginato de cálcio, logo após a síntese, apresentaram-se úmidas e macias, adquirindo rigidez progressiva ao longo do processo de secagem. Na primeira síntese, o material atingiu secagem completa após seis dias, conforme demonstrado na Figura 4, enquanto na segunda síntese, apresentada na Figura 5, realizada sob maior ventilação e temperatura ambiente mais elevada, o mesmo grau de rigidez foi alcançado em apenas três dias. Em ambos os casos, o produto final apresentou textura semelhante à de esfoliantes comerciais quando incorporado a uma base de sabonete neutro.

Quanto à morfologia, observou-se variabilidade no tamanho das microesferas, atribuída à técnica de gotejamento (altura e volume de solução), resultando em partículas de diâmetro superior ao ideal para aplicação cosmética, embora com textura final satisfatória.

Figura 4 - Microesferas de alginato de cálcio após secagem completa (6 dias).



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

Figura 5 - Microesferas de alginato de cálcio após secagem completa (3 dias).



Fonte: elaborado pelos autores (2026).

## Discussão

Os resultados obtidos confirmam a presença de polietileno como agente abrasivo nos esfoliantes analisados, reforçando a persistência do uso desse polímero sintético na indústria cosmética nacional, mesmo diante da ausência de regulamentação específica no Brasil (Nunes, 2025). O formato irregular das partículas identificadas é compatível com processos de fragmentação mecânica do polímero, comumente utilizados na fabricação de microplásticos primários.

A síntese das microesferas de alginato de cálcio demonstrou-se um processo simples e reprodutível, com formação instantânea do hidrogel por meio do mecanismo de troca iônica descrito na literatura (Rocha; Santos; Taketani, 2020). A textura final obtida, comparável à de esfoliantes comerciais, sustenta a viabilidade funcional do alginato como substituto do polietileno. Além disso, a redução do

tempo de secagem observada sob maior ventilação e temperatura indica que esse parâmetro pode ser otimizado em escala produtiva, sem necessidade de equipamentos sofisticados.

A variabilidade morfológica das microesferas, embora represente uma limitação quanto à padronização granulométrica, evidencia também a sensibilidade do método ao controle da técnica de gotejamento, o que constitui uma vantagem em relação a outras alternativas biodegradáveis já estudadas, como sílica e sementes trituradas, que apresentam maior dificuldade de padronização (Rocha; Santos; Taketani, 2020). Do ponto de vista ambiental, a natureza hidrofílica e a rápida biodegradabilidade do alginato de cálcio reduzem o potencial de bioacumulação de poluentes orgânicos persistentes, ao contrário do que ocorre com os microplásticos convencionais (Bebianno; Rosas; Gonçalves, 2023; Elicker, 2022).

## Conclusão

Este trabalho confirmou a presença de microplásticos de polietileno em esfoliantes comerciais, evidenciando o potencial desses produtos como fontes de liberação de partículas plásticas no ambiente. Além disso, demonstrou a viabilidade técnica da produção de microesferas de alginato de cálcio como alternativa biodegradável aos materiais sintéticos utilizados em formulações esfoliantes. As microesferas obtidas apresentaram características compatíveis com a finalidade proposta, destacando o potencial do alginato de cálcio para aplicações cosméticas mais sustentáveis. Como limitação, observou-se variabilidade no tamanho das partículas, relacionada à técnica manual de gotejamento empregada. Dessa forma, estudos futuros podem avaliar a padronização do processo de produção e realizar análises adicionais de estabilidade e desempenho das microesferas em formulações cosméticas, contribuindo para o aperfeiçoamento dessa alternativa.

## Referências

BEBIANNO, Maria João; ROSAS, Eloah Garcia; GONÇALVES, Joanna Melissa. O lixo marinho: o que são microplásticos e nanoplásticos? Como chegam ao oceano? In: MOURA, Delminda; MENDES, Isabel; ANÍBAL, Jaime; GOMES, Ana (org.). **Micro e nanoplásticos: um macroproblema**. Faro: CIMA Universidade do Algarve, 2023. p. 21-32. Disponível em: http://hdl.handle.net/10400.1/19968. Acesso em: 16 jul. 2026.

BITENCOURT BELO, Isabela Cristina; PENIDO DE ANDRADE, Bruna Neves; ARAÚJO MIRANDA, João Pedro; DRUMOND, Priscila Costa. Microplásticos, seus impactos no ambiente e maneiras biodegradáveis de substituição. **Revista Internacional de Ciências**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 214-228, 2021. DOI: 10.12957/ric.2021.54481. Disponível em: https://www.e-publicacoes.uerj.br/ric/article/view/54481. Acesso em: 5 maio 2026.

ELICKER, Raquel. **Plásticos biodegradáveis, química e meio ambiente: uma sequência didática teórico-prática interdisciplinar**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Feliz, Feliz, 2022. Disponível em: https://repositorio.ifrs.edu.br. Acesso em: 5 maio 2026.

LOPES, Ana Beatriz Ferreira. **Poluentes emergentes da indústria de cosméticos: ênfase para microplásticos**. 2026. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, 2026. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/3aa1f802-d6fb-4e3b-a410-d97752f1910b/content. Acesso em: 5 maio 2026.

NUNES, Alan Aparecido da Silva. **Microplásticos primários em cosméticos: proposta de mitigação para a proteção dos recursos hídricos**. 2025. 79 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Ilha Solteira, 2025. Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/entities/publication/3e530000-c787-4108-a82f-50d6ea53f1ae. Acesso em: 16 jul. 2026.

ROCHA, Davyd Rodolfo; SANTOS, Isaías Mariano dos; TAKETANI, Natália Franco. Alternativas ao uso de microplásticos nas indústrias cosméticas. **Revista Ensaios Pioneiros**, v. 4, p. 48-57, 2020. Disponível em: http://ensaiospioneiros.usf.edu.br. Acesso em: 16 jul. 2026.

SILVA, Ian Victor; FERROLI, Paulo Cesar Machado. Poluição plástica: uma abordagem sistemática acerca de suas consequências e alternativas adotadas para mitigar a problemática. In: ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO, 12., 2024, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2024. p. 1-12. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/256937/10.pdf?sequence=1. Acesso em: 5 maio 2026.

VARGAS, Julia Gabriela Matos; SILVA, Vinicius Bueno da; OLIVEIRA, Lílian Karla de; MOLINA, Eduardo Ferreira. Microplásticos: uso na indústria cosmética e impactos no ambiente aquático. **Química Nova**, São Paulo, v. 45, n. 6, p. 705-711, 2022. DOI: 10.21577/0100-4042.20170870. Disponível em: https://www.scielo.br/j/qn/a/sr67Byx5TJHdDvdPzV8SRJd/. Acesso em: 16 jul. 2026.