

ESCOLA SECUNDÁRIA DA MAIA

AUTORES

ISABEL OLIVEIRA | MARIA TOGA |
NUNO AROSO | VASCO CARDOSO

RELATÓRIO

CIENTÍFICO

cleã

CLEAN CHOICE, CLEAN CHANGE

Índice

1. SUMÁRIO / ABSTRACT	01
2. INTRODUÇÃO	03
3. MATERIAIS / MÉTODOS	04
3.1. Materiais	
3.2. Desenvolvimento das cápsulas de gel de banho	
3.2.1. Preparação das soluções	
3.2.2. Formação das cápsulas	
3.2.3. Lavagem das cápsulas	
3.2.4. Secagem e armazenamento	
3.3. Observação e avaliação das cápsulas	
4. RESULTADOS E CONCLUSÕES	06
4.1. Análise dos resultados	
4.2. Fator diferenciador	
4.3. Conclusão	
5. AGRADECIMENTOS/CONTRIBUIÇÕES	07
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	08

1. Sumário / Abstract

➔ Sumário

O consumo de produtos de higiene pessoal assenta, em grande parte, na utilização de embalagens plásticas, como as de gel de banho, que têm um impacto ambiental significativo. Grande parte destes resíduos acaba por atingir os ecossistemas aquáticos, contribuindo para a crescente poluição dos oceanos. Face a este problema, o projeto **clea** propõe uma solução sustentável: **cápsulas de gel de banho biodegradáveis e hidrossolúveis**, desenvolvidas com o intuito de eliminar a necessidade de embalagens convencionais, reduzindo o desperdício sem comprometer a eficácia ou a comodidade de utilização.

As cápsulas foram elaboradas com biopolímeros naturais, principalmente com alginato de sódio – um composto extraído de algas marinhas, evidenciando o potencial da biotecnologia azul na criação de soluções ecológicas. A sua produção foi realizada através de uma técnica de gelificação externa em solução de cloreto de cálcio.

Para avaliar o desempenho das cápsulas, foram realizados testes de solubilidade em água. Os resultados revelaram que as cápsulas se dissolveram eficazmente, sem deixar resíduos visíveis, permitindo que o gel atuasse naturalmente como esperado, confirmando a viabilidade da solução.

Conclui-se que as cápsulas **clea** apresentam um elevado potencial enquanto alternativa ecológica e funcional para a higiene pessoal, contribuindo para a redução do impacto ambiental associado ao uso de plásticos, especialmente no que toca à proteção dos ambientes marinhos.

Palavras-chave: cápsulas biodegradáveis, cápsulas hidrossolúveis, higiene sem plástico, embalagens sustentáveis, biotecnologia azul, cosméticos ecológicos, proteção dos oceanos

Abstract

The consumption of personal hygiene products largely relies on plastic packaging, such as shower gel bottles, which have a significant environmental impact. A large portion of this waste ends up in aquatic ecosystems, contributing to the growing issue of ocean pollution. In response to this problem, the **clea** project proposes a sustainable solution: **biodegradable and water-soluble shower gel capsules**, designed to eliminate the need for conventional packaging, reducing waste without compromising effectiveness or convenience.

The capsules were developed using natural biopolymers, primarily sodium alginate – a compound extracted from marine algae, highlighting the potential of blue biotechnology in creating eco-friendly solutions. Their production involved an external gelation technique in a calcium chloride solution.

To assess the performance of the capsules, water solubility tests were conducted. The results showed that the capsules dissolved effectively without leaving visible residues, allowing the gel to perform as expected, confirming the viability of the solution.

It is concluded that **clea** capsules have strong potential as an ecological and functional alternative for personal hygiene, contributing to the reduction of plastic-related environmental impact, particularly regarding the protection of marine environments.

Keywords: biodegradable capsules, water-soluble capsules, plastic-free hygiene, sustainable packaging, blue biotechnology, eco-friendly cosmetics, ocean protection

2. Introdução



A poluição plástica é atualmente um dos principais desafios ambientais globais. Estima-se que sejam produzidas cerca de 300 milhões de toneladas de plástico por ano, das quais uma parte substancial acaba nos oceanos prejudicando a vida marinha e a saúde dos ecossistemas aquáticos [1].

No setor da higiene pessoal, consomem-se anualmente, só na Europa, cerca de 900 milhões de embalagens de gel de banho – muitas de uso único e descartadas rapidamente [2].

Este elevado consumo de embalagens descartáveis torna este setor um dos grandes contribuintes para o problema da poluição plástica. Frascos de gel de banho, champô e outros recipientes constituem uma fração significativa dos resíduos plásticos domésticos [3].

Face a este cenário, torna-se imperativo encontrar soluções que promovam uma transição para produtos mais sustentáveis e amigos do ambiente. Nos últimos anos, têm surgido propostas inovadoras baseadas em materiais biodegradáveis, capazes de substituir o plástico convencional sem comprometer a funcionalidade dos produtos, mas ainda nenhuma respondeu às necessidades do consumidor [4]. É neste contexto que surge o projeto **clea**, que tem como principal objetivo o desenvolvimento de cápsulas de gel de banho biodegradáveis, capazes de se dissolver em contacto com a água e de garantir a mesma eficácia na limpeza da pele, comparativamente aos produtos tradicionais.

Para a concretização deste projeto, recorreu-se a biotecnologia azul, utilizando biopolímeros de origem natural, como o alginato de sódio, e a técnicas de gelificação adaptadas à produção de cápsulas estáveis. Através da realização de diversos ensaios laboratoriais, procurou-se avaliar a viabilidade destas cápsulas enquanto solução prática e ecológica, tendo em conta parâmetros como a solubilidade e a experiência do utilizador.

Acreditamos que a *clea* representa uma abordagem promissora para a redução do impacto ambiental associado ao setor da higiene pessoal, protegendo os ecossistemas aquáticos e demonstrando o valor da biotecnologia inspirada nos oceanos [5].

3. Materiais / Métodos



3.1. Materiais

Para o desenvolvimento experimental das cápsulas de gel de banho, foram utilizados os seguintes materiais/reagentes: alginato de sódio, cloreto de cálcio, gel de banho comercial e água destilada. Todos os reagentes, assim como o material de laboratório, foram gentilmente fornecidos pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

Para a manipulação e preparação das soluções, recorreu-se a equipamento laboratorial, como colher de medição, pipetas de Pasteur, gobelés, balões volumétricos, balança analítica, agitador magnético, agitador de pás, espátulas, placa de aquecimento, tina de vidro, vidro de relógio e frascos de vidro. Todos os reagentes utilizados foram de grau analítico e as soluções foram preparadas com água destilada.

3.2. Desenvolvimento das cápsulas de gel de banho

3.2.1. Preparação das soluções

A solução de alginato de sódio (5%) foi feita dissolvendo o alginato em água destilada e colocando o gobelé com a solução num banho-maria, posicionado sobre uma placa de aquecimento e de agitação. No banho-maria, foi utilizado um agitador magnético para garantir o movimento uniforme da água, e assim, a uniformidade da temperatura [Fig. 1]. Já o gobelé continha um agitador de pás para acelerar a dissolução, garantindo que a mistura ficasse homogênea e sem grumos.

Após a preparação da solução de alginato de sódio, esta foi misturada com gel de banho numa proporção de 1:1. A mistura foi realizada com cuidado para evitar a formação de bolhas, garantindo que a solução ficasse homogênea e bem incorporada. A solução de cloreto de cálcio (2%) foi preparada dissolvendo o mesmo em água, com a ajuda de um balão volumétrico [Fig. 2].



Fig. 1 - Preparação da solução de alginato de sódio.



Fig. 2 - Preparação da solução de cloreto de cálcio.

3.2.2. Formação das Cápsulas

A solução contendo o gel de banho foi então extrudada, utilizando uma colher de medição, para uma tina de vidro contendo a solução reticulante [Fig. 4]. Esta técnica permitiu padronizar o formato das cápsulas, garantindo que fossem esféricas e de tamanho uniforme. Ao entrar em contacto com a solução de cloreto de cálcio, ocorreu uma reação de gelificação externa, formando uma membrana sólida ao redor do gel de banho, resultando na criação das cápsulas [Fig. 3].

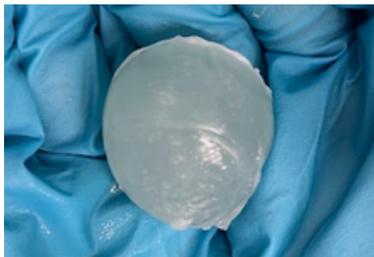


Fig. 3 - Cápsulas *clea*.



Fig. 4 - Reticulação das cápsulas.

3.2.3. Lavagem das Cápsulas

Após 15 minutos em reticulação, as cápsulas foram cuidadosamente retiradas da solução de cloreto de cálcio e colocadas num recipiente com água destilada para remover qualquer excesso de cloreto de cálcio. Este processo garantiu que as cápsulas não ficassem contaminadas com o agente gelificante.

3.2.4. Secagem e Armazenamento

As cápsulas foram colocadas sobre toalhetes de papel para a secagem das mesmas, permitindo a perda de humidade sem comprometer a sua estrutura. Por fim, foram armazenadas em frascos de vidro.

3.3. Observação e Avaliação das Cápsulas

As cápsulas foram acompanhadas ao longo de vários dias para avaliar a sua estabilidade, resistência e alterações visuais ao longo do tempo. Foram registadas observações relativas à sua textura, forma, secagem e facilidade de manuseamento em diferentes fases da sua evolução, permitindo recolher dados relevantes para o desenvolvimento de formulações mais robustas.

4. Resultados



4.1. Análise dos Resultados Experimentais

Os testes realizados demonstram a eficácia e viabilidade das cápsulas *clea* como alternativa sustentável ao gel de banho convencional.

Verificou-se que as cápsulas se dissolvem totalmente em água, num curto espaço de tempo e sem deixar resíduos, libertando o gel de banho no seu interior, o que confirma a sua funcionalidade no uso diário.

Quanto à eficácia cosmética, os ensaios indicaram que o gel libertado pelas cápsulas funciona como esperado, não havendo alterações na sua utilização e composição.

Em síntese, os dados confirmam que as cápsulas *clea* conciliam funcionalidade e sustentabilidade, sendo uma opção viável e ecológica para a higiene pessoal.

4.2. Fator Diferenciador

Ao contrário do gel sólido, muitas vezes evitado pela textura, as cápsulas de gel de banho oferecem uma experiência sensorial idêntica à do gel líquido, com uma utilização simples e sem plástico. Totalmente solúveis e acondicionadas em materiais sustentáveis, representam uma solução única no mercado, aliando inovação, conforto e responsabilidade ambiental.

4.3. Conclusão

As cápsulas *clea* revelaram-se uma solução eficaz e prática, dissolvendo-se rapidamente sem deixar resíduos e libertando o gel de banho, funcionando da mesma forma que o convencional.

Os resultados obtidos validam o seu potencial como alternativa sustentável ao gel de banho tradicional.

Substituir frascos de gel de banho por cápsulas *clea* pode evitar até 1 kg de plástico por utilizador/ano

1kg

Potencial de redução de até 90% no uso de embalagens plásticas individuais

90%

5. Agradecimentos



Contribuições

Agradecemos à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) e às investigadoras Isabel Martins e Yaidelin Manrique pelo apoio, orientação e disponibilidade demonstrados ao longo do projeto.

À Professora Isabel Allen, agradecemos não só a oportunidade proporcionada, como também o incentivo e a orientação constantes ao longo do nosso percurso escolar. Estendemos ainda o nosso reconhecimento a todos os docentes que nos acompanharam academicamente, a quem este trabalho é igualmente dedicado.

Fig. 5 - Equipa *clea*



6. Referências Bibliográficas

[1] Geyer, R. et al. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. Science Advances.

[2] European Commission. (2020). Packaging waste statistics. Eurostat.

[3] Plastic Soup Foundation. (2021). Cosmetics and Plastic Packaging.

[4] European Bioplastics. (2023). Biodegradable materials for sustainable solutions.

[5] Ellen MacArthur Foundation. (2019). Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change.
