



## **Projeto Anual 12º Ano - Biologia**

Escola Secundária da Maia



Afonso Maia Vila  
André Vieira Marques  
Diogo Vieira Marques

Ano letivo 2024-2025



# Índice

<b>Resumo</b>	2
<b>Abstract</b>	3
<b>Introdução</b>	4
<b>Materiais e métodos</b>	5
<b>Resultados</b>	8
<b>Discussão/Conclusão</b>	9
<b>Considerações finais</b>	10
<b>Agradecimentos</b>	10
<b>Tabela de custos</b>	10
<b>Referências bibliográficas</b>	11



## Resumo

---

Os plásticos são, atualmente, uma das maiores fontes de poluição, sendo encontrados, praticamente, em todos os lugares e acumulando-se no meio ambiente sob a forma de microplásticos (MPs) (Montagner et al., 2021), pondo em risco muitas espécies devido aos processos de bioacumulação e bioamplificação.

Os blisters farmacêuticos convencionais são constituídos, geralmente, por plástico e alumínio, materiais que podem levar centenas de anos para se degradar (da Silva et al., 2020). Estima-se que grandes quantidades de blisters sejam descartados, anualmente, de forma indevida, representando um desafio ambiental e uma ameaça para os ecossistemas.

Este projeto teve como objetivos desenvolver um blister farmacêutico biodegradável com o intuito de sensibilizar as indústrias farmacêuticas para a problemática da poluição por MPs, diminuir os resíduos gerados pelos plásticos convencionais e promover uma economia circular. O desenvolvimento do filme assenta numa abordagem de sustentabilidade, que consiste em criar um filme biodegradável constituído por quitina, extraída de cascas de camarão, um subproduto da indústria e processamento de marisco.

A metodologia envolve a extração da quitina através de processos específicos (Pereira et al., 2024, pp.21-22) que, posteriormente, será desacetilada e convertida em quitosano (AL-Manhel et al., 2021). Na fase seguinte, será produzido o bioplástico pelo método Solvent Casting. Por fim, o blister será caracterizado quanto à sua resistência, solubilidade em água e biodegradabilidade.

Os resultados esperados são produzir um blister biodegradável eficiente, que mantenha a integridade física e química do medicamento.

**Palavras-Chave:** microplásticos; filme biodegradável; quitosano; blister farmacêutico



## Abstract

---

Currently, plastics are one of the largest sources of pollution and are found almost everywhere, accumulating in the environment in the form of microplastics (MPs) (Montagner et al., 2021), endangering many species due to the processes of bioaccumulation and biomagnification. Conventional pharmaceutical blisters are usually made of plastic and aluminum, materials that can take hundreds of years to degrade (da Silva et al., 2020). It is estimated that large amounts of blisters are improperly discarded each year, representing an environmental challenge and a threat to ecosystems.

The objectives of this project were to obtain a biodegradable pharmaceutical blister, so that at the end of its use it decomposes completely, raise awareness among the pharmaceutical industries about the issue of pollution caused by microplastics, reduce the waste generated by conventional plastics, and promote a circular economy. To achieve this, a sustainable approach is intended, which consists of creating a biodegradable film made from chitin, extracted from shrimp shells, an important by-product of the crustacean processing industry. To achieve this, a sustainable approach is proposed, which consists of creating a biodegradable film made from chitin, extracted from shrimp shells. The methodology involves extracting chitin through specific processes (Pereira et al., 2024, pp.21-22), which will subsequently be deacetylated and converted into chitosan (Al-Manhel et al., 2021). In the next phase, the bioplastic will be produced using the Solvent Casting method. Finally, the blister will be characterized in terms of resistance, water solubility, and biodegradability. The expected results are to produce an efficient biodegradable blister that maintains the physical and chemical integrity of the medication.

**Keywords:** microplastics; biodegradable film; chitosan; pharmaceutical blister

## Introdução

---

Atualmente, a preocupação ambiental e a sustentabilidade passaram a ser dois focos fundamentais para as sociedades contemporâneas.

Os plásticos são materiais poliméricos sintéticos leves, impermeáveis e duráveis que podem ser formulados para serem rígidos ou flexíveis, transparentes ou coloridos e apresentam baixo custo. Por tantas vantagens são, amplamente empregados em todos os setores da sociedade moderna (Montagner et al., 2021), incluindo a indústria farmacêutica.

Este sector está em permanente desenvolvimento de novos medicamentos, contribuindo, consideravelmente, para o aumento da qualidade e da esperança média de vida das pessoas. Com o envelhecimento da população há um aumento da probabilidade de aparecimento de doenças e de consumo de medicamentos. Dados da Valormed indicam que em 2023, foram colocadas no mercado português cerca de 325 milhões de unidades de embalagens para uso humano e cerca de 8 091 465 de unidades para uso veterinário (Valormed., 2023, pp.13). Este volume corresponde a um potencial de resíduos de embalagens gerado de 5.832,903 toneladas (Valormed., 2023, pp.13). No entanto, no mesmo ano, apenas foram recolhidas nas farmácias aderentes um total de 871,111 toneladas de resíduos de embalagens provenientes do Subsistema das Farmácias Comunitárias e do Subsistema Veterinário (Valormed., 2023, pp.21). Estima-se que grandes quantidades de blisters sejam descartados, anualmente, de forma indevida em todo o mundo, representando um desafio ambiental enorme, já que muitos desses produtos são constituídos, geralmente, por plástico e alumínio, materiais que podem levar centenas de anos para se degradarem. Infelizmente, durante esse tempo, estes resíduos vão-se fragmentando e vão-se acumulando sob a forma de microplásticos, (MPs), gerando um problema ainda mais complexo e uma ameaça relevante para o meio ambiente e para a saúde humana, devido aos processos de bioacumulação.

Atualmente, nas sociedades contemporâneas tem-se verificado uma crescente preocupação com as questões ambientais, e a poluição plástica é amplamente

discutida. Os produtos de plástico de uso único são de grande importância nessa temática devido ao curto período de utilização e à sua natureza descartável.

O desenvolvimento de materiais alternativos mais sustentáveis é necessário para combater a poluição ambiental, gerada pelo uso abusivo de plásticos, e de recursos naturais. Neste contexto, os biopolímeros adquirem um papel de extrema importância. Na sociedade em que vivemos o desperdício zero é quase impossível. A alternativa é passar de uma economia linear para uma economia circular, onde os resíduos são vistos como recursos.

Este projeto pretende explorar o potencial dos subprodutos da indústria pesqueira, especificamente, o exoesqueleto dos crustáceos, ricos em quitina. A quitina, o nome usual para o polímero poli ( $\beta$ -(1-4)-N-acetil-Dglicosamina), é considerada o polissacarídeo mais abundante na natureza depois da celulose. É comumente encontrado em exoesqueletos de crustáceos, paredes celulares de fungos e na cutícula do inseto, onde atua como elemento de suporte (Lucas et al., 2021). Da quitina é possível a obtenção do quitosano, um biopolímero promissor em diversas áreas, como a farmacêutica, devido às suas propriedades: biocompatibilidade, biodegradabilidade, antimicrobiana, não toxicidade e propriedades funcionais.

## Material e Métodos

---

### 1. Processo de obtenção da quitina

A quitina foi isolada pela primeira vez por Henri Braconnot em 1811 quando estudava as substâncias derivadas do *Agaricus volvaceus* e outros fungos, atribuindo-lhe a denominação inicial de fungina (Pinto, 2005).

O processo de obtenção de quitina é realizado em duas etapas, a desproteinização e a desmineralização de acordo com metodologia de Pereira et al., (2024) com algumas modificações. Estas etapas não têm de seguir, obrigatoriamente, esta ordem específica, podendo ser invertidas.

#### 1.1 Pré-tratamento

As cascas de camarão (fig.1) foram, previamente, lavadas em água corrente para retirar sujidades e restos de matéria orgânica. De seguida, foram desidratadas em estufa a 80 °C durante 24 horas (fig.2) e, posteriormente, trituradas num robot de cozinha (fig.3).



fig.1- cascas de camarão



fig.2- secagem em estufa



fig.3- cascas trituradas

## 1.2 Desmineralização e desproteíntização

Na etapa de desmineralização foram colocadas 10 g de cascas de camarão trituradas numa solução de 150 mL de ácido cítrico 2M em agitação constante a 70 rpm a uma temperatura de 60 °C durante 72 h. (fig.4)

Na etapa de desproteíntização, as cascas desmineralizadas foram tratadas com uma solução de 100 mL de NaOH 1.5M sob constante agitação a 300 rpm durante 1 h a 60°C, cujo resultado está apresentado na figura 5.

A solução final foi filtrada e neutralizada com água deionizada até atingir um pH~7. A amostra de quitina extraída foi seca numa estufa a 60 °C.

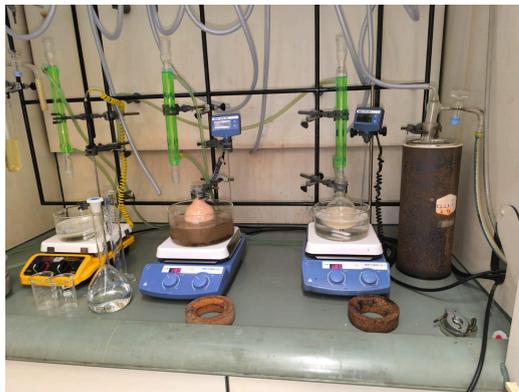


Fig.4- Desmineralização



Fig.5- Desproteíntização

## 2. Processo de obtenção do quitosano

O quitosano foi obtido pela primeira vez em 1859 por Rouget, quando tratava quitina com uma solução quente de hidróxido de potássio (Pinto., 2005). O quitosano é obtido a partir da desacetilação da quitina. Neste trabalho, seguiu-se a metodologia de Gonçalves (2023), tendo sido preparadas duas soluções de quitina em NaOH 50% em duas proporções diferentes, tal como representado na figura nº 6. Na solução A (1:10 m/v) dissolveu-se 5 g de quitina em 50 mL de solução de NaOH 50%; na solução B (1:10 m/v) colocou-se 1g de quitina em 50 mL de solução de NaOH 50%.



Fig.6- Soluções A e B de quitina em NaOH 50%

## 3. Produção dos filmes de quitosano

Os filmes foram elaborados pelo método *Solvent Casting*, que consiste em colocar a solução do filme numa superfície lisa e deixar secar por evaporação até solidificar.

Numa primeira abordagem usou-se o glicerol como plastificante. De acordo com o protocolo de Gonçalves (2023), num matraz dissolveu-se 1 g de quitosano e 0,30 g de glicerol em 100 mL de solução de ácido acético glacial 1% (v/v), (fig.7) Após agitação constante até completa dissolução e remoção das bolhas de ar com recurso a um banho de ultrassons, 40 mL da solução foi vertida para um molde de silicone (10 cm diâmetro). As amostras foram deixadas a secar numa estufa com ventilação de ar forçado a 42 °C, até ficarem completamente secos (mínimo de 10 horas).



fig.7- dissolução do quitosano

Numa segunda abordagem, removeu-se o glicerol na produção do biofilme, tendo-se repetido o procedimento anterior.

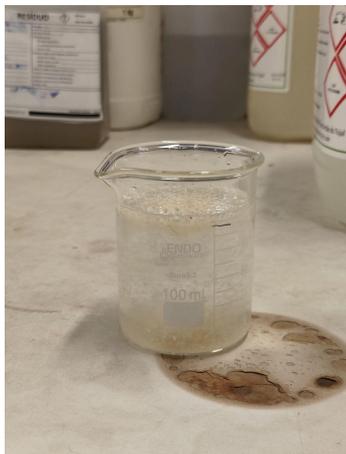


fig.8- Dissolução do quitosano sem glicerol

## Resultados

Preparação das soluções					Resultados	
	Massa do quitosano (grama)	Massa do glicerol (grama)	Volume da solução filmogénica por molde	Tipo de recipiente	Após 10 h, (estufa a 42 °C)	Fotografia do filme de quitosano
Solução 1 (com glicerol)	1,00+/- 0,01	0,30 +/- 0,01	40 mL	Molde de silicone	-completamente seco; -homogéneo; -maleável; -flexível; -transparente.	
Solução 2 (sem glicerol)	1,00+/-0,01	0,00	40 mL	Molde de silicone	-completamente seco; -homogéneo -maior rigidez, -maleável; -transparente.	

Tabela nº1-Aspetto visual e táctil dos filmes de quitosano com e sem glicerol.

## Discussão/Conclusão

---

Foram produzidos com sucesso filmes de quitosano com e sem plastificante (glicerol). Visualmente, os dois tipos de filmes obtidos apresentaram aparência transparente, semelhante a um plástico sintético.

Com base nos resultados apresentados na tabela 1, foi possível verificar que a adição de glicerol resultou em filmes mais maleáveis, comparativamente aos filmes sem glicerol, que apresentaram maior rigidez.

Constatou-se que os filmes que continham glicerol, apesar de adquirirem a forma convencional do blister pelo método de compressão, usando uma mola, têm tendência a deformar-se quando se aplica força no filme, por apresentarem elevada flexibilidade (fig.9).

Relativamente, aos filmes de quitosano sem glicerol, estes rasgaram no processo de moldagem por compressão (fig.10), por apresentarem mais rigidez, comparativamente, aos filmes de quitosano com adição de glicerol.

Tendo em conta os resultados obtidos sugere-se para continuidade deste projeto:

- a necessidade de ajustes na formulação do filme no sentido de otimizar a quantidade de glicerol adequada para a produção do blister.
- a realização de testes de caracterização da resistência mecânica, solubilidade em água e biodegradabilidade, de modo a melhorar as suas propriedades e tornar viável a sua aplicação como blister farmacêutico biodegradável e sustentável.



fig.9-protótipo do blister do filme de quitosano com glicerol



fig.10-protótipo do blister do filme de quitosano sem glicerol

## Considerações finais

---

O mercado global do quitosano foi avaliado em 1,94 mil milhões de dólares em 2024 e deve atingir os 5,43 mil milhões de dólares até 2032 (Data Bridge.,2025)

No entanto, para o tornar competitivo a larga escala é necessário otimizar os processos de extração e purificação associados à produção de quitosano que implicam ainda, alguma complexidade, podendo elevar os seus custos de produção. Mas é inegável que o quitosano apresenta diversas vantagens que o tornam um material promissor para uma variedade de aplicações, em diversos setores da sociedade, graças à sua biocompatibilidade, biodegradabilidade, não toxicidade e propriedades antimicrobianas.

## Tabela de custos

---

<b>Material</b>	<b>Custo (euros)</b>
Molde de silicone	5
Glicerol (0,30g)	4,40
Quitosano (1,00g)	5,99

## Agradecimentos

---

Gostaríamos de expressar o nosso agradecimento à Professora Doutora Andreia Peixoto, docente e investigadora na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e à sua aluna Inês Marques pela orientação na realização deste projeto e ajuda no processo de extração da quitina. Agradecemos também à Professora Doutora Elsa Vieira, Docente e Investigadora no LAQV/REQUIMTE- ISEP-IPP, com quem passamos grande parte do tempo, e cuja colaboração foi fundamental na produção dos filmes de quitosano e no desenvolvimento do protótipo do blister. Por último, estamos a terminar mais uma etapa do nosso percurso escolar, e não podemos deixar de agradecer à nossa Professora de Biologia Luísa Santos (Escola Secundária da Maia) pela sua total disponibilidade e pela partilha dos seus conhecimentos, contribuindo significativamente para o nosso desenvolvimento pessoal.

## Referências bibliográficas

---

Agência Portuguesa do Ambiente. (n.d.). *Microplásticos*. Agência Portuguesa do Ambiente. Recuperado em 20 de março de 2025, de <https://apambiente.pt/residuos/microplasticos>

Agência Europeia do Ambiente. (2022, outubro 14). *Os plásticos são uma preocupação ambiental e climática crescente: Como pode a Europa reverter esta tendência?* Agência Europeia do Ambiente. <https://www.eea.europa.eu/pt/highlights/os-plasticos-sao-uma-preocupacao-ambiental>

Al-Manhel, A. J., Al-Hilphy, A. R. S., & Niamah, A. K. (2018). Extraction of chitosan, characterisation and its use for water purification. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.04.001>

apifarma.(2023).*Boletim de Conjuntura*. [Boletim Conjuntura-Dezembro-2023.pdf](#)

Autoria SCIMAGO INSTITUTIONS RANKINGS. (2021). Microplásticos: Ocorrência Ambiental e Desafios Analíticos. *Química Nova*, 44(10). <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170791>

da Silva, L. A., Sulareviscz, A. R., Sczcepanski, B., Calderari, M. V. A., Haile, O., Wosiack, P. A., & Barbosa, V. (2020). O potencial contaminante do descarte incongruente de blister farmacêutico: soluções ambientais. *Visão Acadêmica*, 21(3). <https://doi.org/10.5380/acd.v21i3.76349>

Gonçalves, F. I. T. (2023). *Compostos bioativos de resíduos de cascas de camarão: o seu potencial e incorporação em produtos de valor acrescentado* (Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto). Universidade do Porto.

[https://www.researchgate.net/publication/352906002\\_MICROPLASTICOS\\_OCORRENCIA\\_AMBIENTAL\\_E\\_DESAFIOS\\_ANALITICOS](https://www.researchgate.net/publication/352906002_MICROPLASTICOS_OCORRENCIA_AMBIENTAL_E_DESAFIOS_ANALITICOS)

[IF em Numeros 2021.pdf](#)

Lucas, A.J.S., Oreste, E.Q., Costa, H.L.G., López, H.M., Saad, C.D.M., Prentice, C. (2021). *Extraction, physicochemical characterization, and morphological properties of chitin and chitosan from cuticles of edible insects*. Science Direct. [Extração, caracterização físico-química e propriedades morfológicas de quitina e quitosana de cutículas de insetos comestíveis - ScienceDirect](#)

Machado, M. L. Q. (2021). *Síntese e caracterização de biofilme à base de quitosana e glicerol para aplicação em embalagens de alimentos* (Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé). Universidade Federal do Pampa. [TCCII\\_MARIA LAURA Q. MACHADO.pdf](#)

Montagner, C. C., Dias, M. A., Paiva, E. M., & Vidal, C. (2021). Microplásticos: Ocorrência ambiental e desafios analíticos. *Química Nova*, 44(10), 1328–1352. <https://quimicanova.sbq.org.br/pdf/RV2021-0062>

OECD. (2022, fevereiro 17). *Plastic pollution is growing relentlessly as waste management and recycling fall short*. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. <https://www.oecd.org/en/about/news/press-releases/2022/02/plastic-pollution-is-growing-relentlessly-as-waste-management-and-recycling-fall-short.html>

OECD. (n.d.). *OCDEArquivo temporário da OCDE*. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. <https://www.oecd.org/en/about/news/press-releases/2022/02/plastic-pollution-is-growing-relentlessly-as-waste-management-and-recycling-fall-short.html>

Pereira, J. G., Ravasco, J. M. J. M., Bustillo, L., Marques, I. S., Kao, P.-Y., Li, P.-Y., Lin, Y.-C., Rodrigues, T., Bonifácio, V. D. B., Peixoto, A. F., Afonso, C. A. M., & Gomes, R. F. A. (2024). *Active learning identifies a scalable conversion of chitin to 3-acetamido-5-acetilfurano*. *Green Chemistry*. Royal Society of Chemistry.d4gc04280h1.pdf

Pinto, L., 2005, *Síntese e Estudo de Derivados do Quitosano com Potencial Interesse Biológico e Ambiental*, Departamento de Química, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/64059>

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. (2021). *Da poluição à solução: uma análise global sobre lixo marinho e poluição plástica*. <https://www.unep.org/pt-br/resources/da-poluicao-solucao-uma-analise-global-sobre-lixo-marinho-e-poluicao-plastica>

Público. (2018, Setembro 21). [Só 17% das embalagens e restos de medicamentos foram entregues nos locais adequados | Resíduos | PÚBLICO](#)

Ruchir Priyadarshi, Jong-Whan Rhim. (2020, June). *Chitosan-based biodegradable functional films for food packaging applications*. *ScienceDirect*, Volume 62 [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856420302927?casa\\_token=HjrjBb7-6l8AAAAA:8lbnaxzP1v3e4eBSumnAb43SlbFbHpBQS04eL\\_8TZ1vPny53dBaPsvruJxqlylGolwSi6QIH0g](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856420302927?casa_token=HjrjBb7-6l8AAAAA:8lbnaxzP1v3e4eBSumnAb43SlbFbHpBQS04eL_8TZ1vPny53dBaPsvruJxqlylGolwSi6QIH0g)

UNEP. (2021). *From pollution to solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution*. United Nations Environment Programme.

<https://www.unep.org/resources/report/from-pollution-solution-global-assessment-marine-litter-and-plastic-pollution>

Valormed. (2023). *Relatório de actividades 2023 - Resumo* (pp.13,pp.21).  
<https://valormed.pt/inst/wp-content/uploads/2023/04/Relatorio-de-Actividades-2023-Resumo.pdf>

[41 % dos resíduos de embalagens de plástico reciclados em 2022 - Artigos noticiosos - Eurostat](#)

<https://www.google.com/url?q=https://www.databridgemarketresearch.com/pt/reports/global-chitosan-market&source=gmail&ust=1748695753340000&usg=AOvVaw3LtGfp8wdwfiqjWPIYpUHQ>

<https://www.databridgemarketresearch.com/pt/reports/global-pharmaceutical-blister-packaging-market>

