

# RECURSOS ENDÓGENOS FLORESTAIS NA OBTENÇÃO DE PIGMENTOS NATURAIS

Os recursos florestais endógenos, como os cogumelos silvestres, destacam-se pelo seu potencial como fonte sustentável de compostos bioativos e pigmentos naturais com aplicações industriais diversificadas. A sua valorização exige práticas seguras e inovadoras enquadrando-se numa lógica de economia circular e sustentabilidade. Neste contexto, projetos como o BioDyes impulsionam o desenvolvimento de biopigmentos através de abordagens biotecnológicas, promovendo alternativas ecológicas aos corantes sintéticos.

Laura Grácio<sup>1,2</sup>, Devsankar Sunilkumar<sup>1</sup>, Marta Leite<sup>1,3</sup>,  
Andreia Freitas<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



<sup>2</sup> Faculdade de Ciências, Universidade do Porto



<sup>3</sup> LAQV-REQUIMTE, Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto



## Introdução

Os recursos endógenos florestais têm vindo a assumir um papel crescente na valorização sustentável de matérias-primas naturais, destacando-se os cogumelos silvestres como uma fonte promissora de compostos bioativos e pigmentos naturais. Inseridos em ecossistemas de elevada biodiversidade, os cogumelos apresentam uma composição rica em nutrientes, incluindo vitaminas, minerais, proteínas e polissacarídeos, bem como diversas moléculas com propriedades bioativas, como compostos antioxidantes e anti-inflamatórios. Para além do seu valor nutricional e potencial farmacológico, os cogumelos silvestres contêm pigmentos naturais que podem ser explorados em diferentes aplicações, nomeadamente nas indústrias alimentar, farmacêutica, cosmética e têxtil. Estes pigmentos, frequentemente associados a compostos fenólicos e outros metabolitos secundários, contribuem não só para a coloração, mas também para as suas propriedades funcionais, como a atividade antioxidante, reforçando o seu interesse enquanto alternativas naturais a corantes sintéticos.

A valorização destes recursos exige, no entanto, uma abordagem integrada ao longo da cadeia de valor, desde a colheita até à comercialização. A implementação de boas práticas de recolha, identificação correta das espécies e controlo de qualidade são fundamentais para garantir a sustentabilidade do processo. Paralelamente, o desenvolvimento de tecnologias inovadoras de processamento e extração permite maximizar o aproveitamento dos compostos de interesse, incluindo pigmentos naturais.

Neste contexto, a exploração de cogumelos silvestres enquanto fonte de pigmentos naturais enquadra-se numa perspetiva de economia circular e desenvolvimento sustentável, promovendo a utilização de recursos locais, a inovação biotecnológica e a criação de novos produtos de valor acrescentado. Simultaneamente, contribui para a valorização sustentável dos recursos florestais endógenos e para a sensibilização do público quanto ao seu potencial.

## Cogumelos silvestres e pigmentos naturais

Os cogumelos silvestres desempenham um papel essencial no ecossistema florestal. Atuam como “recicladores” naturais, contribuindo para a decomposição da matéria orgânica, para a estabilização dos solos e, em alguns casos, para a degradação de determinados poluentes. Nas últimas décadas, a sua integração na dieta humana tem vindo a aumentar, dado que os cogumelos constituem uma fonte rica em proteínas e vitaminas, apresentando simultaneamente baixo valor calórico (Magalhães, 2024).

Em Portugal, estão identificadas mais de 2000 espécies de cogumelos, sendo as regiões montanhosas e húmidas as mais propícias à sua ocorrência. No entanto, algumas destas espécies são consideradas tóxicas ou potencialmente letais e, devido à sua semelhança com espécies comestíveis, podem ser consumidas por engano, originando intoxicações graves e, em alguns casos, a morte. O número destes casos tem vindo a aumentar, sobretudo devido à falta de conhecimento no período de colheita dos cogumelos, frequentemente associada ao autoconsumo recreativo ou tradicional (Magalhães, 2024). Em 2023, o Centro de Informação Antivenenos recebeu mais de 27 mil chamadas das quais parte significativa é relacionada com a ingestão de espécimes silvestres (Instituto Nacional de Emergência Médica, 2024). Uma forma de mitigar estes acidentes, para além da sensibilização da população, passa pela recolha controlada destas espécies, promovendo maior segurança e a sua valorização para além do papel ecológico que desempenham, nomeadamente no âmbito da produção de biopigmentos.

As espécies de cogumelos apresentam uma ampla diversidade cromática. Quimicamente, os fungos desenvolvem vias metabólicas únicas para a síntese de pigmentos complexos, dos quais se destacam os seguintes metabolitos:

- Carotenoides: também encontrados nas cenouras, tem como principal função proteger o ADN contra possíveis danos da radiação ultravioleta. Estes conferem tons entre os amarelos e vermelhos (Figura 1).

- Antraquinonas: atuam como compostos de defesa contra predadores, devido às suas propriedades tóxicas para insetos e mamíferos. Em geral, conferem colorações mais intensas e são muito utilizadas na indústria têxtil, uma vez que apresentam elevada estabilidade química. Estes compostos estão associados, em particular, a tonalidades vermelhas e púrpuras (Figura 2).
- Terfenilquinonas: atuam como bloqueadores enzimáticos de competidores ou predadores, ajudam no processo ou isolamento de metais pesados no solo e são os responsáveis pelos tons verdes a azuis (Figura 3).
- Betalainas: utiliza tons amarelos e vermelhos extremamente vibrantes como aviso de toxicidade e como atração para moscas e insetos como meio de propagação dos esporos (Figura 4).

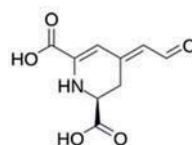


Figura 1 – Ácido betalâmico, o núcleo característico das betalainas.

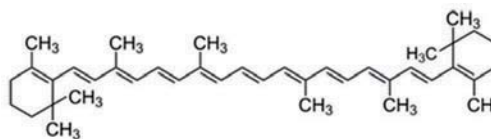


Figura 2 – Betacaroteno, um dos principais carotenoides.

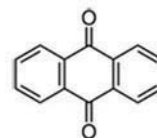


Figura 3 – Estrutura molecular de uma antraquinona.

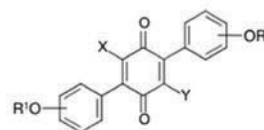


Figura 4 – Estrutura química geral das terfenilquinonas.

Para além destes metabolitos, diversos fatores intrínsecos dos cogumelos podem influenciar a coloração que apresentam. A sensibilidade ao pH, por exemplo, pode alterar significativamente essa coloração em função das condições do meio. Outro fator relevante é a reação de oxidação, dado que alguns cogumelos, quando expostos ao oxigénio, desenvolvem uma coloração azul, a qual pode funcionar, na natureza, como mecanismo de defesa contra herbívoros (Velíšek & Cejpek, 2011). Por sua vez, os fatores extrínsecos também assumem particular relevância, nomeadamente a acumulação de metais no solo, a disponibilidade de nutrientes, os sais minerais e a quantidade de água disponível.

### Metodologias de extração de pigmentos naturais de cogumelos

A extração de pigmentos naturais é utilizada há muitos anos. Atualmente, somente nos países em desenvolvimento é que esta prática continua ativa e, em alguns sítios, considerada como cultural.

A escolha do método é influenciada pela cor pretendida. Este pode variar desde uma simples extração com água quente, frequentemente utilizada de forma artesanal, até metodologias mais avançadas que permitem tornar o processo mais rápido e rentável, mantendo o enquadramento nos princípios da química verde e da sustentabilidade ambiental. A Tabela 1 apresenta a relação entre os pigmentos desejados e as metodologias de extração mais adequadas encontradas na literatura.



### Projeto BioDyes: inovação em biopigmentos

O projeto BioDyes tem o intuito de investigar, desenvolver e aplicar novas soluções para o tingimento e estampagem têxtil através da produção, isolamento e purificação de biopigmentos. Utiliza processos metabólicos bacterianos e fúngicos de forma económica e sustentável, através de práticas verdes, com direta redução do impacte ambiental. O seu principal objetivo é a obtenção de uma vasta paleta de cores a partir do sistema CMYK (ciano, magenta, amarelo e preto) para o tingimento e estampagem de fibras naturais e sintéticas. Esta solução caracteriza-se pela elevada biodegradabilidade com impacto na redução da contaminação dos efluentes industriais e sem riscos para a saúde humana.

Os objetivos específicos do projeto incluem investigar, desenvolver e estabelecer uma nova abordagem biotecnológica para a obtenção dos biopigmentos através de processos metabólicos bacterianos e fúngicos, bem como alcançar a reprodutibilidade e alargar a escalas industriais (BioDyes, 2025).

**Tabela 1 – Métodos de extração de pigmentos**  
(adaptado de Bechtold & Mussak, 2009; Velíšek & Cejpek, 2011)

Pigmentos	Metodologia	
Betalainas (Amarelos e Vermelhos vivos)	Água Quente (Decocção)	São altamente hidrossolúveis. A água quente facilita a libertação das moléculas das cavidades celulares sem necessidade de solventes complexos.
Antraquinonas (Vermelhos profundos e Púrpuras)	Etanol/Metanol	Possuem polaridade média. O álcool penetra mais facilmente e estabiliza as moléculas, evitando a sua oxidação prematura.
Carotenoides (Laranjas e Amarelos)	Ultrassons (UAE)	São moléculas sensíveis ao calor e, por isso, o ultrassom rompe as paredes celulares mecanicamente, permitindo a extração a frio e preservando a integridade da cor.
Terfenilquinonas (Verdes e Azuis)	Solventes Orgânicos/ /Ajuste de pH	Muitas vezes estão ligadas a metais ou proteínas. O ajuste de pH liberta o pigmento, enquanto o solvente orgânico garante a sua captura.

O projeto é liderado pela empresa Adalberto Textile Solutions, S.A., pioneira na inovação sustentável na indústria têxtil, que apresenta uma das maiores capacidades de fabrico da Europa e uma integração vertical, desde o fornecimento de matérias-primas até à produção final de vestuário. Estão também inseridas neste projeto quatro entidades multidisciplinares não empresariais do Sistema de I&I (ENESII), nomeadamente o Instituto de Medicina Molecular João Lobo Antunes (IMM), o Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. (INIAV), Laboratório do Estado com competências na área da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural, a Universidade de Lisboa – Faculdade de Arquitetura (FAULisboa) e a Universidade do Minho (UMinho), através do seu Centro para a Ciência e Tecnologia Têxtil (2C2T) (BioDyes, 2025). Através deste projeto, prevê-se um impacto positivo inicial na indústria têxtil, com potencial de aplicação futura noutras áreas de inovação. O projeto BIODyes reúne uma equipa multidisciplinar e complementar, capaz de garantir o desenvolvimento e a implementação sustentável de biopigmentos. 🌱

#### Agradecimento

Este trabalho contou com o apoio da FCT/MCTES (LA/P/0008/2020 DOI 10.54499/LA/P/0008/2020, UIDP/50006/2020 DOI 10.54499/UIDP/50006/2020 e UIDB/50006/2020 DOI 10.54499/UIDB/50006/2020), através de fundos nacionais.

#### Financiamento

Este trabalho foi financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), através do Programa COMPETE 2030 – Programa Temático Inovação e Transição Digital, no âmbito da operação COMPETE2030-FEDER-01480900, integrada no projeto BioDyes – Desenvolvimento de Biopigmentos para Tingimento e Estampagem Sustentáveis. Este trabalho recebeu ainda apoio financeiro da FCT/MCTES (UIDB/50006/2020 DOI 10.54499/UIDB/50006/2020) através de fundos nacionais.

#### Bibliografia

- BioDyes (2025). <https://www.biodyes.pt/> (acedido em 10/04/2026).
- Bechtold, T.; Mussak, R. (Eds.) (2009). *Handbook of natural colorants*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470744970>.
- Instituto Nacional de Emergência Médica (2024). Centro de Informação Antivenenos do INEM recebeu mais de 27 mil chamadas em 2023. <https://www.inem.pt/wp-content/uploads/2024/05/2024-05-07-centro-de-informacao-antivenenos-do-inem-recebeu-mais-de-27-mil-chamadas-em-2023-.pdf> (acedido em 10/04/2026).
- Gill, M.; Steglich, W. (1987). Pigments of fungi (Macromycetes). In: *Progress in the Chemistry of Organic Natural Products* (Vol. 51, pp. 1–317). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-7091-6971-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-7091-6971-1_1).
- Magalhães, M. (2024). 8 espécies de cogumelos venenosos em Portugal. NCultura Notícias. <https://ncultura.pt/8-especies-de-cogumelos-venenosos-em-portugal/> (acedido em 10/03/2026).
- Velíšek, J.; Cejpek, K. (2011). Pigments of higher fungi: A review. *Czech Journal of Food Sciences*, **29**(2):87–102. <https://doi.org/10.17221/524/2010-CJFS>.