

Série E-books SolloAgro

Número 1, 2025

**Biorremediação de áreas
contaminadas com emprego
de fungos do gênero *Pleurotus***

**Cleide Aparecida Bomfeti
Sheila Renata Santos
Maria Paula de Oliveira Santos**

Editores:

Thaís Fagundes Matioli Polisel
Luis Reynaldo Ferracciú Alleoni

Elaboração:

Cleide Aparecida Bomfeti - cleide.bomfeti@ufvjm.edu.br;

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6451716197522417>

Professora da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia (Icet), Laboratório de Análises Biomoleculares

Sheila Renata Santos - sheilaresantos@usp.br;

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1222264792026571>

Pós-doutoranda da Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Ciência do Solo

Maria Paula de Oliveira Santos - mp_oliveira@hotmail.com.br;

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1218760972120529>

Graduada pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia (Icet), Laboratório de Análises Biomoleculares

Catálogo na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

Bomfeti, Cleide Aparecida
Biorremediação de áreas contaminadas com emprego de fungos do gênero *Pleurotus*
[recurso eletrônico] / Cleide Aparecida Bomfeti, Sheila Renata Santos e Maria Paula de
Oliveira Santos. - - Piracicaba : ESALQ/SolloAgro : 2025.
15 p. : il. (Série E-books SolloAgro, n.1)

ISBN: 978-65-87391-80-9
DOI: 10.11606/9786587391809

1. Micorremediação 2. Cogumelos-ostra 3. Solos contaminados 4. Águas poluídas
5. Descontaminação ambiental 6. Elementos potencialmente tóxicos I. Santos, S. R.
II. Santos, M. P. de O. III. Título IV. Série

CDD 628.5

Elaborada por Maria Angela de Toledo Leme - CRB-8/3359

2025

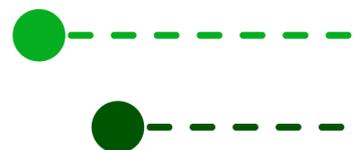


ÍNDICE

1. Introdução	1
2. Biorremediação	2
3. Características gerais dos fungos	3
4. Fungos do gênero <i>Pleurotus</i>	8
4.1. <i>Pleurotus</i> sp. e processos de biorremediação	9
4.2. Biorremediação de elementos potencialmente tóxicos	10
5. Considerações finais	14
6. Referências bibliográficas	15



ESALQ USP



1. Introdução

A biorremediação consiste na utilização de organismos vivos que atuam na decomposição ou mesmo na modificação de determinados poluentes, tornando-os menos tóxicos. Neste contexto, processos de biorremediação com emprego de microrganismos como algas, bactérias e fungos surgem como importantes ferramentas para controle e mitigação ambiental.

Em geral, processos de biorremediação que utilizam fungos, também chamado de micorremediação, consistem no uso de linhagens produtoras de enzimas que quebram compostos de difícil decomposição e os tornam materiais mais simples e inertes. As paredes celulares das células fúngicas também são compostas por polissacarídeos e proteínas com grupos funcionais que ajudam na ligação de poluentes orgânicos e inorgânicos. Além disso, os fungos são excelentes degradadores por possuírem uma extensa rede de hifas, resiliência às mudanças ambientais e proteínas com especificidade de ligação aos metais, além de enzimas extracelulares que são lançadas no ambiente para metabolização e posterior absorção de compostos complexos

Os fungos do gênero *Pleurotus*, também chamados de cogumelos-ostra, são organismos promissores em processos de biorremediação, uma vez que apresentam especificidade para uma vasta gama de substratos e são capazes de atuar nos contaminantes de maneira a alterar suas estruturas. As espécies de *Pleurotus* são fungos degradadores de madeira que produzem corpos de frutificação (cogumelos), muito utilizados como alimento humano, o que torna seu cultivo bastante conhecido.

O gênero *Pleurotus* possui cerca de 200 espécies e é caracterizado por cogumelos que crescem em ambientes tropicais e subtropicais de vários países. *Pleurotus* é capaz de degradar produtos oriundos do petróleo, produtos plásticos, corantes, produtos de limpeza, fármacos e elementos potencialmente tóxicos (EPTs).

Solos contaminados são ambientes potenciais para a remediação com *Pleurotus*, uma vez que esse é seu ambiente natural. As hifas conseguem penetrar extensivamente nos substratos contaminados e propiciam um aumento do contato do fungo com o contaminante presente no solo. A utilização de filtros contendo o micélio do fungo, além de suas enzimas, também contribui para a descontaminação de águas poluídas.

A biorremediação com o fungo *Pleurotus* não está limitada apenas ao uso de células vivas, já que a biomassa seca do fungo e o substrato utilizado para o seu cultivo também podem ser utilizados como produtos na biorremediação.

2. Biorremediação

A biorremediação é um processo no qual organismos vivos, em especial plantas e microrganismos, são usados para reduzir ou remover poluentes ambientais. Esse processo surge como alternativa viável para o tratamento de águas superficiais, subterrâneas, solos e efluentes.

Biorremediação

Processo que utiliza organismos vivos para transformar contaminantes em substâncias de baixa ou nenhuma toxicidade.

O princípio da biorremediação com microrganismos utiliza populações microbianas que possuem habilidade de modificar ou decompor determinados poluentes. Pode-se utilizar a ação e/ou adição de microrganismos endógenos (do mesmo local), assim como provenientes de outros locais ou ainda linhagens geneticamente modificadas. O objetivo é obter níveis de degradação abaixo dos valores estabelecidos pelas agências ambientais reguladoras.

A biorremediação é uma tecnologia limpa, compatível com o ambiente e de baixo custo que pode ser utilizada *in situ* ou *ex situ* e, ainda, pode estar associada a outras técnicas de tratamento (Figura 1).

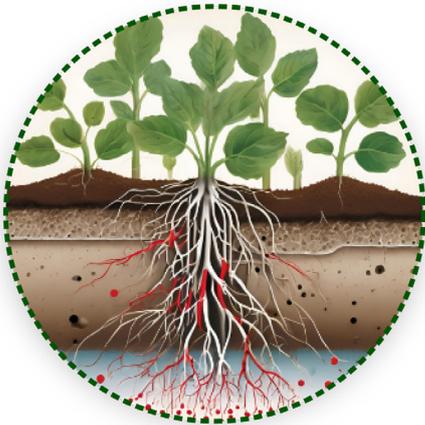
Na técnica *in situ* o material contaminado é tratado no próprio local, apresenta um custo menor e possibilidade de aplicação em áreas maiores. A técnica *ex situ* necessita que o material contaminado seja transportado para um local diferente, onde será tratado. Por isso, é preferível quando há um cenário de alto potencial de propagação da contaminação.



01. In situ

Trata o material contaminado no mesmo local.

Ex: Fitorremediação.



02. Ex situ

Tratamento em local externo ao da origem.

Ex: Biorreatores.



Figura 1 - Biorremediação a partir de processos *in situ* e *ex situ*.

3. Características gerais dos fungos

Os fungos pertencem ao Domínio Eukarya e constituem um grupo extenso e diversificado, formado por leveduras (unicelulares), bolores e cogumelos (multicelulares), agrupados como fungos filamentosos (Figura 2).



(a) Leveduras



(b) Bolores



(c) Cogumelos

Figura 2 - Tipos de fungos.

O corpo de um fungo filamentoso é constituído por longos filamentos de células conectadas, que formam estruturas tubulares, denominadas hifas (Figura 3). Geralmente, as hifas possuem paredes transversais chamadas de septos. Existem também hifas que não possuem septos e são formadas por longas estruturas contínuas, com a presença de vários núcleos. Além disso, nas hifas septadas existem poros entre os septos, que permitem a comunicação e compartilhamento de estruturas a partir de um citoplasma contínuo entre os filamentos adjacentes.

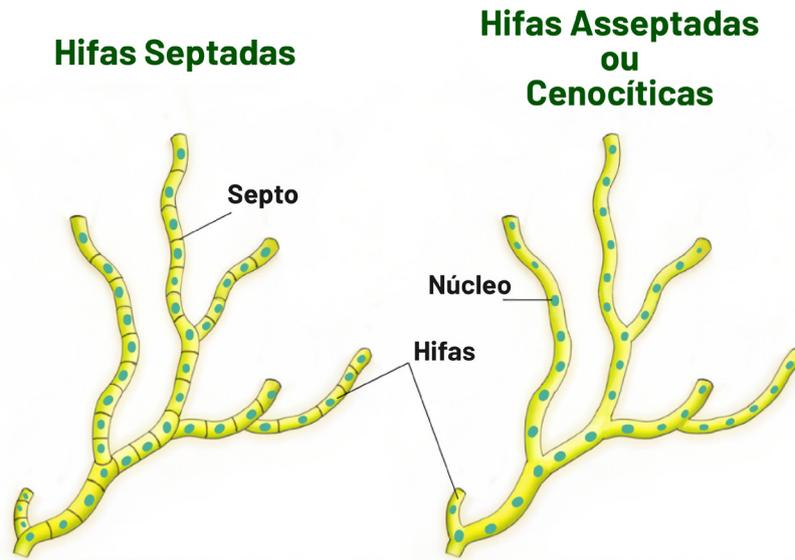


Figura 3 - Tipos de Hifas.

As hifas crescem a partir do alongamento das extremidades, e quando pequenos fragmentos são depositados em meio propício ao crescimento, podem se alongar e formar uma nova hifa. Essas estruturas também se diferenciam de acordo com a função exercida para o fungo. Assim, há hifas reprodutivas ou aéreas, pois se elevam acima da superfície do meio em que o fungo está crescendo e sustentam estruturas reprodutivas chamadas de esporos. Existem também hifas vegetativas, responsáveis pela obtenção de nutrientes para o fungo, que crescem se organizando em uma massa filamentosa macroscopicamente visível, denominada micélio (Figura 4).

Os cogumelos apresentam diversas cores como branco, creme, marrom, amarelo, azul, salmão, cinza e preto, a variar de acordo com as condições de cultivo às quais uma mesma espécie é submetida. O píleo ou chapéu, que possui formato de concha de ostras, pode variar de 2 a 30 cm, dependendo do substrato em que se desenvolve. O chapéu pode apresentar bordas lisas, quebradas, onduladas ou serrilhadas. A estipe, estrutura semelhante a um caule ou talo que tem como função suportar o chapéu do cogumelo, tende a ser mais curta, geralmente, situada lateralmente com relação ao píleo, variando de 1 a 10 cm de comprimento e de 1 a 3 cm de diâmetro. Além disso, esta estrutura pode estar ausente em algumas espécies.

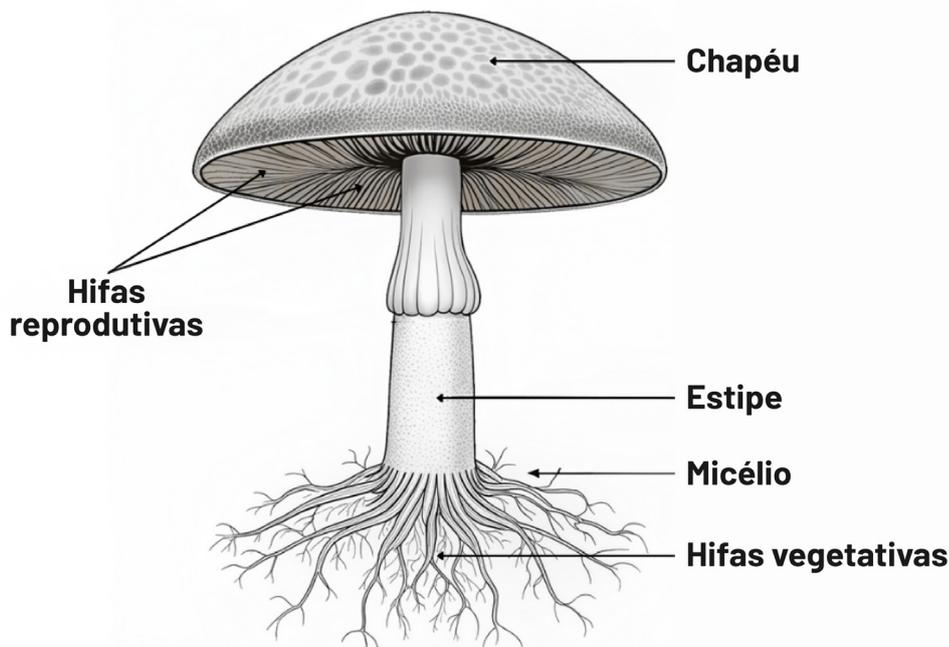


Figura 4 - Localização de hifas reprodutivas e vegetativas em cogumelos.

A importância dos fungos na alimentação e saúde humana é bem conhecida, seja no consumo amplo de cogumelos em diferentes regiões do planeta, seja na produção de alimentos como pães, queijos, bebidas e/ou produção de fármacos, como a penicilina.

Os fungos desempenham papel importante na cadeia alimentar, pois são capazes de decompor a matéria orgânica morta e participar da ciclagem do carbono e de outros nutrientes. Outra função exercida pelos fungos se refere à capacidade de degradação de polímeros complexos como lignina, celulose e hemicelulose, a partir do emprego de enzimas extracelulares que quebram esses compostos em estruturas mais simples. Posteriormente, essas estruturas mais simples podem ser utilizadas como fonte de energia pelos próprios fungos ou por outros organismos.

Algumas espécies de formigas cultivam fungos para que eles possam degradar a celulose e a lignina presentes nas plantas, de forma a fornecer glicose, que é utilizada pelas formigas como alimento. Plantas também se beneficiam de simbioses com fungos, sendo que uma das associações mais comuns ocorre entre as raízes de plantas vasculares e fungos, o que chamamos de micorrizas. A formação de micorrizas melhora a eficiência das plantas em absorver nutrientes e água do solo.

A reprodução fúngica pode ocorrer tanto sexuada quanto assexuadamente. As estruturas reprodutivas apresentam várias formas e mecanismos de formação. Na reprodução assexuada, a formação de um novo indivíduo pode acontecer por brotamento ou por cissiparidade (leveduras), ou pela fragmentação das hifas ou pela produção de esporos assexuados nos fungos filamentosos (Figura 5).

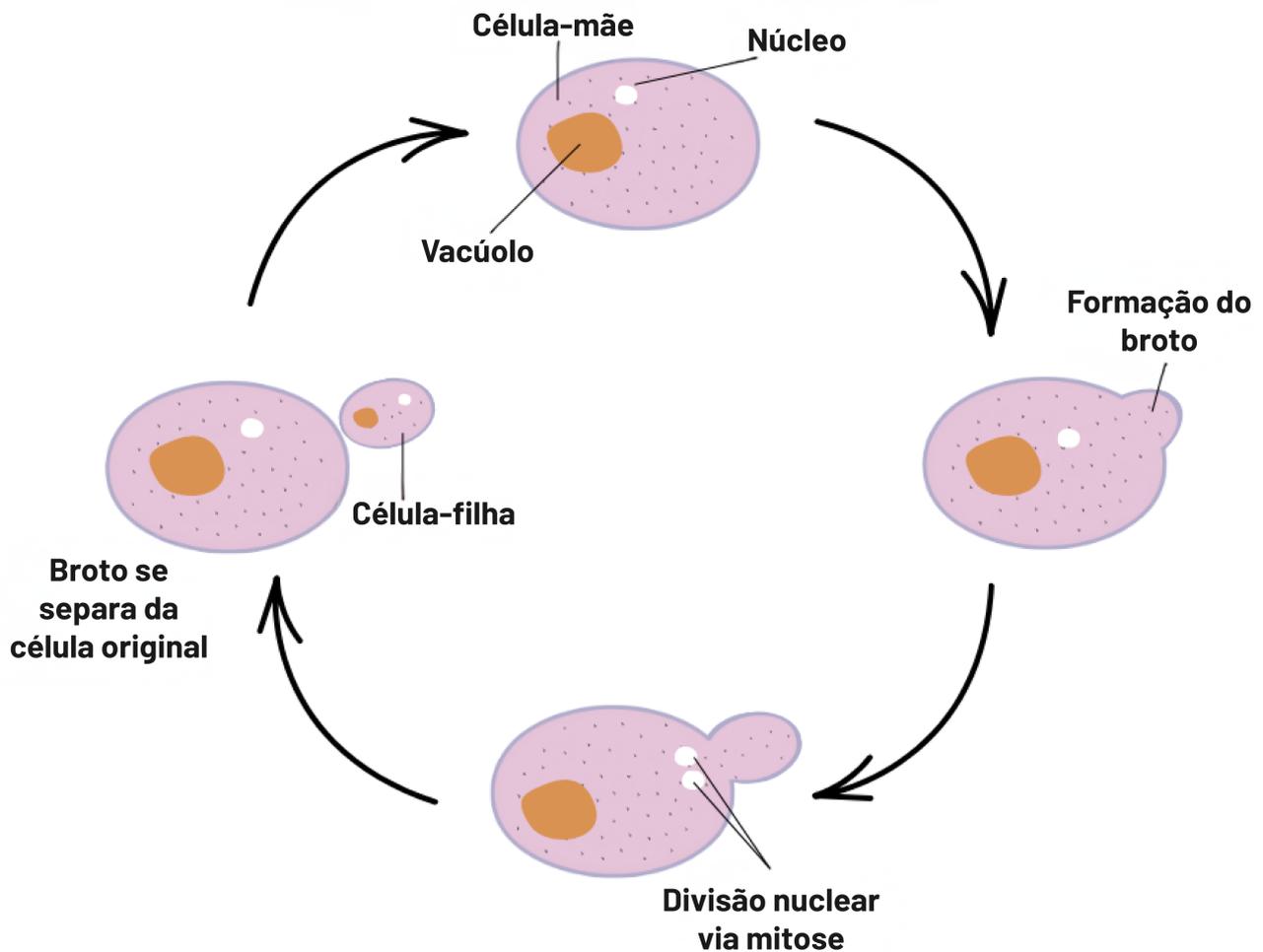


Figura 5 - Reprodução de levedura por brotamento.

A produção de esporos ocorre a partir de divisão mitótica simples com a divisão do núcleo da célula original em dois núcleos geneticamente idênticos. Esses esporos podem ser formados dentro de estruturas semelhantes a bolsas (esporos endógenos) ou podem se encontrar externos e fixados nas hifas aéreas (esporos exógenos). Os esporos endógenos, chamados de esporangiósporos, permanecem contidos dentro de um esporângio, sustentados por uma hifa especializada. Esporos exógenos são denominados conídios, produzidos em cadeias e fixados nas extremidades das hifas.

Na reprodução sexuada, os esporos são resultado da fusão nuclear entre duas linhagens opostas de uma mesma espécie de fungo. Ao germinarem, os esporos sexuados dão origem a microrganismos cujas características genéticas são semelhantes às linhagens parentais (Figura 6). Os esporos fúngicos são resistentes ao aquecimento, congelamento e/ou desidratação e, em alguns casos, a certos agentes químicos, podendo sobreviver por longos períodos em ambientes desfavoráveis à germinação.

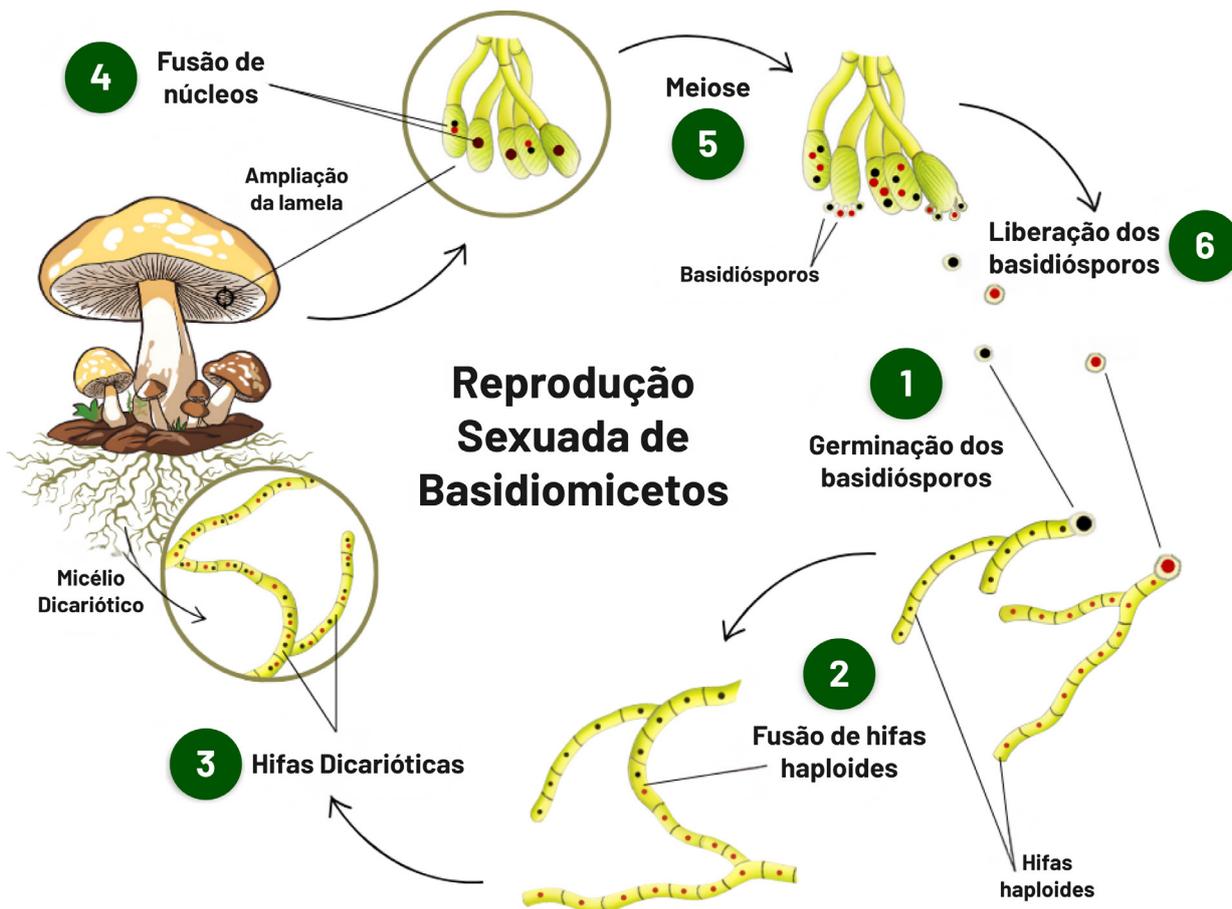


Figura 6 - Reprodução sexuada de cogumelos a partir da germinação de esporos haploides.

Por meio de uma nutrição absorptiva, os fungos excretam enzimas extracelulares que, por sua vez, digerem os materiais poliméricos em monômeros que são, posteriormente, incorporados como fonte de matéria orgânica e energia. Geralmente, demonstram preferência para se desenvolverem em pH próximo a 5, o que não favorece o crescimento da maioria das bactérias comuns. Os fungos também apresentam expressiva resistência à pressão osmótica, o que permite o crescimento fúngico em elevadas concentrações de sais ou açúcares.

A maioria dos fungos filamentosos é aeróbia, enquanto a maior parte das leveduras é anaeróbia facultativa, ou seja, realizam respiração celular na presença de oxigênio e, na ausência, efetuam fermentação.

Os fungos podem viver em locais com baixo grau de umidade e demandam uma quantidade inferior de nitrogênio do que a requerida por sistemas bacterianos, por exemplo. Como são capazes de metabolizar polímeros complexos, os fungos podem crescer em substratos diversos e inusitados, como é o caso de paredes de banheiro, jornais velhos, couro de sapatos e bolsas etc.

4. Fungos do gênero *Pleurotus*

Pleurotus são fungos muito adaptáveis, versáteis e apresentam potencial expressivo de degradação e mineralização de compostos poluentes, pois são fungos com elevada tolerância à presença de substâncias consideradas contaminantes (Figura 7).



Figura 7 - *Pleurotus ostreatus* in natura e cultivado em placa de Petri.

O *Pleurotus* é um gênero cosmopolita, endêmico, geralmente, de regiões temperadas, tropicais e subtropicais, crescendo preferencialmente em temperaturas que variam entre 20-30°C e umidade relativa entre 65-70%. Existem 38 espécies de *Pleurotus* descritas, das quais 31 são consideradas comestíveis. Os fungos desse gênero possuem alto teor nutricional, proveniente de sua composição rica em proteínas, fibras, vitaminas e minerais. Eles ocupam posição de destaque no cultivo comercial ao redor do mundo. Apresentam, ainda, propriedades terapêuticas relacionadas às funções antivirais, antioxidantes e de promoção imunológica.

As espécies de *Pleurotus* são conhecidas como fungos da podridão branca e degradam resíduos industriais, como hidrocarbonetos aromáticos, corantes, pesticidas e elementos potencialmente tóxicos (EPTs). A capacidade desses fungos de atuar na metabolização de diversos compostos está relacionada ao sistema enzimático não específico pelo substrato. Tal sistema possibilita a degradação de soluções ou misturas complexas de determinados contaminantes. A grande variabilidade na síntese de enzimas, proteínas extracelulares, ácidos orgânicos e outros metabólitos dos fungos do gênero *Pleurotus* se deve às características fisiológicas e genéticas de cada espécie.

4.1. *Pleurotus* sp. e processos de biorremediação

Pleurotus tem sido empregado em processos de biorremediação, e pesquisas com linhagens desse gênero fúngico comprovaram a eficiência do cogumelo em atuar na descoloração/degradação de efluentes têxteis (Radhika et al., 2014). A avaliação de linhagens de *Pleurotus* na micorremediação de corantes da indústria têxtil, para o corante Índigo (Kahraman et al., 2012), Remazol Brilliant Blue R (Machado e Matheus, 2006), e verde brilhante (Naraian et al., 2018)(Figura 8), já foram reportadas.

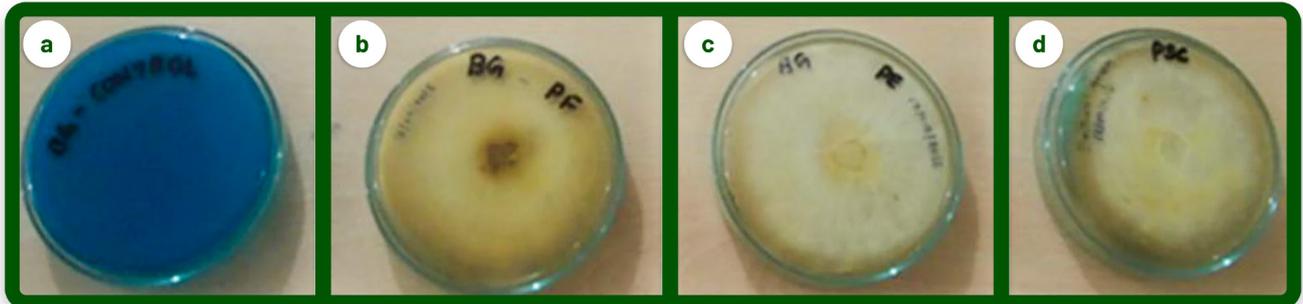


Figura 8 - Descoloração do corante verde brilhante em placas com meio sólido. a) controle, b) *P. florida*, c) *P. eryngii*, and d) *P. sajor-caju* (Naraian et al., 2018).

Pleurotus sp. é capaz de degradar vinhaça, um subproduto orgânico líquido proveniente da indústria sucroalcooleira, rico em potássio e outros nutrientes e com elevada carga poluidora. Também tem habilidade de descolorir a vinhaça quando colocado diretamente em contato com o resíduo e, ainda, atuar na redução de parâmetros como turbidez, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (Figura 9), fenóis, sólidos suspensos, dissolvidos e condutividade elétrica (Ferreira et al., 2011).

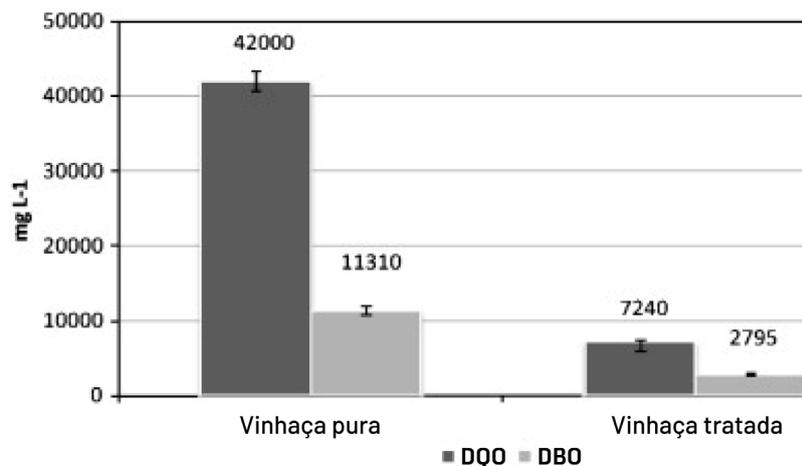


Figura 9 - Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) após tratamento de vinhaça com o fungo *P. sajor-caju* a 28°C (Ferreira et al., 2011).

O potencial de biorremediação de fungos do gênero *Pleurotus* também já foi avaliado na degradação de poluentes aromáticos fenólicos e não fenólicos, na degradação e transformação do hidrocarboneto aromático Fluoranteno (Wirasnita e Hadibarata, 2016) e na recuperação de solo contaminado por Poluentes Orgânicos Persistentes (PCBs), respectivamente (Chun et al., 2019), (Figura 10).

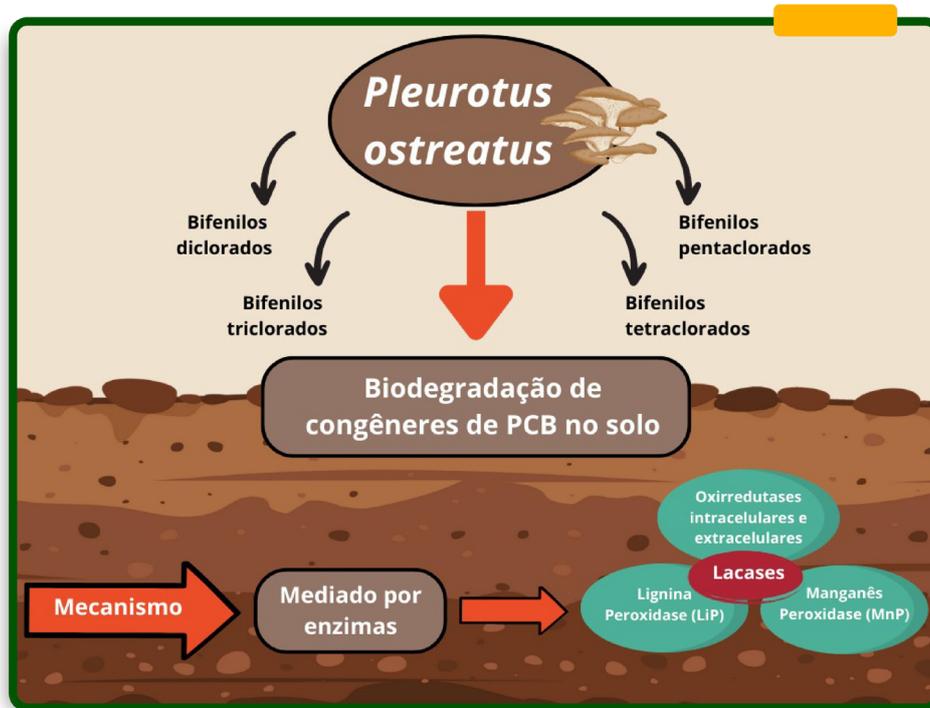


Figura 10 - Representação esquemática do processo de biorremediação de Poluentes Orgânicos Persistentes (PCBs) por *P. ostreatus* (adaptado de Chun et al., 2019).

Além de atuar na degradação de compostos orgânicos, espécies de *Pleurotus* também vêm sendo avaliadas na recuperação de ambientes contaminados por EPTs. O uso de fungos do gênero *Pleurotus* para biorremediação de poluentes orgânicos, corantes e EPTs baseia-se na não especificidade do sistema degradativo desenvolvido por esses fungos para despolimerizar e mineralizar a lignina, um polímero aromático estruturalmente relacionado a muitos compostos, que causam problemas de poluição ao meio ambiente.

4.2. Biorremediação de elementos potencialmente tóxicos

A contaminação ambiental de solos, sedimentos e águas por EPTs pode ser verificada pela presença de elementos, como Hg, Zn, Pb, Cd, Cu, Cr, As, Mn e Ni em concentrações acima dos valores orientadores fornecidos pelas agências reguladoras ambientais, como o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (em nível federal) e a Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico - CETESB (para o estado de São Paulo). Os EPTs podem afetar a saúde humana, uma vez que podem entrar nos

tecidos por meio da exposição atmosférica, contaminação da água, por consumo e contato diretos (bioacumulação) e biomagnificação (Figura 11), que é o processo de concentração de substâncias potencialmente tóxicas no organismo através da cadeia alimentar, a partir de diferentes níveis tróficos, como na ingestão de pescado contaminado, por exemplo. Estes cenários podem levar ao desenvolvimento de doenças neurológicas, dermatológicas, danos aos rins e ocorrência de câncer, por exemplo.

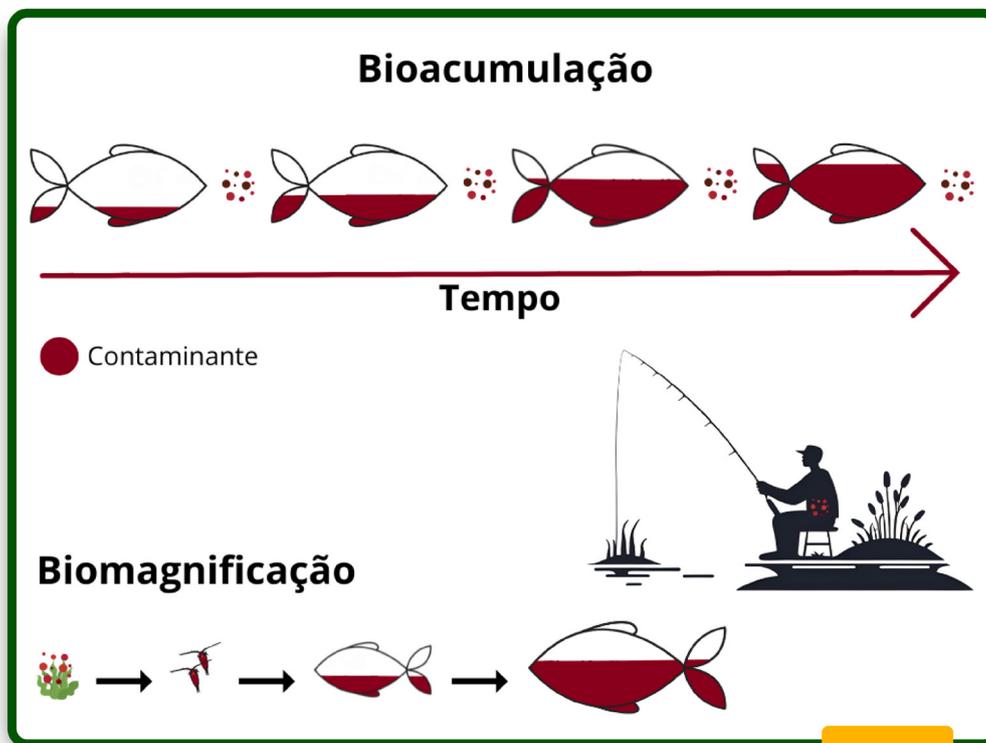


Figura 11 - Processos de bioacumulação e biomagnificação de contaminantes.

Métodos químicos e físicos podem ser utilizados na remoção de vários EPTs do ambiente; porém, nesses processos, além do elevado gasto de energia, utilizam-se compostos químicos, que muitas vezes causam poluição secundária. Diferentemente, a remediação com agentes biológicos é geralmente eficiente, com baixo custo e opções sustentáveis. Assim, a introdução de fungos para remediar um ambiente contaminado com EPTs tem se tornado uma opção interessante.

A capacidade de espécies de *Pleurotus* em acumular EPTs presentes em solos e soluções aquosas também é confirmada. A Figura 12 contém o registro do uso de linhagens de *Pleurotus ostreatus* na remoção de EPTs em amostras brutas de águas fluviais. Amostras de água do Rio Doce, coletadas após o desastre causado pelo rompimento da barragem de rejeitos da Samarco em 2015, apresentaram altas concentrações de alumínio, arsênio, bário, chumbo, ferro, magnésio e manganês. Após tratamento das amostras de água com *Pleurotus* sp., as análises indicaram a redução de chumbo (97%), ferro (96%), alumínio (95%), manganês (92%), arsênio (87%) e bário (61%)(Santos et al., 2022).



Figura 12 - Ação de *Pleurotus ostreatus* na redução da turbidez e remoção de elementos potencialmente tóxicos (EPTs) de amostras de água do Rio Doce após tragédia de Mariana em 2015 (Santos et al., 2022).

As espécies de *Pleurotus* acumulam EPTs por meio de mecanismos diferentes. A bioissorção, que é um processo passivo em que os EPTs são adsorvidos à parede celular do fungo, e a bioacumulação, que envolve a transferência dos EPTs para o interior das células fúngicas, são os principais mecanismos envolvidos na biorremediação por *Pleurotus* sp. A bioissorção possibilita o crescimento de *Pleurotus* em meios contaminados com esses elementos. Os mecanismos de sequestro extracelular (quelatção e ligação à parede celular) e intracelular (ligação a compostos como proteínas) também são possíveis e contribuem com a tolerância de *Pleurotus* aos EPTs.

Além disso, as espécies de *Pleurotus*, assim como de outros fungos, possuem quitina em suas paredes, o que garante a esses fungos tolerância à altas concentrações de EPTs e baixas temperaturas e pHs, tornando-os excelentes agentes de biorremediação. A Figura 13 ilustra esses mecanismos a partir da avaliação de uma linhagem de *P. ostreatus* aplicada em amostras sintéticas de efluente líquido contendo EPTs, onde se observam os discos de biomassa fúngica totalmente envolvidos por espessa camada de contaminantes anteriormente diluídos em solução (resultados não publicados).



Figura 13 - Processo de bioacumulação de EPTs através de discos do fungo *Pleurotus ostreatus* em amostras líquidas sintéticas.

O grau de tolerância de *Pleurotus* aos EPTs varia entre as espécies de *Pleurotus* e em função do tipo e da concentração do EPT. Assim, num ambiente complexo e multielementar, como solos e sedimentos contaminados, pode haver inibição do crescimento de *Pleurotus* e, conseqüentemente, diminuição de seu potencial como agente biorremediador, devido à presença de um determinado elemento, em baixa concentração, mesmo se a linhagem de *Pleurotus* for tolerante a outros elementos presentes no meio em concentrações mais altas.

A variação na resposta dos fungos aos EPTs é, provavelmente, devida a fatores fisiológicos intrínsecos. *Pleurotus florida*, *P. ostreatus*, *P. sajor-caju*, *P. djamor*, *P. salmoneo-stramineus*, *P. eryngii* e *P. flabellatus* são algumas espécies avaliadas na biorremediação de EPTs.

5. Considerações finais

A pesquisa sobre micorremediação está em constante evolução. Os cientistas estão explorando novas técnicas para melhorar a eficiência do processo, investigando diferentes espécies de fungos e desenvolvendo métodos para aplicação em grande escala, além de avaliarem os impactos ambientais e econômicos dessa abordagem.

No Brasil, há crescente interesse acadêmico e científico no uso de *Pleurotus* para biorremediação, especialmente devido à abundância de resíduos agrícolas que podem servir de substratos de baixo custo para o crescimento desses fungos. Universidades e instituições de pesquisa brasileiras têm desenvolvido estudos focados na aplicação de *Pleurotus* para degradação de poluentes orgânicos, como corantes industriais, e na absorção de ETPs em solos e águas contaminadas.

Também existem colaborações entre universidades brasileiras e internacionais, além de parcerias com o setor industrial, que estão focadas no desenvolvimento de biotecnologias aplicadas à remediação ambiental. Além das pesquisas laboratoriais, alguns estudos de viabilidade estão sendo conduzidos para avaliar a aplicação de *Pleurotus* em escala comercial.

Globalmente, os estudos sobre a biorremediação com *Pleurotus* têm se expandido rapidamente. Na Europa, especialmente em países como Alemanha, França e Espanha, há um foco significativo no uso de *Pleurotus* para degradação de compostos orgânicos complexos, como pesticidas e produtos farmacêuticos presentes em águas residuais e solos agrícolas. Na Ásia, particularmente na China e na Índia, as pesquisas estão explorando a capacidade desses fungos de tratar resíduos industriais e efluentes contendo ETPs como cádmio e mercúrio. Nos Estados Unidos, há estudos focados em combinar técnicas de micorremediação com tecnologias químicas e físicas para tratar áreas contaminadas de forma mais eficaz.

Assim, pode-se concluir que as pesquisas sobre a biorremediação utilizando *Pleurotus* estão avançadas tanto no Brasil quanto no mundo, com enfoque em ampliar a compreensão dos mecanismos biológicos de degradação e bioabsorção, bem como em desenvolver aplicações práticas que possam ser utilizadas em escala comercial. O Brasil, com sua diversidade de resíduos agrícolas e alta capacidade de pesquisa, tem papel importante neste campo, enquanto outros países continuam a inovar em técnicas e métodos para maximizar o potencial destes fungos.

6. Referências bibliográficas

- Chun, S.C.; Muthu, M.; Hasan, H.; Tasneem, S.; Gopal, J. (2019).** Mycoremediation of PCBs by *Pleurotus ostreatus*: possibilities and prospects. APPLIED SCIENCES, 9(19), 4185. DOI: 10.3390/app9194185.
- Kahraman, S.B.; Kuru, F.; Dogan, D.; Yesilada, O. (2012).** Removal of indigo carmine from an aqueous solution by fungus *Pleurotus ostreatus*. ARCHIVES OF ENVIRONMENTAL PROTECTION, 38(3), 51. DOI: 10.2478/v10265-012-0024-6.
- Machado, K.M.G.; Matheus, D.R. (2006).** Biodegradation of remazol brilliant blue R by ligninolytic enzymatic complex produced by *Pleurotus ostreatus*. BRAZILIAN JOURNAL OF MICROBIOLOGY, 37(4). DOI: 10.1590/S1517-83822006000400013.
- Naraian, R.; Kumari, S.; Gautam R.L. (2018).** Biodecolorization of brilliant green carpet industry dye using three distinct *Pleurotus* spp. ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY, 1, 141-148. DOI:10.1007/s42398-018-0012-4.
- Radhika, R.; Jebrapriya, G.R.; Gnanadoss, J.J. (2014).** Decolourization of synthetic textile dyes using the edible mushroom fungi *Pleurotus*. PAKISTAN JOURNAL OF BIOLOGICAL SCIENCES, 17(2), 248-253. DOI: 10.3923/pjbs.2014.248.253.
- Santos, M.P.O.; Santos, M.V.N.; Matos, R.S.; van der Mass, A.S.; Faria, M.C.S.; Batista, B.L.; Rodrigues, J.L.; Bomfeti, C.L. (2022).** *Pleurotus* strains with remediation potential to remove toxic metals from Doce River contaminated by Samarco dam mine. INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, 19, 6625-6638. DOI: 10.1007/s13762-021-03597-4.
- Wirasnita, R.; Hadibarata, T. (2016).** Potential of the white-rot fungus *Pleurotus pulmonarius* F043 for degradation and transformation of fluoranthene. ENVIRONMENTAL SCIENCE, 26(1), 49-54. DOI: 10.1016/S1002-0160.