

CULTIVO DE COGUMELOS BRASILEIROS EM SERRAPILHEIRA E RESÍDUOS ORGÂNICOS INDUSTRIAIS

Bolsista: Luca Nalini Bortolato D'alessandro
Orientação: Prof. Dr. Fernando Santiago dos Santos

Projeto de Iniciação Científica Institucional – Edital 2025
IFSP campus São Roque

RESUMO

O Brasil possui a maior diversidade fúngica do mundo, abrigando uma gama de espécies de valor nutricional e potencial medicinal. Entre elas, destacam-se três fungos da ordem Agaricales: *Pleurotus albidus*, *Lentinula raphanica* e *Agaricus subrufescens*, principalmente por seu parentesco com cogumelos de outros países que são comercializados com mais intensidade, a saber: *Pleurotus ostreatus*, *Lentinula edodes* e *Agaricus bisporus*, respectivamente. Como os cogumelos comercializados no Brasil são, em sua maioria, alóctones, seu custo de produção inclui ambientação adequada de substrato específico. Os cogumelos nativos da Mata Atlântica são adaptados ao ambiente e crescem em serrapilheira e troncos em decomposição, sendo essenciais para a ciclagem de nutrientes. Desta forma, o cultivo torna-se mais fácil em regiões onde as condições ambientais são semelhantes às da Mata Atlântica, poupando recursos e diminuindo o impacto durante a produção. Neste estudo, serão realizados testes de crescimento das três espécies de cogumelos endêmicos da Mata Atlântica supracitados coletados em diferentes localidades da região de São Roque – SP. Não serão usadas sacolas plásticas, energia e outros recursos que podem prejudicar o meio ambiente e encarecer o processo; ao invés disso, os experimentos utilizarão bateladas de substratos (serrapilheira coletada nas localidades sem e com resíduos orgânicos industriais).

Palavras-chave: biorremediação; fisiologia; crescimento fúngico.

INTRODUÇÃO

Os fungos pertencem ao Reino Fungi e constituem uma ampla gama de seres vivos, desde organismos microscópicos, como leveduras, até macroscópicos, como os cogumelos (Alexopoulos; Mims; Blackwell, 1996). Os fungos desempenham papel fundamental e de extrema importância em todos os biomas terrestres, pois constituem fonte de alimento para mamíferos e insetos, e atuam na decomposição da matéria orgânica, juntamente com bactérias (Raven; Evert; Eichhorn, 2001).

Fungos são organismos heterotróficos, alimentando-se por absorção e quebrando substâncias complexas em componentes mais simples, sendo, portanto, organismos-chave para a reciclagem de nutrientes nos ecossistemas (Kirk *et al.*, 2008). Além disso, muitos fungos formam associações simbióticas com plantas, como as micorrizas, beneficiando ambas as partes. Essas associações benéficas desempenham um papel vital ao auxiliar as plantas na absorção de nutrientes do solo, ao passo que os fungos recebem carboidratos em contrapartida. No entanto, alguns fungos também podem ser patogênicos, causando doenças em plantas, animais e seres humanos, tais como micoses (dermatofitoses) e algumas infecções em animais (Hibbet; Binder; Bischoff, 2007).

O Reino Fungi é subdividido em vários grupos, entre os quais Ascomycota, Basidiomycota e Zygomycota, entre outros (Figura 1).



Figura 1. Cladograma atualizado com os diferentes grupos de fungos (Tolweb, 2023). As linhas tracejadas indicam que o grupo pode não ser monofilético, enquanto a interrogação indica uma posição taxonômica incerta.

O grupo Basidiomycota (basidiomicetos), em que estão inseridos os fungos desta pesquisa, tem cerca de 40 mil espécies descritas (He *et al.*, 2022). De acordo com Tolweb (2023), este grupo está dividido em três classes:

- a) Agaricomycetes, que inclui os fungos que produzem basidioma, como todos os cogumelos, os ninhos de pássaro (*Cyathus* spp), orelhas de madeira (*Auricularia* spp) e orelhas-de-pau (*Trametes* spp, *Ganoderma* spp etc.);
- b) Teliomycetes (vários gêneros de fungos fitopatogênicos);
- c) Ustilagomycetes, que não formam basidioma mas, sim, esporos em aglomerados; tais fungos são, obrigatoriamente, parasitas de insetos e plantas. Neste grupo, estão as temidas ferrugens e os carvões das lavouras.

Os basidiomicetos apresentam uma ampla diversidade de cores, formas, texturas e tamanhos. Para além de sua função essencial na decomposição de matéria orgânica e na colaboração simbiótica com as plantas, alguns basidiomicetos são valorizados na culinária e reconhecidos por suas propriedades medicinais (Carlile; Watkinson, 2001).

Basidiomicetos possuem diversas ordens taxonômicas e entre elas está a Ordem Agaricales. Nesta Ordem, encontram-se muitas espécies conhecidas de cogumelos, tanto comestíveis quanto venenosos (Guerra *et al.*, 2011). Estes fungos compartilham características morfológicas e reprodutivas, entre as quais: a) estruturas reprodutivas chamadas basidiocarpos, que geralmente têm uma estrutura lamelar sob o chapéu do cogumelo com lamelas que contêm basídios, os quais liberam esporos no ambiente, dando origem a novos indivíduos; b) O chapéu desses cogumelos é frequentemente em forma de guarda-chuva e pode variar em cor, textura e tamanho; c) A maioria dos fungos desta Ordem forma associações simbióticas com raízes de plantas (Song *et al.*, 2015). Além disso, basidiomicetos são capazes de decompor todos os polímeros vegetais conhecidos, utilizando seus mecanismos enzimáticos complexos, podendo crescer não apenas em madeira, mas em madeira podre, fezes e serrapilheiras também (Ruiz-Dueñas *et al.*, 2021).

Estima-se que mais de 2.300 espécies de fungos possuam algum valor medicinal e nutricional. Contudo, a indústria e a economia global de cultivo de cogumelos concentram-se em cinco espécies principais: cogumelo-de-paris, *Agaricus bisporus* (J.E.Lange) Imbach; cogumelo-ostra, *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P.Kumm.; shiitake, *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler; orelha de madeira, *Auricularia auricula-judae* (Bull.) J.Schröt.; e o enokitake, *Flammulina velutipes* Singer e seus cultivares. Em 2016, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) estimou que a produção mundial de cogumelos alcançou aproximadamente 11 milhões de toneladas, das quais 69% estavam concentradas na Ásia, 22% na Europa, 8% nas Américas e 1% na África e Oceania. Atualmente, *A. bisporus* é a espécie mais cultivada globalmente, com até 30% da produção total de cogumelos, originando-se predominantemente da China, cuja produção anual ultrapassa dois milhões de toneladas, seguida pela Europa (um milhão de toneladas) e Estados Unidos da América – EUA (aproximadamente 0,5 milhão de toneladas). Espécies pertencentes ao gênero *Pleurotus* (representado principalmente por *P. ostreatus*) correspondem a 27% da produção mundial total de cogumelos, equivalente a mais de seis milhões de toneladas anuais, originando-se principalmente da China e EUA, seguidos pela Europa, Japão e demais países asiáticos (Vetter, 2007).

A produção de *L. edodes*, que representa 17% do total global de cogumelos, está localizada principalmente em países asiáticos, com o Japão como principal produtor até 1980, altura em que foi ultrapassado pela China. A produção ultrapassou dois milhões de toneladas de cogumelos colhidos em 2010. Os EUA ocupam o terceiro lugar na produção de *L. edodes*, com uma produção anual de cinco mil toneladas entre 2016 e 2018. A produção europeia desta espécie foi estimada em 3,5 mil toneladas entre 2016 e 2017 (Mlecze, 2020).

Dos dados apresentados anteriormente, apreende-se que, por serem espécies não adaptadas ao clima tropical brasileiro, seu custo de produção acaba sendo alto e, conseqüentemente, a produção é baixa se comparada aos demais países citados. Porém, existem espécies brasileiras e, portanto, já

adaptadas ao clima, de mesmo gênero que os cogumelos citados, mantendo características como o sabor e algumas, até, possuindo maior valor medicinal que os comuns. O cultivo desses fungos pode ser a chave para um meio de alimentação e produção ecológica de baixo custo, levando em conta que gastará menos energia para manter a temperatura e haverá menos desmatamento para obtenção da serragem, sendo que o substrato irá utilizar serrapilheira e outros componentes orgânicos que seriam descartados. Assim, as espécies brasileiras de interesse comercial que se assemelham aos cogumelos mais vendidos (Figura 2) são *Pleurotus albidus* (Berk.) Pegler, *Lentinula raphanica* (Murrill) Mata & R. H. Petersen e *Agaricus subrufescens* Peck (que, também, é reconhecido pela ciência como *Agaricus blazei* Murrill).



Figura 2. Cogumelos da ordem Agaricales mais comercializados e suas espécies de mesmo gênero encontradas no Brasil. A.1) *Agaricus Bisporus* (J.E.Lange) Imbach. A.2) *Agaricus subrufescens* Peck. B.1) *Pleurotus ostreatus* (Jacq) Kummer. B.2) *Pleurotus albidus* (Berk.) Pegler. C.1 *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler. C.2) *Lentinula raphanica* (Murrill) Mata & R. H. Petersen.

O cogumelo *Agaricus subrufescens*, conhecido como "Kawariharatake" no Japão e "Cogumelo do Sol" no Brasil, foi descoberto na Flórida, EUA, em 1944. Seu habitat natural principal é a região de Piedade, em São Paulo – SP, onde a baixa incidência de doenças crônicas entre adultos foi associada ao consumo regular desse cogumelo. Introduzido no Japão em 1965, seu cultivo artificial começou em 1978 e, desde os anos 1980, suas propriedades bioquímicas e medicinais têm sido amplamente investigadas. Estudos e experiências clínicas demonstraram que *A. blazei* possui atividade antitumoral, promove o fortalecimento do sistema imunológico e é eficaz no tratamento de AIDS, diabetes, hipotensão e hepatite (Mizuno, 2002).

Em 2010, foi registrada a primeira ocorrência de *Lentinus raphanica* no estado do Amazonas (Capelari; Assai; Ishikawa, 2010), sendo o segundo relato da espécie no Brasil. Este fungo é tradicionalmente utilizado como alimento pelos povos indígenas Muinanes, Uitotos e Andokes da Amazônia colombiana, com propriedades semelhantes às do *Lentinula edodes* (Vasco-Palacio *et al.*, 2005). *P. albidus* é um dos fungos conhecidos como cogumelo ostra, sendo comestível e de grande valor nutricional, como a maioria das espécies conhecidas desse gênero. É originário da América do Sul e é encontrado no México, Argentina e Brasil. Porém, não é comum ver o cultivo dessa espécie para mercado (Kirsch; Macedo; Teixeira, 2016).

O cultivo de cogumelos comestíveis é um processo biotecnológico de reciclagem de resíduos orgânicos lignocelulósicos. Pode ser o único processo atual que combina a produção de alimentos ricos em proteínas com a redução da poluição ambiental (Beetz; Greer, 2004).

Desta forma, o projeto pretende contribuir para desmistificar a eficácia do cultivo de cogumelos nacionais, na tentativa de diminuir o custo de produção e impactos ecológicos.

OBJETIVOS

O projeto tem como objetivo principal testar o desenvolvimento de espécies brasileiras de três basidiomicetos nativos, comparando-os a três espécies alóctones comumente comercializadas, utilizando recursos naturais e resíduos orgânicos que seriam descartados.

Os objetivos específicos são:

- Preparar *spawns* das espécies em foco.
- Cultivar as espécies em serrapilheira de diferentes lugares, dentro de caixotes abertos.
- Fazer uma análise quantitativa e qualitativa da miceliação e frutificação dos fungos.
- Comparar as análises feitas com dados bibliográficos dos cogumelos com maior saída no mercado.

MATERIAL E MÉTODOS

A fase inicial inclui a preparação, em laboratório, de *spawns* dos fungos selecionados (*Agaricus subrufescens*, *Lentinula raphanica* e *Pleurotus albidus*) utilizando palha de arroz, trigo ou outro grão misturado com pó de gesso e o inóculo do fungo. Esse processo é essencial para aumentar a biomassa antes de transferi-la para o substrato, o que eleva as chances de sucesso.

Na sequência, serão coletadas amostras de serrapilheira de dois locais em São Roque – SP (Parque Natural Municipal Mata da Câmara e Centro Histórico e Turístico Brasital) e de um em Itapevi – SP (Mata da Transurb) para garantir maior variabilidade de substratos para o cultivo (Figura 3).

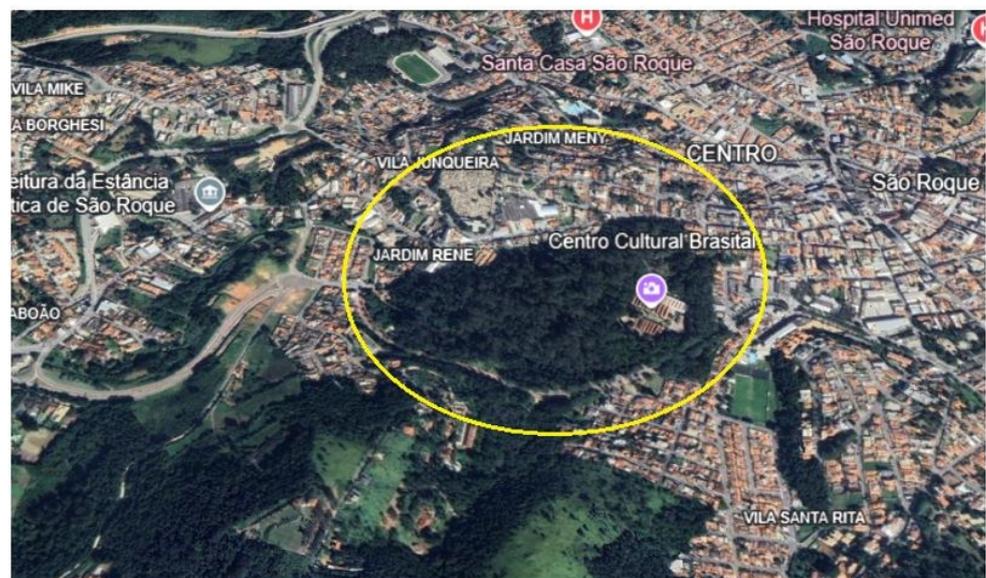
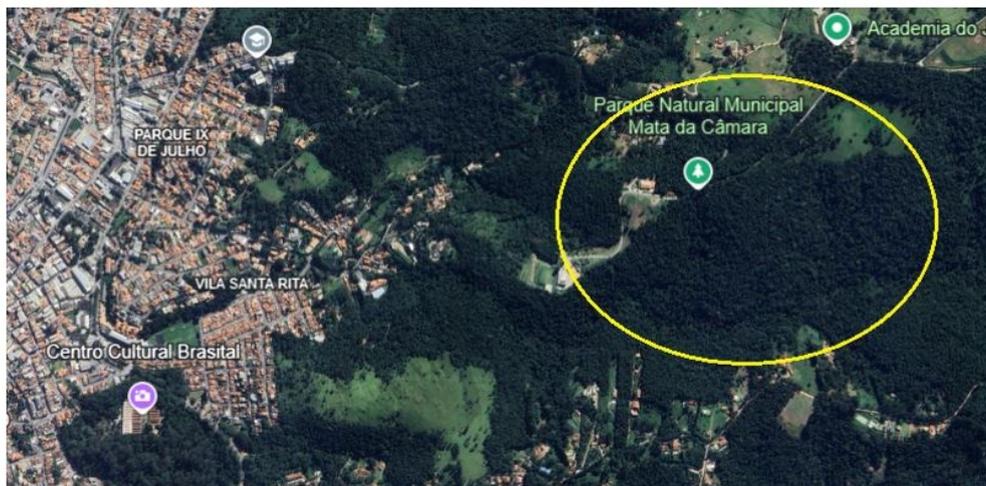




Figura 3. De cima para baixo: Parque Natural Municipal Mata da Câmara (coordenadas geográficas do ponto central: 23°31'42"S; 47°06'18"W); Centro Histórico e Turístico Brasital (coordenadas geográficas do ponto central: 23°32'06"S; 47°07'48"W); Mata da Transurb (coordenadas geográficas do ponto central: 23°35'28"S; 46°58'54"W). Fonte: GoogleEarth®, 2024.

Após a coleta em campo, as caixas serão confeccionadas com as serrapilheiras coletadas e com a adição do *spawn*. Será utilizada uma mistura de resíduos orgânicos, como borra de café, bagaço de cana e cascas de uva, para simular a ciclagem que ocorre na serrapilheira nos ambientes naturais.

A penúltima fase do projeto inclui a miceliação (crescimento) dos fungos. Nesta etapa, o foco será em quais fungos formam corpo de frutificação primeiro, a quantidade de frutificações e sua morfologia, considerando que a qualidade do substrato pode afetar a morfologia de algumas espécies, especialmente de *Pleurotus albidus*.

Ao final do projeto, serão elaboradas tabelas comparativas utilizando os dados coletados e informações bibliográficas sobre os fungos cultivados em ambiente controlado, visando à avaliação de melhor custo-benefício.

VIABILIDADE DE EXECUÇÃO

Este projeto é, em parte, continuidade dos experimentos que vêm sendo realizados com sucesso visando à miceliação e frutificação de *Pleurotus ostreatus* em diferentes meios de cultura, cujos resultados serão apresentados oralmente em evento científico no campus de São Roque e publicados nos Anais e Resumos do mesmo evento.

Para a parte de coleta de dados em campo, há recursos próprios do proponente e do orientador que tornam a pesquisa viável e autossuficiente.

Para a parte de testagem em laboratório, há condições suficientes nas dependências dos laboratórios do campus de São Roque que garantem a integridade desta etapa, assim como seu desenvolvimento plenamente satisfatório (à semelhança do que vem ocorrendo com o projeto atual, do mesmo proponente).

Referências bibliográficas de identificação dos fungos estão depositadas no laboratório do campus, onde a pesquisa será desenvolvida.

Desta maneira, considerando o supraexposto, a pesquisa tem total condição de ser realizada dentro do cronograma e das etapas propostas.

RESULTADOS ESPERADOS E DISSEMINAÇÃO

Espera-se, como resultado da pesquisa, publicar artigo ou relato de experiência em periódico especializado e apresentar os resultados em congressos, seminários, feiras etc., tais como Compog, Conict, entre outros eventos.

REFERÊNCIAS

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. *Introductory Mycology*. 4. ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1996.

BETZ, A. E.; GREER, L. *Mushroom Cultivation and Marketing*. Appropriate Technology Transfer for Rural Areas, 2004.

CAPELARI, M.; ASAI, T.; ISHIKAWA, N. K. Ocorrência de *Lentinula raphanica* no estado do Amazonas, Brasil. *Mycotaxon*, v. 113, p. 355-364, 2010.

CARLILE, M. J.; WATKINSON, S. C. *The Fungi*. 2.ed. Londres: Academic Press, 2001.

GUERRA, T. *et al.* *Biologia e sistemática de fungos, algas e briófitas*. João Pessoa: Ed. Universitária, 2011.

HE, M. Q. *et al.* Species diversity of Basidiomycota. *Fungal Diversity*, v. 114, on-line, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/357865218_Species_diversity_of_Basidiomycota>. Acesso em: 03 nov. 2024.

HIBBETT, D. S.; BINDER, M.; BISCHOFF, J. F. *A higher-level phylogenetic classification of the Fungi*. Londres: The British Mycological Society Elsevier Ltd., 2007.

KIRK, P. M.; CANNON P. F.; MINTER, D. W.; STALPERS J. A. *Dictionary of the Fungi*. 10.ed. Wallingford, UK: CAB International, 2008.

KIRSCH, L. S.; MACEDO, A. J. P.; TEIXEIRA, M. F. S. Produção de biomassa micelial do cogumelo comestível amazônico *Pleurotus albidus*. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 47, n. 3, p. 658-664, 2016.

MIZUNO, T. Medicinal Properties and Clinical Effects of Culinary-Medicinal Mushroom *Agaricus blazei* Murrill (Agaricomycetidae). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, v. 4, n. 4, p. 299-312, 2002.

MLECZE, M. *et al.* Investigation of differentiation of metal contents of *Agaricus bisporus*, *Lentinula edodes* and *Pleurotus ostreatus* sold commercially in Poland between 2009 and 2017. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 90, 2020.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia vegetal*. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

RUIZ-DUEÑAS, F. J. *et al.* Genomic Analysis Enlightens Agaricales Lifestyle Evolution and Increasing Peroxidase Diversity. *Mol Biol Evol*, v. 38, n. 4, p. 1428–1446, 2021.

SONG, Y. Y.; SIMARD, S. W.; CARROLL, A.; MOHN, W. W.; ZENG, R. S. Defoliation of interior Douglas-fir elicits carbon transfer and stress signalling to ponderosa pine neighbors through ectomycorrhizal networks. *Scientific Reports online*, v. 5, n. 8495, 2015.

TOLWEB - The Tree of Life Web Project. *Fungi*, 2023. Disponível em: <<http://tolweb.org/Fungi/2377>>. Acesso em: 03 nov. 2024.

VASCO-PALACIO, A.; FRANCO-MOLANO, A. E.; LÓPEZ-QUINTERO, C. A.; BOEKHOUT, T. Macromicetes (Ascomycota, Basidiomycota) da região do médio Caquetá, departamentos de Caquetá e Amazonas (Colômbia). *Biota Colombiana*, v. 6, p. 127–140, 2005.

VETTER, J. Chitin content of cultivated mushrooms *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Lentinula edodes*. *Food Chemistry*, v. 102, n. 1, p. 6-9, 2007.