



COGUMELOS NA AGROINDÚSTRIA: UM CAMINHO CIRCULAR PARA PROMOVER A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E A SAÚDE HUMANA

Nos últimos anos, o discurso global sobre a sustentabilidade intensificou-se, impulsionando as indústrias a adotarem práticas mais ecológicas. No domínio da agroindústria, uma mudança para métodos de produção sustentáveis tornou-se imperativa. Entre os vários caminhos para alcançar a sustentabilidade, o cultivo e a utilização de cogumelos apresentam uma solução circular promissora.

Mafalda Silva^{1,2}, Ana Cristina Ramos^{1,3}, Elsa M. Gonçalves^{1,3}

¹ Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



² Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT), Universidade NOVA de Lisboa (UNL)



³ GeoBioTec—Geobiociências, Geoengenharias e Geotecnologias, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa



Os cogumelos, com a sua notável adaptabilidade e perfil nutricional único, oferecem benefícios multifacetados que se alinham com as preocupações ambientais e de saúde humana. Ao contrário das culturas tradicionais, a cultura de cogumelos requer recursos mínimos de solo e água, tornando-se uma opção eficiente e ecológica para a produção de alimentos. Além disso, os cogumelos possuem elevado potencial de bioconversão, permitindo-lhes crescer em resíduos e subprodutos agrícolas. Ao utilizar resíduos agrícolas como substratos para a cultura de cogumelos, a indústria pode efetivamente fechar o ciclo de produção de resíduos, transformando-os em recursos valiosos.

Para além do seu papel na valorização de resíduos, os cogumelos apresentam credenciais nutricionais impressionantes. Ricos em proteínas, fibras, vitaminas e minerais, oferecem uma fonte de nutrição saudável e sustentável. Além disso, os cogumelos contêm compostos bioativos com potenciais propriedades promotoras da saúde, que vão desde a modulação imunológica até efeitos antioxidantes. A integração de cogumelos na dieta humana promete aumentar a diversidade nutricional e promover o bem-estar geral.

Neste contexto, este artigo explora o potencial dos cogumelos na agroindústria como catalisador para a sustentabilidade ambiental e a saúde humana. Através de um exame abrangente da investigação atual e das práticas da indústria, pretendemos elucidar as várias formas como os cogumelos contribuem para um modelo de economia circular. Da redução de resíduos ao enriquecimento alimentar, os cogumelos oferecem uma abordagem holística para enfrentar os desafios prementes de sustentabilidade.

Cultura de cogumelos comestíveis

Nas últimas décadas, a produção de cogumelos (comestíveis e medicinais) tem vindo a aumentar, continuando a ser a Ásia o maior produtor, com cerca de 93% da produção mundial^[1]. Em 2021, nos EUA, o mercado dos cogumelos encontrava-se avaliado em 2,5 mil milhões de dólares, com uma previsão de crescimento para os próximos anos, despoletada pelo aumento da população com alimentação *Vegan*^[2]. O mercado europeu encontra-se avaliado em 1,5 mil milhões de euros, destacando-se a Polónia como o maior produtor e exportador europeu^[3]. A nível nacional, os dados sobre produção e consumo de cogumelos são inexistentes.

Das principais espécies de cogumelos comestíveis produzidos mundialmente destacam-se o *Agaricus bisporus*, o *Lentinula edodes* e o *Pleurotus ostreatus*, conforme consta na Figura 1.

Destes cogumelos, o *L. edodes* e o *P. ostreatus*, mais conhecidos por *shiitake* e cogumelo-ostra, respetivamente, são decompositores primários, desempenhando um papel importante no ciclo do carbono.

Uso de subprodutos da agroindústria

O setor alimentar enfrenta atualmente uma preocupação crescente com o impacto ambiental das suas atividades, impulsionada pelo aumento da população mundial e conseqüente procura por bens alimentares. A agricultura, um dos setores mais impactantes na geração de resíduos, produz uma variedade de subprodutos, como folhas, raízes, talos, caules, palhas, vagens e cascas. Além disso, a maioria dos alimentos chega ao consumidor final após processamento, gerando ainda mais subprodutos que muitas vezes são descartados durante



Figura 1 – Principais cogumelos comestíveis: a) *Agaricus bisporus*; b) *Lentinula edodes*; c) *Pleurotus ostreatus*.

os processos industriais e tecnológicos, resultando em altos custos de eliminação.

Na União Europeia, por exemplo, são produzidas anualmente cerca de 16 milhões de toneladas de subprodutos agroindustriais^[4], cuja decomposição liberta gases como dióxido de carbono, metano e óxido nítrico, prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. Para lidar com esse desafio, a implementação do conceito de “Economia Circular” torna-se crucial. Em 2022, a UE adotou o 8.º Programa de Ação em Matéria do Ambiente, buscando medidas para proteger e restaurar o ambiente, além de promover o uso eficiente e o reaproveitamento de subprodutos até 2030, visando uma economia circular^[5]. Essa abordagem possibilita uma gestão sustentável dos subprodutos, reduzindo o impacto ambiental e gerando valor.

O cultivo de cogumelos de forma sustentável faz uso inteligente dos resíduos da agroindústria,

transformando-os em substratos nutritivos para o crescimento dos fungos. Essa prática não apenas reduz o desperdício de resíduos agrícolas, mas também oferece uma solução ambientalmente amigável para a gestão desses materiais.

Os resíduos da agroindústria, como palha, serragem, bagaço de cana-de-açúcar e cascas de diversos produtos agrícolas, são ricos em nutrientes e representam uma fonte valiosa de matéria-prima para o cultivo de cogumelos. Ao utilizar esses resíduos como substratos, o cultivo de cogumelos contribui para fechar o ciclo de nutrientes na agricultura e reduzir a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários ou queimados, o que, por sua vez, diminui a emissão de gases de efeito estufa. Além disso, o cultivo de cogumelos em resíduos agrícolas pode oferecer benefícios adicionais, como a produção de cogumelos comestíveis de alta qualidade, a obtenção de receita para os agricultores e a

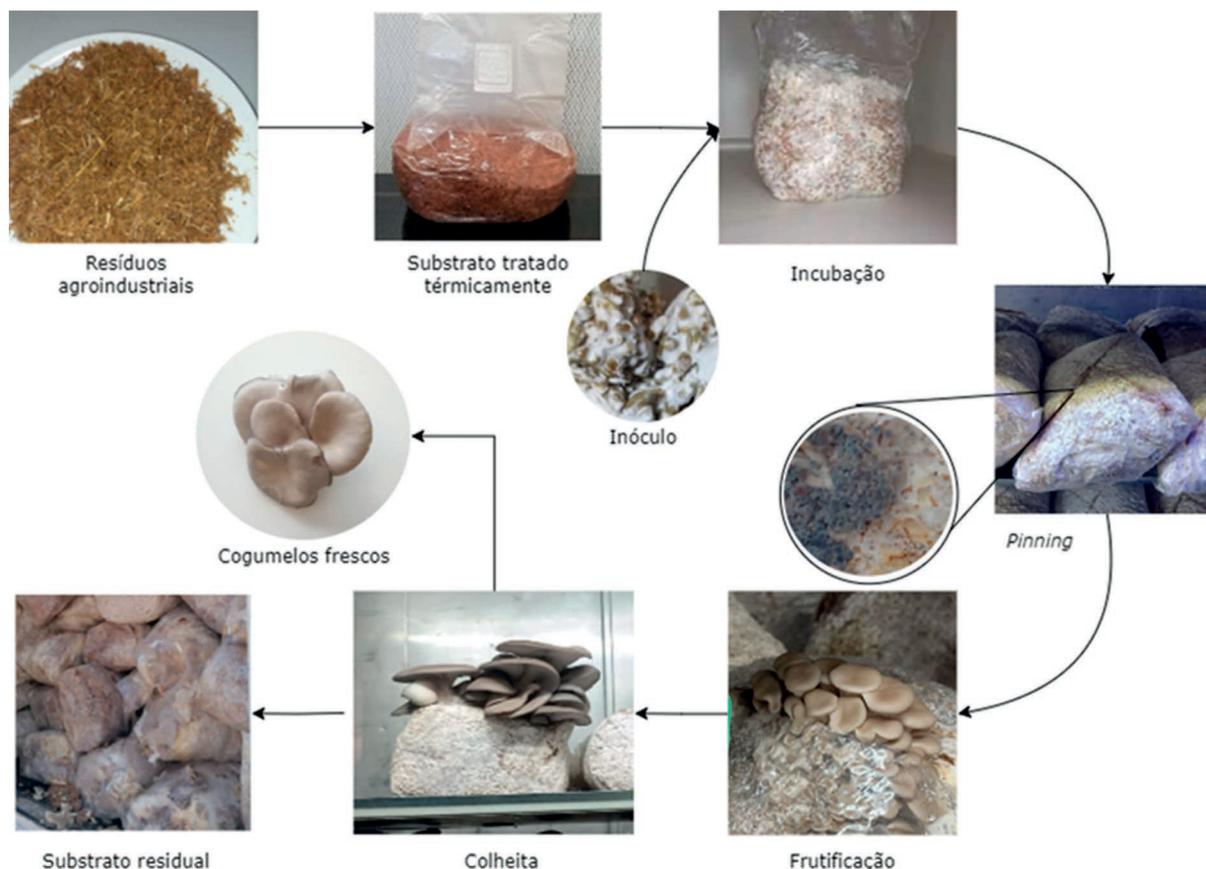


Figura 2 – Ciclo produtivo do cogumelo-ostra.

criação de empregos nas áreas rurais. Essa prática também pode ser integrada em sistemas agrícolas mais amplos, como a agroecologia, promovendo a sustentabilidade ambiental e social.

Portanto, o cultivo de cogumelos utilizando resíduos da agroindústria é um exemplo concreto de como a agricultura pode ser transformada num processo mais sustentável, onde os resíduos são vistos como recursos valiosos em vez de problemas a serem descartados^[6,7].

O ciclo produtivo do cogumelo passa por quatro etapas fundamentais: inoculação, incubação, frutificação e colheita (Figura 2).

Vários estudos relativos ao aproveitamento de subprodutos para cultura de cogumelos, demonstram que, consoante o tipo de resíduo utilizado como substrato, a composição nutricional e bioativa também sofre variações^[8,9]. Desta forma, esta área de estudo apresenta um potencial de desenvolvimento para produzir alimentos funcionais, biofortificados e de interesse para alimentação humana.

Importância dos cogumelos na alimentação

Os cogumelos comestíveis são reconhecidos como superalimentos graças à sua composição. São alimentos ricos em proteínas, fibras alimentares, gorduras insaturadas, uma variedade de vitaminas e minerais, como selênio e vitamina D, bem como diversos outros componentes bioativos, tais como fenólicos, terpenoides, polissacarídeos e β-glucanos, que oferecem uma variedade de efeitos benéficos à saúde, incluindo propriedades antimicrobianas,

imunomoduladoras e antioxidantes. Na Tabela 1 apresentam-se os valores nutricionais de 4 espécies de cogumelos.

Além disso, os cogumelos possuem potencial enquanto substituto parcial da carne animal na dieta humana, sendo de extrema relevância dada a alta pegada ambiental associada à produção de carne. Para além do impacto ambiental, esta substituição permite reduzir o consumo de gordura saturada e aumentar a ingestão de fibra. Os cogumelos possuem também um forte sabor *umami*, o que permite a sua utilização para intensificar o sabor dos alimentos e reduzir o teor de sal.

Para além de comestíveis, algumas espécies de cogumelos são também consideradas medicinais, como seja o cogumelo *Hericium erinaceus*, conhecido como juba-de-leão.



Figura 3 – Cogumelo juba-de-leão.

Tabela 1 – Valores nutricionais de 4 espécies de cogumelos – *Hericium erinaceus* (juba-de-leão), *Lentinula edodes* (shiitake), *Pleurotus ostreatus* (cogumelo-ostra), *Pleurotus eryngii* (cogumelo-do-cardo) – por 100 gramas de peso fresco

Espécie	Valor Nutricional (valores médios por 100 g)					
	Lípidos (g)	Hidratos de carbono (g)	Fibra (g)	Proteína (g)	Sal (g)	Energia kJ/kcal
<i>Hericium erinaceus</i>	0,4	5,0	2,3	8,1	<0,03	220 kJ / 53 kcal
<i>Lentinula edodes</i>	0,4	6,0	2,8	3,0	<0,03	140 kJ / 33 kcal
<i>Pleurotus ostreatus</i>	0,5	8,0	2,2	2,8	<0,03	180 kJ / 42 kcal
<i>Pleurotus eryngii</i>	0,5	7,0	1,7	3,7	<0,03	180 kJ / 44 kcal

Trata-se de uma espécie que contém compostos bioativos que conferem neuroproteção ao sistema nervoso central, com impactos positivos em várias patologias, como doença de Alzheimer, depressão e doença de Parkinson.

Os cogumelos são normalmente embalados em filmes plásticos. Essas embalagens conservam os cogumelos por períodos bastante curtos. No entanto, têm surgido materiais alternativos com melhores aptidões e menor impacto no ambiente. Para manter a qualidade dos cogumelos frescos, prolongar o seu tempo de vida e preservar o seu valor nutricional e características sensoriais, é necessário aplicar técnicas de conservação adequadas. As mais

utilizadas incluem embalagens em atmosfera modificada, secagem e congelamento.

No campo da conservação e embalagem de cogumelos, há uma procura crescente por soluções ambientalmente sustentáveis e que, ao mesmo tempo, aumentem o valor destes produtos e dos seus benefícios para a saúde.

Resíduos da cultura do cogumelo

Por cada quilo de cogumelos produzidos são gerados, após a colheita, cerca de 5 kg de substrato residual^[10]. Os excedentes e refugos da produção de cogumelos podem ter várias vias de valorização, i.e., enriquecimento de outros alimentos, extração

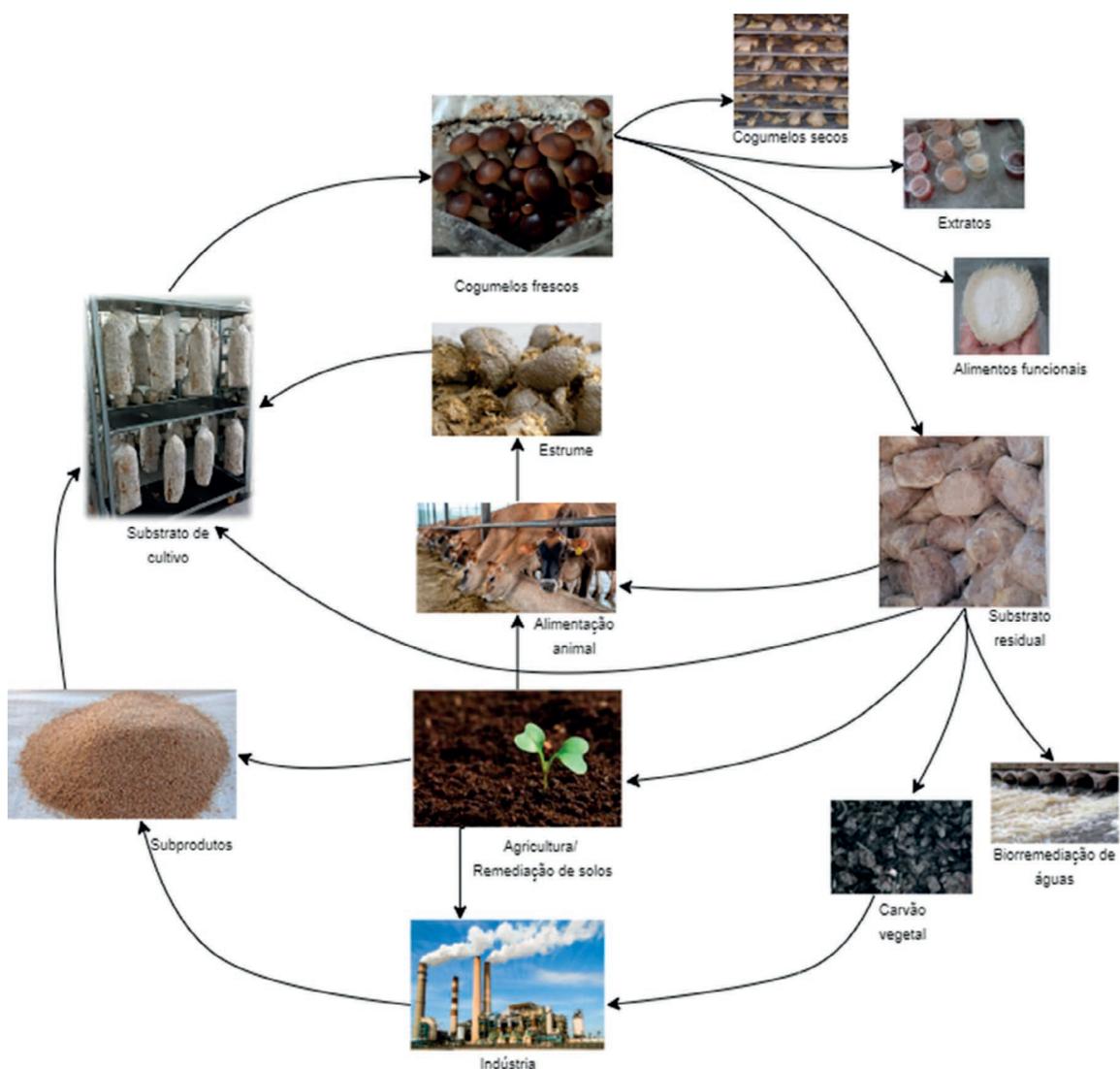


Figura 4 – Aproveitamento de resíduos num modelo de economia circular.

de compostos bioativos, incorporação em rações animais, produção de energia ou utilizados na agricultura para biorremediação de solos^[11-13] (Figura 4). Na verdade, há uma crescente atenção voltada para o objetivo de alcançar uma economia Zero Waste, na qual os resíduos são reintegrados no ciclo produtivo. O cultivo e transformação de cogumelos possuem essa vantagem, uma vez que todos os subprodutos resultantes podem ser reutilizados no ciclo de produção do próprio produto ou em outros produtos, promovendo assim uma utilização mais eficiente dos recursos.

Conclusão

Em suma, a incorporação dos cogumelos na agroindústria oferece uma solução circular para os desafios contemporâneos de sustentabilidade. Aproveitando resíduos agrícolas, os cogumelos não só reduzem o impacto ambiental, mas também fornecem alimentos nutritivos e bioativos. Essa abordagem não apenas promove a saúde humana, mas também impulsiona a economia circular, demonstrando que a sustentabilidade e a inovação podem caminhar juntas para um futuro mais equilibrado e próspero. 🌱

Bibliografia

- [1] Okuda, Y. (2022). Sustainability perspectives for future continuity of mushroom production: The bright and dark sides. *Front. Sustain. Food Syst.*, **6**.
- [2] Mushroom Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Button, Shiitake, Oyster), By Form, By Distribution Channel, By Application (Food, Pharmaceuticals, Cosmetics), By Region, And Segment Forecasts, 2022–2030.
- [3] Ministry of Economic Development and Technology. Poland is the largest exporter of mushrooms in Europe. Em <https://www.trade.gov.pl/en/news/poland-is-the-largest-exporter-of-mushrooms-in-europe/>.
- [4] Correddu, F. et al. (2020). Can Agro-Industrial By-Products Rich in Polyphenols be Advantageously Used in the Feeding and Nutrition of Dairy Small Ruminants? *Animals*, **10**:131.
- [5] Comissão Europeia. Regime de Acompanhamento do 8.º Programa de Ação em Matéria de Ambiente: Medir os Progressos Realizados para Alcançar os Objetivos Prioritários do Programa para 2030 e 2050.
- [6] Abou Fayssal, S. et al. (2021). Combined effect of olive pruning residues and spent coffee grounds on *Pleurotus ostreatus* production, composition, and nutritional value. *PLoS One*, **16**:e025579.
- [7] Jin, Z. et al. (2018). Yield, Nutritional Content, and Antioxidant Activity of *Pleurotus ostreatus* on Corncoobs Supplemented with Herb Residues. *Mycobiology*, **46**:24–32.
- [8] Rzymiski, P et al. (2017). Cultivation of *Agaricus bisporus* enriched with selenium, zinc and copper. *J. Sci. Food Agric.*, **97**:923–928.
- [9] Yolande et al. (2023). Impact of substrate methionine content on lovastatin potentiation and morphological parameters of *Pleurotus ostreatus*. *Sci. Afr.*, **20**:e01621.
- [10] Pérez-Chávez, A.M. et al. (2022). Evaluation of ligninolytic activity in spent mushroom substrate from four cultivated mushrooms. *J. Bioresour. Bioprod.*, **7**:288–294.
- [11] Lu, X. et al. (2018). Incorporation of mushroom powder into bread dough – Effects on dough rheology and bread properties. *Cereal Chem.*, **95**:418–427.
- [12] de Almeida Moreira, B.R. et al. (2020). Production of *Pleurotus ostreatus* var. Florida on briquettes and recycling its spent substrate as briquettes for fuel grade biosolids. *J. Clean. Prod.*, **274**:123919.
- [13] Baek, Y. et al. (2017). Rumen fermentation and digestibility of spent mushroom (*Pleurotus ostreatus*) substrate inoculated with *Lactobacillus brevis* for Hanwoo steers. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.*, **30**:267–277.