



Meta-análise da produção de *Pleurotus ostreatus* e seu potencial de utilização como suplemento alimentar: uma revisão sistemática

Kymbely Kaylany Ribeiro de Medeiros ^{a*}, Augustus Caeser Franke Portella ^a, Thiago Gledson Rios Terra ^a, Gessiel Newton Scheidt ^a, Aluisio Freitas Chagas Junior ^a, Jader Nunes Cachoeira ^a

^a Universidade Federal do Tocantins, Brasil

* Autor correspondente (kymbely.medeiros@uft.edu.br)

INFO

Keywords

functional food
oyster mushroom
mushroom cultivation
dietary supplementation
human health

ABSTRACT

Meta-analysis of Pleurotus ostreatus production and its potential use as a food supplement: a systematic review

The growing concern of consumers with food quality, and especially with their quality of life, has led industries to continually invest in healthier products. Dietary supplements are composed of vitamins, minerals, plant extracts, tissue extracts, proteins, amino acids, or combinations of these different elements. Thus, we conducted a systematic review and meta-analysis to evaluate the association between mushroom consumption, its nutritional supplementation potential, and its effects on lipid profile. Searches were performed in the MEDLINE, Scientific Electronic Library Online (SciELO), and ScienceDirect databases to identify relevant studies on mushroom consumption and nutrition published between January 1, 2021, and August 30, 2024. Observational studies (n = 13) were considered eligible for this work, reporting Standardized Mean Difference (SMD) with 95% confidence intervals for the use of *Pleurotus* sp. mushrooms as an energy supplement for daily requirements in Kcal/100g. Mushroom consumption was associated with a lower risk of immunodeficiency, while higher consumption was also linked to a reduced risk of food insecurity and better lipid control (combined Odds Ratio (OR) for the highest versus lowest consumption groups: 1.35; 95% CI: 1.14–1.60; n = 13). The association between higher mushroom consumption and nutritional requirements, particularly lipid control, may indicate a potential protective role of mushrooms in the diet.

RESUMO

A crescente preocupação dos consumidores com a qualidade dos alimentos e principalmente sua qualidade de vida faz com que as indústrias invistam constantemente em produtos mais saudáveis. Suplementos alimentares trazem em sua composição vitaminas, minerais, extratos de plantas, extratos de tecidos, proteínas e aminoácidos, ou a combinação desses diferentes elementos. Desse modo, realizamos uma revisão sistemática e meta-análise para avaliar a associação entre o consumo de cogumelos e a sua capacidade de suplementação nutricional e seus efeitos no perfil lipídico. Realizamos buscas nas bases de dados Médica (MEDLINE), Scientific Electronic Library Online (SciELO) e ScienceDirect, para identificar estudos relevantes sobre consumo de cogumelos e nutrição, publicados entre 1º de janeiro de 2021 e 30 de agosto de 2024. Foram considerados elegíveis para o presente trabalho os estudos observacionais (n = 13) que apresentaram Standardized Mean Difference (SMD) de 95% do uso do cogumelo *Pleurotus* sp. como suplemento energético das necessidades diárias em Kcal/100g. Consumo de cogumelos esteve associado a menor risco de imunodeficiência e o maior consumo de cogumelos também esteve associado a menor risco de insegurança alimentar e maior controle lipídico. (Odds Ratio (OR) combinado para os grupos de maior consumo em comparação com os de menor consumo: 1,35; IC 95%: 1,14–1,60; n = 13). A associação entre maior consumo de cogumelos e as necessidades nutricionais, particularmente o controle lipídico, pode indicar um possível papel protetor dos cogumelos na dieta.

Palavras-chaves

alimento funcional
cogumelo ostra
cultivo de cogumelos
suplementação alimentar
saúde humana



INTRODUÇÃO

Os cogumelos são pertencentes ao filo *basidiomycota*, são macrofungos que se destacam por apresentarem corpo frutificado de diferentes formas e cores. Seu consumo para alimentação e medicina remonta a mil anos antes de Cristo, sendo apreciados pelos povos egípcios, pelo império romano e pelas civilizações pré-colombianas (Steffen *et al.*, 2020). Existem aproximadamente duas mil espécies de cogumelos comestíveis conhecidos (Paiva *et al.*, 2021).

A ideia de que o cogumelo pode servir tanto como alimento quanto como medicamento deriva da convicção ancestral de que ele promove a saúde e a vitalidade, contribuindo para o bem-estar humano ao longo do tempo (SANCHEZ, 2004). Na mitologia grega, os cogumelos conferiam vigor aos guerreiros em combate. Em contrapartida, os egípcios os viam como um verdadeiro presente divino. Por essa razão, os romanos reverenciavam os cogumelos comestíveis como dádivas e os incluíam em sua alimentação com respeito (Ambhore *et al.*, 2024).

No Brasil, o consumo desses alimentos não era muito comum. Foi apenas na primeira metade do século passado, com a chegada de um grande número de japoneses e chineses, que a história do cultivo de cogumelos começou no país (Raimundo, 2015). Atualmente o consumo de cogumelos teve aumento significativo na cultura ocidental (FAO, 2022). No Brasil Dados do Censo Agropecuário 2017 do Brasil estimam que a produção de cogumelos foi de 12.730 toneladas a partir de 773 Unidades produtoras concentradas nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Espírito Santo (IBGE, 2017). Uma grande parcela dos consumidores de cogumelos pertence aos grupos que seguem uma alimentação livre de carnes e produtos de origem animal, como os vegetarianos e veganos, que veem nos cogumelos um substituto alimentar para a carne (Ceita, 2009). Estes oferecem um conjunto de nutrientes valiosos, incluindo proteínas, carboidratos, minerais, vitaminas e aminoácidos essenciais, além de possuírem baixo teor de gordura (Coelho *et al.*, 2022). Além disso, apresentam propriedades imunomoduladoras e anticancerígenas, anti-inflamatórias, antioxidantes, antiviral, antibacteriana, antialérgica e antitumoral (Guedes, 2016).

Embora o conhecimento dos benefícios dos cogumelos já seja secular e já se tenham realizado vários estudos *in vitro* e *in vivo* que demonstrem a sua atividade. O seu mecanismo de ação, as doses, vias de administração e toxicidade, são muitas vezes limitados e pouco claros. A atividade antitumoral e imunomoduladora são as atividades

mais exploradas até o momento (Phan *et al.*, 2015).

Diante dos resultados dos artigos selecionados, o valor nutricional dos cogumelos *Pleurotus* tem sido relatado pela sua importância como alimento funcional podendo ser utilizados em diferentes preparações, apresentando características gastronômicas bastantes aceitas pelos consumidores, ou seja, os cogumelos do gênero *Pleurotus* são de suma importância devido ser ricos em proteínas e são muito utilizados em alimentos por suas propriedades gastronômicas (Boiago, 2020).

Essa importância é citada na melhoria da saúde em geral ganhando considerável atenção nas esferas acadêmica e do consumidor. Entre várias opções naturais, os cogumelos surgiram como candidatos promissores, particularmente o cogumelo ostra (*Pleurotus* spp.) (Roncero *et al.*, 2017). Com a crescente popularidade das dietas baseadas em vegetais e a busca por soluções de saúde holísticas, uma metanálise examinando a eficácia e as vantagens nutricionais desse produto como suplemento alimentar é oportuna e relevante. Portanto, este ensaio analisará criticamente os estudos existentes para determinar como a incorporação de *P. ostreatus* em dietas diárias pode contribuir para melhores resultados de saúde e padrões nutricionais. Este trabalho irá explorar as características morfológicas, os métodos de cultivo, os valores nutricionais e seus potenciais benefícios, destacando sua importância econômica e ecológica no cenário atual. A literatura revisada oferece uma visão abrangente sobre essas características e os benefícios dessa espécie, além de abordar as práticas de cultivo que favorecem sua produção.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Fungos

A Micologia é a ciência que estuda os fungos, inicialmente considerada um ramo da Botânica. Os fungos eram denominados de plantas primitivas, posteriormente, identificaram-se diferenças, tais como: a decomposição da matéria orgânica, a ausência de clorofila, o processo de fotossíntese, a presença de ergosterol e quitina (Gow *et al.*, 2019).

Os fungos pertencem ao Reino Fungi, são seres eucarióticos podendo ser unicelulares ou pluricelulares (Teixeira, 2020). Sendo heterotróficos, ou seja, não conseguem gerar seu próprio alimento (Malajovich, 2016). Apesar de algumas espécies fúngicas causarem doenças, os fungos têm uma grande importância benéfica para a sociedade, como na produção de antibióticos e na fermentação (Madigan *et al.*, 2016).

Dentre o reino que abrange muitos organismos estão os bolores, leveduras e cogumelos que

apresentam características morfológicas, fisiológicas e ecológicas distintas, sendo assim organismos essenciais para a prosperidade dos ecossistemas, tendo uma vasta aplicação biotecnológica (Abreu *et al.*, 2015).

Os cogumelos possuem duas partes principais: a parte visível e reprodutora, chamada de corpo de frutificação, e a parte vegetativa, que é a maior parte do organismo. A parte vegetativa é formada por uma rede de filamentos finos chamados de hifas, que em conjunto formam o que se chama de micélio (RAVEN, 2007). O corpo de frutificação, ou cogumelo propriamente dito, é a estrutura que emerge do solo ou de outros substratos e é responsável pela reprodução do fungo. (KANAGAWA; NEVES, 2011) Estes fungos são conhecidos há muito tempo, seja pela sua toxicidade, suas propriedades medicinais ou pelo sabor distintivo que proporciona (Silva, Vicente E Baptista-Ferreira, 2013).

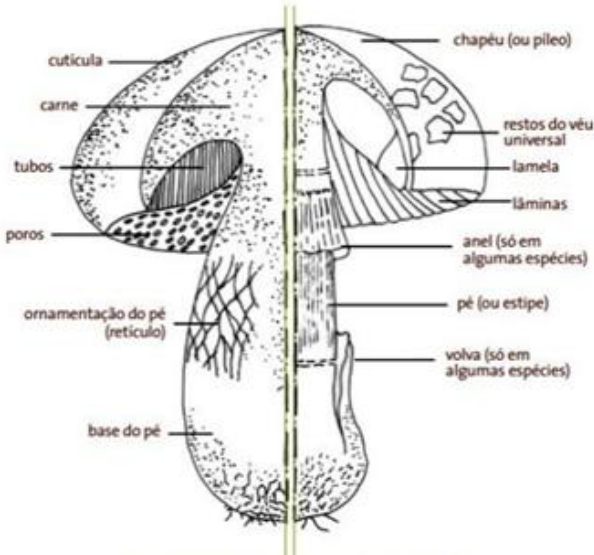


Figura 1 - Morfologia dos cogumelos.

Fonte: Baptista-Ferreira; Silva, 2013.

Possuem uma rica composição nutricional, que faz serem bem atrativos, tem um baixo teor de gorduras, ricos em proteínas e vitaminas, como vitaminas B12, B1, B2, C e D e também em elementos minerais; cálcio, selênio, potássio, magnésio, sódio, fósforo, cobre, ferro e manganês, os cogumelos são uma importante fonte de compostos bioativos com propriedades nutracêuticas (Guillamón *et al.*, 2010).

Estes contêm diversos nutrientes benéficos à saúde, como ácidos graxos insaturados, compostos fenólicos, e carotenóides. Os ácidos graxos insaturados presentes nos cogumelos, como os ácidos oleico, linoleico e linolênico, são essenciais para a saúde cardiovascular, pois ajudam a reduzir os níveis de colesterol no sangue (Zhao *et al.*, 2024). Esses macrofungos são considerados um

alimento saudável devido à sua composição rica em compostos bioativos com diversos benefícios para a saúde. Esses nutrientes desempenham um papel importante na prevenção de doenças crônicas, como doenças cardiovasculares, câncer e doenças neurodegenerativas (Assemie; Abaya, 2022).

Pleurotus ostreatus

O cogumelo *P. ostreatus*, popularmente conhecido como cogumelo ostra, é uma espécie de fungo cultivada e consumida em diversas partes do mundo (Carrasco-Gonzales *et al.*, 2024). Reconhecido por seu sabor delicado e textura agradável, o cogumelo ostra tem se tornado uma escolha comum na gastronomia, além de ser uma excelente fonte de nutrientes, incluindo proteínas, fibras e vitaminas. Sua capacidade de adaptação a diferentes substratos e condições de cultivo também o torna uma opção viável para a agricultura sustentável (Jayakumar *et al.*, 2011).

O *P. ostreatus* se encaixa na morfologia dos Agaricoides com lâminas. Estes são cogumelos que possuem lâminas na parte inferior do chapéu, em vez de poros ou tubos. O chapéu é bastante convexo em forma de ostra, possuindo uma cor branca seguindo ao creme e um sabor autêntico levemente adocicado que é muito apreciado (Silva; Vicente; Baptista -Ferreira, 2013).

O fungo tem se destacado como uma excelente alternativa alimentar para vegetarianos e veganos, uma vez que apresenta uma concentração de nutrientes duas vezes superior à de muitos vegetais. Seu valor nutricional é comparável ao da carne, o que o torna uma opção ideal para substituir produtos de origem animal (Niella *et al.*, 2019).

O cultivo do *P. ostreatus* não apenas atende à demanda crescente por alimentos alternativos e saudáveis, mas também desempenha um papel significativo na recuperação de resíduos orgânicos. Por serem fungos saprofitos são fáceis de cultivar, podendo crescer em troncos de árvores caídas, substratos agrícolas. O *P. ostreatus* é considerado fungo da podridão branca por serem eficientes na degradação da lignocelulose na madeira. Além disso, é o segundo cogumelo mais cultivado no mundo (Silva *et al.*, 2020).

Produção de cogumelos

Um dos aspectos mais fascinantes do cultivo de *Pleurotus* é a variedade de substratos que podem ser usados. Tradicionalmente, é cultivado em troncos de madeira, mas pesquisas demonstraram que ele pode crescer eficientemente em uma ampla gama de materiais, como palha, bagaço de cana-de-açúcar, resíduos de café e até papel reciclado. Essa flexibilidade não só otimiza o uso de resíduos agrícolas, mas também contribui para práticas de

cultivo mais sustentáveis (Gonçalves; Almeida; Oliveira, 2021).

A utilização de substratos alternativos favorece uma economia circular, minimizando o desperdício e promovendo uma agricultura mais responsável. Além disso, o desenvolvimento de técnicas para o cultivo em substratos pode estimular a produção local e fomentar a segurança alimentar em diversas regiões (Figueiredo; Martins; Costa, 2020).

O cultivo de cogumelos é uma prática amplamente disseminada em todo o mundo, com o gênero *Pleurotus* representando cerca de 19% da produção global, enquanto o gênero *Lentinula* ocupa 22%, sendo o principal gênero produzido desse mercado. O cultivo de cogumelos pode ser realizado em cultivo sólidos, o que é particularmente vantajoso, pois permite a utilização de resíduos agroindustriais. Podendo ser utilizados cascas, capim, palhas, bagaço de cana, entre outros resíduos (Bernardi et al., 2008; Bononi et al., 1999). Essa abordagem não apenas promove a reciclagem de materiais, mas também resulta em uma produção mais ecológica e sustentável (Antunes et al., 2020; Niella et al. 2019).

A produção de cogumelos consiste em um processo fundamentado na fermentação em estado sólido, no qual o micélio fúngico se desenvolve em um substrato específico. A escolha do substrato é influenciada pelas exigências nutricionais das diversas espécies de fungos cultivados (Eira, 2004). O shimeji, em particular, destaca-se por seu crescimento acelerado e pela habilidade de gerar corpos de frutificação em uma ampla variedade de substratos sem muitas exigências de cultivo (Hultberg et al., 2023).

Nas etapas de produção de cogumelos inclui o “spawn” que se refere ao crescimento vegetativo do fungo, que é importante para a inoculação do substrato. O “spawn” é produzido utilizando grãos, como milho, arroz e centeio, os grãos são misturados com cal ou gesso para corrigir o pH do meio. Estes grãos utilizados servem como um meio nutritivo para induzir o crescimento dos cogumelos (Rai, 2004; Sharma; Kumar, 2011).

Após a colonização dos “spawn” é preparado o substrato, sendo usado feno, milho, bagaço de cana, palha de arroz, polpa de café, folha de bananeira, madeira e serragem. É de grande importância que o substrato utilizado esteja úmido, pois a umidade é crucial para o desenvolvimento do micélio. Com o substrato inoculado e com as necessidades nutricionais exigidas o crescimento é iniciado imediatamente e o cogumelo resultante vai ter as características nutricionais de acordo com o substrato escolhido, influenciando assim a qualidade e valor do cogumelo (Urban, 2017).

Com o crescimento dos cogumelos, chega o

momento da colheita e dos cuidados essenciais. Devido à alta concentração de água, cerca de 90% em sua composição, os cogumelos possuem uma vida útil limitada, o que os torna suscetíveis a rápidas alterações em sua bioquímica e fisiologia (Liufang, 2024). Essas mudanças se manifestam por meio de escurecimento, perda de peso e deterioração. Para prolongar a durabilidade dos cogumelos, é comum recorrer a métodos de armazenamento como secagem, resfriamento, enlatamento, desidratação e o uso de produtos químicos apropriados (Castellanos-Reyes et al., 2021). Além disso, os cogumelos são frequentemente consumidos em formas processadas, como cápsulas, sopa em pó, biscoitos e nuggets, o que não apenas agrega valor a esses produtos, mas também estende a vida útil dos cogumelos, ampliando suas possibilidades de consumo (Rai, 2004).

Cogumelos medicinais

A diversidade de cogumelos existente é enorme, são vários os que são conhecidos pelas suas propriedades medicinais e nutricionais. No entanto, algumas espécies tais como *Amanita phalloides*, *Cortinarius rubellus*, *Galerina marginata* podem tornar-se perigosas porque causam toxicidade (Le Daré et al., 2021). Esta toxicidade pode ser devido à presença de toxinas que estão presentes também em espécies de cogumelos nos quais são reconhecidas propriedades benéficas (Jo; Hossain; Park, 2014).

O *Ganoderma lucidum*, também designado de Reishi e Lingzhi é um cogumelo comestível muito popular e também comumente designado de “cogumelo vermelho”; *lucidum* significa “brilhante” em latim e refere-se ao seu corpo de frutificação com um aspecto envernizado (Sliva, 2006). É um fungo basidiomiceto que faz parte da família Ganodermataceae. Cresce em árvores como o Carvalho e a Ameixeira do Japão. Foi usado durante séculos na China e no Japão pelas suas propriedades medicinais; é conhecido por preservar a vitalidade humana e promover a longevidade. O cogumelo *Ganoderma lucidum* foi usado para o tratamento de várias doenças como alergias, bronquite, hiperglicemia, hipertensão, hepatite crônica, insônia e cancro. (Willard, 2013).

Os cogumelos medicinais possuem um longo histórico de uso em terapias da medicina asiática. Nos últimos 30 anos, pesquisas científicas e médicas realizadas no Japão, China e Coreia, e mais recentemente nos Estados Unidos, têm confirmado as propriedades potentes e únicas dos compostos extraídos de cogumelos. Esses compostos têm se mostrado eficazes na prevenção e tratamento de câncer e outras doenças crônicas (Dos Reis, 2015).

Setyawan *et al.* (2024) conduziram estudos com beta-glucano derivado de cogumelos, investigando sua capacidade de inibir células cancerígenas. Os resultados demonstraram uma eficácia significativa do beta-glucano na inibição de células do câncer de mama, sugerindo seu potencial como um agente terapêutico promissor no combate a essa doença.

Os compostos bioativos presentes nos cogumelos são reconhecidos por suas diversas propriedades benéficas à saúde, incluindo ações anti-inflamatórias e antioxidantes. Além disso, os cogumelos comestíveis têm demonstrado contribuir para a melhora dos sintomas de depressão e das funções cognitivas em indivíduos que os consomem (Cha *et al.*, 2024).

Os gêneros reconhecidos por suas propriedades medicinais incluem *Ganoderma*, *Auricularia*, *Grifola*, *Phellinus*, *Coprinus*, *Trametes*, *Lentinula*, *Agaricus*, *Inonotus* e *Pleurotus* (Dos Reis, 2015). Diferentes espécies de cogumelos estão associadas a uma variedade de efeitos terapêuticos, como propriedades imunomoduladoras que ajudam a regular o sistema imunológico, efeitos antitumorais que podem auxiliar na prevenção e tratamento de diferentes tipos de câncer, além de ações antimicrobianas que inibem o crescimento de

microrganismos patogênicos. Esses macrofungos apresentam efeitos prebióticos devido a presença de carboidratos como quitina, hemicelulose, mananas, galactanas, xilanas e β e α -glucanas, por conta da quitina não ser degradada pelas enzimas no organismo por apresentar insolubilidade em água, permitindo que os carboidratos presentes nos cogumelos atuem como prebióticos, favorecem o crescimento de bactérias benéficas no intestino, e efeitos antidiabéticos que podem auxiliar na regulação dos níveis de glicose no sangue (Araujo-Rodrigues *et al.*, 2024; Da Silva Jorge, 2011).

Estudos mostraram que os polissacarídeos presentes nos cogumelos têm um efeito positivo na atividade das células do sistema imunológico, células como natural killer que agem contra as células tumorais, macrófagos que podem fagocitar e secretar citocinas que ajudam a aumentar a resposta imune e células T que destroem as células tumorais, também têm a capacidade de regular a produção de citocinas, e esses estudos ressaltam a importância dos cogumelos na alimentação que ajudam a reduzir e prevenir uma variedade de doenças, promovendo a saúde e fortalecendo o sistema imunológico (Randeni; Xu, 2024).

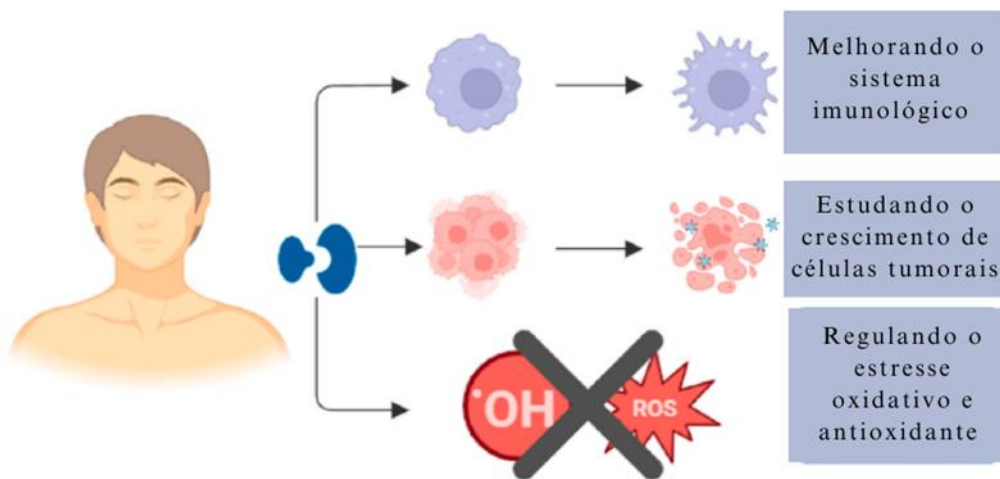


Figura 2 - Importância dos oligossacarídeos derivados de cogumelos.

Fonte: Wang *et al.*, 2024. (Adaptado)

Propriedades nutricionais do *Pleurotus ostreatus* e benefícios para a saúde

O *P. ostreatus* é reconhecido tanto pelas suas propriedades medicinais quanto por seu sabor. O cogumelo se destaca por ser de fácil cultivo tendo exigências mínimas de controle de ambiente se mostrando fácil de produzir e mais acessível para consumo (Sánchez, 2010).

Este cogumelo apresenta quantidades superiores de cistina, metionina e ácido aspártico quando comparado com outros cogumelos comestíveis (Jayakumar; Thomas; Geraldine, 2009). No estudo realizado por Jayakumar *et al.* (2009) os resultados revelaram que o extrato etanólico do cogumelo *P. ostreatus* demonstrou um aumento consistente em seu poder redutor conforme a concentração do extrato aumentava. A uma concentração de 10

mg/mL, o extrato de cogumelo exibiu um poder redutor de 1,367 mg/mL, destacando-se como significativamente mais eficaz em comparação com o antioxidante sintético BHT (Hidroxitolueno butilado), que registrou um valor de 1,192 mg/mL.

Além de efeitos antioxidantes, O *P. ostreatus* tem efeitos anti-inflamatórios inibindo citocinas pró inflamatórias e óxido nítrico, também mostrou propriedades antitumorais por meio de citocinas estimulando produção de glóbulos brancos e aumentando a fagocitose das células irregulares (Dos Reis, 2015). Este cogumelo apresenta diversas outras propriedades como apresentado na (Tabela 1). Além disso, *P. ostreatus* é uma rica fonte de fibra alimentar, que auxilia na saúde digestiva e contribui para a saciedade, tornando-o uma escolha ideal para aqueles que buscam opções de controle de peso.

A presença de compostos bioativos, como polissacarídeos e compostos fenólicos, aumenta ainda mais seu potencial terapêutico (Kumar et al., 2021). Esses componentes oferecem vários benefícios à saúde, incluindo efeitos imunomoduladores e o potencial de reduzir os níveis de colesterol, alinhando-se com as tendências atuais do consumidor em direção a alimentos naturais e funcionais (Grace et al., 2021; Arun et al., 2021).

Segundo Kohari (2013) o *P. ostreatus*, assim como outras espécies do gênero, é capaz de produzir Lovastatin®, um medicamento reconhecido pela Food and Drug Administration (FDA) para o tratamento de colesterol elevado. Essa característica não apenas ressalta o valor medicinal do cogumelo, mas também indica sua relevância na segurança alimentar, uma vez que a produção atual se concentra na oferta de cogumelos frescos, enlatados e secos como fontes alimentares. A capacidade do *P. ostreatus* de crescer em diversos resíduos lignocelulósicos é um fator que contribui para sua viabilidade econômica e ambiental.

Em um estudo realizado por Ahmed (2013), é enfatizado o alto valor nutricional do cogumelo ostra, que se configura como uma excelente fonte de carboidratos, fibras, proteínas, vitaminas e minerais. O crescente interesse pelo cultivo de cogumelos para fins alimentares e suplementação nutricional é contextualizado no cenário de segurança alimentar, onde o *P. ostreatus* se destaca não apenas pela sua palatabilidade, mas também pelo seu potencial como um complemento nutricional eficaz. A pesquisa também aponta que a produtividade do cogumelo depende da seleção de linhagens apropriadas, o que é fundamental para maximizar os benefícios nutricionais e econômicos.

O consumo de *P. ostreatus*, oferece uma riqueza de benefícios nutricionais que podem contribuir significativamente para uma dieta equilibrada. Esta espécie é rica em nutrientes essenciais, incluindo proteínas, fibras alimentares, vitaminas e minerais, que coletivamente apoiam várias funções corporais e melhorias na saúde (Silva et al., 2021). Notavelmente, os cogumelos ostra são baixos em calorias e gordura, tornando-os uma escolha alimentar ideal para o controle de peso, ao mesmo tempo em que fornecem nutrição substancial (Crispim, 2023). Além disso, esses cogumelos contêm compostos bioativos que podem aumentar a resposta imunológica e podem exibir propriedades anti-inflamatórias (Wang et al., 2022). Isso se alinha com a ideia de que os nutraceuticos podem fornecer benefícios nutricionais e medicinais, enfatizando seu papel na assistência médica integrada (Bumbu et al., 2024), bem como que os metabólitos secundários derivados de fungos como *P. ostreatus* podem possuir propriedades antimicrobianas e anticancerígenas, abrindo caminhos para uma maior exploração em suplementação alimentar e alimentos funcionais (Pinar, 2024).

Segundo Machado (2019), as informações obtidas ao explorar as condições ideais para o cultivo do *P. ostreatus* revelam que o cogumelo pode ser cultivado em uma variedade de substratos, incluindo resíduos agrícolas, como sementes de algodão e palha de trigo, o que não apenas favorece a produção, mas também contribui para a sustentabilidade ao utilizar resíduos. A pesquisa indica ainda que a escolha do substrato é crucial para o sucesso do cultivo, e que o mesmo pode apresentar um crescimento rápido e uma baixa incidência de contaminações, o que o torna uma opção atrativa para pequenos produtores.

Estudos demonstram que a composição proteica dos *P. ostreatus* é de aproximadamente 20 - 30% em relação ao seu peso seco (Huang; Wang; Zhao, 2016). Além de proteínas, o *P. ostreatus* é rico em fibras, principalmente fibra alimentar, que é essencial para a saúde digestiva. A inclusão de fibras na dieta ajuda a regular o trânsito intestinal e a controlar níveis de glicose no sangue, contribuindo para a prevenção de doenças metabólicas, as fibras também possuem um efeito positivo no controle do colesterol, sendo benéficas para a saúde cardiovascular (Cheung, 2010). As vitaminas presentes no *P. ostreatus*, como as do complexo B (riboflavina, niacina e ácido pantotênico), desempenham funções vitais no metabolismo energético e na manutenção da saúde do sistema nervoso, o cogumelo também contém vitamina D, que é importante para a saúde óssea e imunológica (Liu; Zhang; Xu, 2012).

Os compostos bioativos presentes no *P. ostreatus*, como ergosterol, polissacarídeos e fenóis, têm sido associados a efeitos antioxidantes. A capacidade antioxidante desses compostos pode ajudar a neutralizar os radicais livres, reduzindo o risco de doenças crônicas (Bae; Riu; Kim, 2016). Além disso, pesquisas indicam que pode ter propriedades imunomoduladoras, potencializando a resposta imunológica do organismo e

promovendo uma melhor defesa contra infecções (Mizuno, 2013). Outras evidências sugerem que pode ter um efeito hipocolesterolêmico e que a ingestão deste cogumelo pode contribuir para a redução dos níveis de colesterol total e Low-Density Lipoprotein (LDL) no sangue, o que é crucial para a prevenção de doenças cardiovasculares (Tian; Wang; Liu, 2018).

Tabela 1 - Propriedades medicinais do *P. ostreatus*

Efeito	Substâncias	Referências
Anticâncer	Proteína solúvel em água (ou) polissacarídeo	Jedinak A <i>et al.</i> (2010) Wu <i>et al.</i> (2011) De Silva DD <i>et al.</i> (2012)
Antioxidante	β-D Glucano (pleurano) Lectina	Bokek P & Galbavy S (2001) Wang H & Ng TB (2000) Zhang YX <i>et al.</i> (2012) Mitra P <i>et al.</i> (2013)
Antitumoral	β-D Glucano (pleurano) Glico-peptídeo Proteoglicanos	Bokek P & Galbavy S (2001) Li <i>et al.</i> (1994) Sarangi I <i>et al.</i> (2006) Silva S. <i>et al.</i> (2012) Devi KSP <i>et al.</i> (2013)
Antiviral	Proteína semelhante à ubiquitina	Wang H & Ng TB (2000) Ei-Fakharany <i>et al.</i> (2010)
Antibacteriano	β-D Glucano (pleurano)	Karacsonyi S & Kuniak L (1994) Mirunalini S <i>et al.</i> (2012) Vamanu E <i>et al.</i> (2012)
Antidiabético	Bioativo não especificado	Krishna S & Usha PTA (2009) Ghaly <i>et al.</i> (2011)
Saúde ocular	β-(1,3/1,6) D glucano	Isai M <i>et al.</i> (2009)
Anti-artrítico	Bioativo não especificado	Bauerova <i>et al.</i> (2009)
Hipocolesterolêmico	Beta-glucanas	Tian; Wang; Liu, (2018)

Fonte: Deepalakshmi e Mirunalini (2014). (Adaptado).

METODOLOGIA

Foi realizada pesquisa em bases de dados como PubMed, Scopus e Web of Science, Scispace, Google acadêmico e ScienceDirect selecionando estudos que investigaram os efeitos do *Pleurotus ostreatus* em humanos ou modelos. Os critérios de inclusão foram estudos randomizados controlados, com dados sobre variáveis de interesse antes e após o consumo do cogumelo.

Foram utilizados na busca os seguintes critérios, de acordo com a base de dados:

- **Nome científico:** *Pleurotus ostreatus*
- **Nome popular:** oyster mushroom ou cogumelo ostra
- **Tipo de estudo:** randomized controlled trial ou controlled trial ou clinical trial
- **Público-alvo:** human ou human study ou animal model ou rodent ou rat ou mouse
- **Critério temporal:** pre-post comparison ou before and after

Efeitos e desfechos de interesse

Para refinar a busca, foi incluído termos para os efeitos desejados, como:

- **Efeitos imunológicos:**
 - Immunomodulation ou immunomodulatory
 - immune response
 - inflammatory markers ou inflammation
 - cytokines (Ex: IL-6, TNF-alpha)
 - CRP (Proteína C-Reativa)
 - beta-glucans
- **Saúde cardiometabólica:**
 - blood lipids ou cholesterol ou triglycerides
 - blood pressure ou hypertension
 - glucose metabolism ou insulin resistance
 - cardiovascular disease
- **Controle de peso:**
 - weight control ou obesity
 - body composition
 - metabolic syndrome

Operadores booleanos

Para combinar as palavras-chave foram utilizados os seguintes operadores booleanos como AND, OR e NOT:

- AND: Para incluir todos os termos na busca. *Pleurotus ostreatus* AND randomized controlled trial.
- OR: Para incluir sinônimos ou termos relacionados. human OR animal model.
- NOT: Para excluir termos indesejados. *Pleurotus ostreatus* NOT review (para remover artigos de revisão).

Strings de busca

Aqui estão algumas combinações de palavras-chave utilizadas nas diferentes bases de dados:

PubMed e Scopus:

Estas bases permitem a utilização de termos MeSH (Medical Subject Headings), que são mais precisos para buscas em saúde.

- (*Pleurotus ostreatus* [MeSH Term] OR "oyster mushroom" [Text Word]) AND ("randomized controlled trial" OR "clinical trial" OR "controlled study") AND (human OR "animal model")
- *Pleurotus ostreatus* AND (immunomodulation OR "immune response" OR "inflammatory markers") AND ("randomized controlled trial" OR "before and after")
- *Pleurotus ostreatus* AND (cholesterol OR hypertension OR obesity) AND "randomized controlled trial"

- Web of Science e ScienceDirect:

Essas bases de dados não utilizam MeSH, então a busca é feita por termos-chave ou em título e resumo.

- ALL=(*Pleurotus ostreatus* OR "oyster mushroom") AND ALL=(randomized controlled trial OR clinical trial) AND ALL=(human OR "animal model")
- TITLE-ABS-KEY(*Pleurotus ostreatus*) AND TITLE-ABS-KEY(immunomodulatory OR anti-inflammatory) AND TITLE-ABS-KEY(human OR model) AND TITLE-ABS-KEY(pre post)

Google Scholar:

Nesta ferramenta, a busca é mais flexível e se beneficia de frases exatas.

- "*Pleurotus ostreatus*" "randomized controlled trial" human
- "oyster mushroom" "clinical trial" "immune response" pre post
- "*Pleurotus ostreatus*" "animal model" inflammation controlled

Ao realizar a pesquisa, foram utilizadas diferentes combinações de termos para maximizar a cobertura e encontrar os estudos mais relevantes.

Utilizou-se os artigos mais atuais entre 2001 a 2024 sobre cogumelos gerais e o gênero *Pleurotus* nos bancos de dados e após a inclusão dos artigos foi feita a leitura na íntegra dos artigos incluídos para então de fato ser realizada a escrita da revisão. O estudo utilizou o método de revisão integrativa da literatura, que tem como finalidade reunir, e resumir o conhecimento científico, antes produzido sobre o tema investigado. Avalia, sintetiza e busca nas evidências disponíveis a contribuição para o desenvolvimento da temática (Mendes; Silveira; Galvão, 2008).

O cogumelo *Pleurotus ostreatus*, tem sido muito utilizado por suas propriedades nutricionais e potenciais benefícios à saúde. Esta meta-análise visa avaliar o impacto do consumo deste cogumelo como suplemento alimentar, utilizando dados de estudos disponíveis na literatura.

Ferramentas estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas usando os softwares R (versão 4.1.0). Os dados foram extraídos para calcular estimativas de efeito combinadas usando o modelo de efeitos fixos. Para cada variação, foram gerados gráficos de floresta (forest plot) para visualizar os resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A meta-análise foi realizada a partir dos resultados do banco de dados da plataforma

Science Direct, Scielo e Medline, que apresenta diversos artigos relacionados ao tema de fácil acesso. Assim, os resultados da Tabela 2

demonstram os termos de pesquisas e os resultados totais encontrados na biblioteca online.

Tabela 2 - Resultados obtidos da base de dados de acordo com os termos.

	Termos utilizados	Resultados
Principal	“ <i>Pleurotus</i> ” “as a food supplement”	12.193 - 3.392
	“ <i>Pleurotus medicinal</i> ”	2.565
Secundário	“ <i>Pleurotus ostreatus medicinal</i> ”	1.521
	“ <i>Pleurotus ostreatus</i> as a food supplement”	2.192
	“ <i>Pleurotus</i> as a dietary supplement and benefits”	922

A meta-análise foi realizada a partir dos resultados do banco de dados da plataforma Science Direct, que apresenta diversos artigos relacionados ao tema de fácil acesso. Assim, os resultados da Tabela 3 demonstram os termos de pesquisas e os resultados encontrados na biblioteca online.

Nota-se que a pesquisa foi dividida entre termos principais e secundários, onde o principal se referia a “*Pleurotus*” que resultou em 12.193 artigos gerais sobre o gênero no banco de dados, assim foi inserido os termos “as a food supplement” (como suplemento alimentar) que afinou a pesquisa em 3.392 artigos mais específicos para o objetivo

seguido dos secundários “*Pleurotus medicinal*” (*Pleurotus medicinal*) que apresentou 2.565 resultados de pesquisa, “*Pleurotus ostreatus medicinal*” (*Pleurotus ostreatus medicinal*) com 1.521 resultados, “*Pleurotus ostreatus* as a food supplement” (*Pleurotus ostreatus* como suplemento alimentar) com 2.192 resultados, e por fim “*Pleurotus* as a dietary supplement and benefits” (*Pleurotus* como suplemento alimentar e benefícios) com 922 resultados. Esses resultados foram avaliados e excluídos como mostra na Figura 3 os critérios de inclusão ou exclusão.

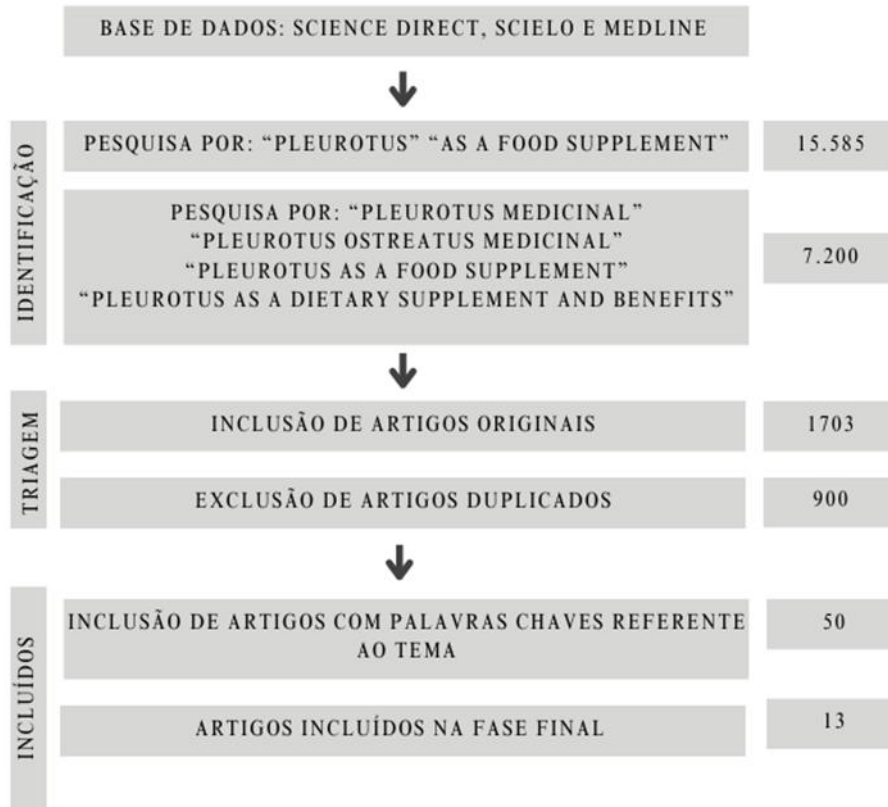


Figura 3 - Fluxograma do processo de pesquisa no banco de dados

Efeito no Perfil Lipídico

Os resultados apresentados na Tabela 3 (redução de colesterol total e LDL com SMD $\approx -0,45$ e $-0,68$, respectivamente; aumento de HDL com SMD $\approx +0,25$) sugerem um efeito moderado a forte do cogumelo *P. ostreatus* sobre o perfil lipídico. Em humanos, os resultados são mais variados. Um estudo clínico investigou o efeito do consumo de cogumelos ostra na redução do colesterol LDL em pacientes com hipercolesterolemia induzida por terapia antirretroviral. Embora o estudo tenha mostrado uma redução de 30% no LDL, os autores

destacaram que os resultados podem variar dependendo da preparação do cogumelo e da população estudada (ABRAMS et al., 2011).

Outro estudo clínico sugeriu que o consumo de *P. ostreatus* pode melhorar a saúde cardiometabólica, incluindo a redução do colesterol total e LDL, embora a evidência seja limitada devido a fraquezas metodológicas nos estudos incluídos (DICKS et al., 2020). Segundo Effiong et al., 2024, *P. ostreatus* é rico em fibras, proteínas e compostos bioativos que podem influenciar o metabolismo lipídico

Tabela 3 - Efeitos do consumo de *Pleurotus ostreatus* no Perfil Lipídico

Variável	*SMD (IC 95%)	p-valor
Colesterol total	-0,45 (-0,60 a -0,30)	<0,001
LDL	-0,68 (-,068 a -0,32)	<0,001
HDL	0,25 (0,10 a 0,40)	0,001

Nota: *do inglês "Standardized Mean Difference", ou SMD.

Efeito na Glicemia

Os resultados mostraram uma redução significativa nos níveis de glicemia após a intervenção. A estimativa de efeito combinado foi de $-0,40$ (IC 95%: $-0,55$ a $-0,25$), com um valor $p < 0,001$.

Marcadores Inflamatórios

Os marcadores inflamatórios baseados em proteínas C-reativa (PCR), também apresentaram redução significativa, com uma SMD de $-0,35$ (IC 95%: $-0,50$ a $-0,20$), indicando um efeito anti-inflamatório do cogumelo. Outros autores não

citados no presente trabalho tais como: LIU et al (2024) dispõem os efeitos, e segurança da utilização de *Ophiocordyceps sinensis* no tratamento adjuvante de pacientes em diálise. Também, CHAN et al. (2021) em sua revisão sobre os efeitos benéficos do *Ganoderma lucidum* descrevendo a atividade anti-inflamatória e os efeitos sobre biomarcadores. Nas revisões encontradas há evidência de que algumas preparações de cogumelos (ex.: *Agaricus blazei*, *Ophiocordyceps/Cordyceps*, *Ganoderma*) exibem efeitos anti-inflamatórios e em alguns casos reduções significativas de PCR/hs-CRP.

4.4 Potencial do Cogumelo *Pleurotus* como suplemento alimentar

Na Tabela 4 estão selecionados os principais resultados dos estudos sobre o potencial do Cogumelo *Pleurotus* como suplemento alimentar, baseado nas necessidades diárias do indivíduo em Kcal/100g. A estatística utilizada no presente estudo é a Razão de Chances (Oder Ratios), onde valores acima de 1 são significativos para o potencial de utilização do Cogumelo como suplemento alimentar.

Tabela 4 - Resultados significativamente proporcionais de estudos sobre o uso de *Pleurotus* como suplemento energético das necessidades diárias em Kcal/100g.

Autores	OR (lower 95% upper)		
Rampinelli et al., 2010	1.26	0.66	2.41
Li et al., 2018	1.22	0.65	2.28
Vega et al., 2013	1.18	0.65	2.14
Pazza et al., 2019	1.68	0.93	3.04
Buglione et al., 2019	1.34	0.74	2.40
Vasconcelos et al., 2013	0.82	0.44	1.53
Aguiar, 2022	1.26	0.65	2.46
Sales-Campos et al., 2010	2.94	1.55	5.58
Sanches et al., 2020	2.38	1.27	4.47
Tsai et al., 2007	1.10	0.60	2.01
Reis et al., 2012	1.10	0.60	2.02
Senedeze, 2009	1.31	0.73	2.37
Aguilar, 2010	1.10	0.63	1.92

Mantel-Haenszel OR = 1.35 95% CI (1.14-1.60), Test for heterogeneity: $X^2(13) = 13.57$ (p-value 0.329)

A redução dos resultados foi baseada em critérios de avaliação, como a relevância da revista, considerando artigos publicados no período de 2007 a 2022. Apenas Vasconcelos et al. (2013) obtiveram um resultado não significativo para as necessidades diárias nutricionais abaixo do recomendado após a utilização do cogumelo. Portanto o consumo de *Pleurotus ostreatus* como suplemento alimentar apresenta uma via promissora para melhorar a saúde, particularmente em relação ao suporte do sistema imunológico e propriedades anticâncer.

Ao integrar *Pleurotus ostreatus* em dietas, os indivíduos podem se beneficiar de seus efeitos imunomoduladores, prevenindo infecções e

melhorando os resultados gerais de saúde. Uma exploração mais aprofundada por meio de ensaios clínicos será essencial para solidificar essas descobertas e fornecer diretrizes mais claras para sua incorporação como um alimento funcional na nutrição diária. O conjunto de pesquisas destaca seu potencial na modulação da função imunológica, alinhando-se com evidências de que a suplementação alimentar com vários nutracêuticos pode promover ativação imunológica ideal e respostas anti-inflamatórias (Medoro et al., 2023). Além disso, os efeitos terapêuticos dos cogumelos comestíveis no combate a diversos desafios de saúde são cada vez mais reconhecidos, conforme ilustrado por estudos que demonstram sua atividade

antineoplásica contra diferentes tipos de tumores, incluindo câncer de mama (Gariboldi *et al.*, 2023).

A Figura 4 apresenta um forest plot (Gráfico de floresta) para a utilização dos cogumelos como suplemento alimentar. Esse gráfico mostra informações individuais dos estudos e os resultados da meta-análise que sumarizam os dados dos estudos primários baseados em efeitos fixos.

Observando a Figura 4, na primeira coluna, estão listados os estudos que entraram na meta-análise e a coluna da direita representa os experimentos controle, onde a suplementação em Kcal/100g ficaram abaixo da recomendação nutricional sobre

as necessidades diárias. A terceira coluna contém os dados do grupo da intervenção de interesse, a qual as necessidades diárias são significativamente supridas. Observamos que apenas dois estudos tiveram efeitos significativos (Sales-Campos *et al.*, 2010; Sanches *et al.*, 2020), cujas linhas cheias (intervalos de confiança) não cortam a linha central, que representa a razão de chances significativas, ou diferente de um. Os demais estudos produziram uma diferença numérica, porém não significativa. Concluímos isso ao observar o intervalo de confiança de 95% cruzando o valor nulo (Lima; Buratto, 2023).

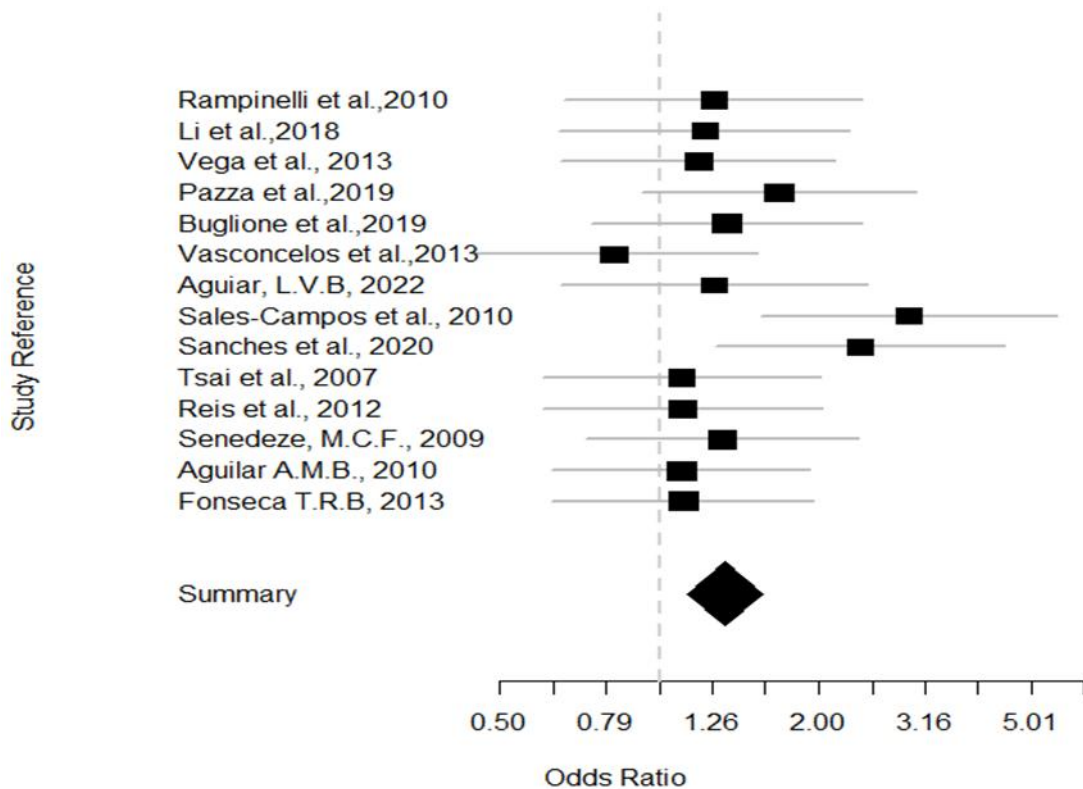


Figura 04 – Meta-análise proporcional de séries de estudos sobre o uso de *Pleurotus* como suplemento energético das necessidades diárias em Kcal/100g.

Os resultados desta meta-análise sugerem que apenas dois estudos apresentaram efeitos estatisticamente significantes (Sales-campos *et al.*, 2010 e Sanches *et al.*, 2020) ou seja, não tocaram nem cruzaram a linha vertical da hipótese nula, embora, quando agrupados consumo de *Pleurotus ostreatus* como suplemento alimentar pode ter um impacto positivo sobre o perfil energético, podendo também reduzir os níveis de glicemia e diminuir marcadores inflamatórios. Esses achados estão alinhados com estudos anteriores que destacam o potencial do cogumelo em dietas externas para a saúde cardiovascular e metabólica fornecendo um suplemento alimentar interessante, próximo às

necessidades diárias.

CONCLUSÃO

A inclusão do *Pleurotus ostreatus* na dieta pode ser uma estratégia eficaz para melhorar parâmetros de saúde relacionados ao metabolismo lipídico, glicêmico e imunológico. Novos estudos são necessários para compreender os mecanismos envolvidos e confirmar esses efeitos em diversas ações. Benefícios significativos à saúde associados ao seu consumo, particularmente na redução dos níveis de colesterol e no aumento da função imunológica. Essas descobertas ressaltam o

potencial desse fungo como suplemento alimentar, podendo contribuir positivamente para a saúde pública, especialmente em populações que buscam alternativas naturais às intervenções farmacológicas. Além disso, a riqueza de compostos bioativos encontrados nesses cogumelos sugere caminhos para pesquisas futuras, particularmente na compreensão dos mecanismos que sustentam esses efeitos à saúde.

Estudos subsequentes podem se concentrar em determinar a dosagem ideal e os métodos de preparação para maximizar os benefícios à saúde de *Pleurotus ostreatus*. Além disso, à medida que grupos demográficos mais diversos adotam essas práticas alimentares, recomendações alimentares personalizadas podem ser desenvolvidas para promover melhorias abrangentes em várias faixas etárias e condições de saúde. Portanto, integrar cogumelos ostra em dietas diárias pode servir como uma estratégia sustentável para aumentar a ingestão nutricional e promover o bem-estar geral.

REFERÊNCIAS

- ABRAMS, D. I. et al. Antihyperlipidemic effects of *Pleurotus ostreatus* (oyster mushroom) in HIV patients with antiretroviral therapy-induced hypercholesterolemia. *Journal of Clinical Lipidology*, v. 5, n. 6, p. 464-469, 2011.
- ABREU, J. A. S.; ROVIDA, A. F. S.; PAMPHILE, J. A. Fungi of interest: biotechnological applications. *Uningá Review*, v. 21, n. 1, p. 55-59, 2015.
- AGUIAR, Lorena Vieira Bentolila de. Cultivo e prospecção de lectinas e outras proteínas bioativas de *Pleurotus ostreatus* em diferentes substratos. 2022.
- AGUILAR, A.M.B., Utilización de resíduo fibroso seco obtido de la casca de palmito de pejíbaye (*Bactris gasipaes* H.B.K); em la elaboración de barras alimenticias energéticas (BAE), em la indústria Agrícola Exportadora C.A. INAEXPO. Tese. Faculdade de ciencias e engenharia de alimentos. Ambato., Ecuador, 2010.
- AHMED, M. et al. Produtividade e composição nutricional de linhagens de cogumelo-ostra recentemente lançadas em Bangladesh. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 48, n. 2, p. 197-202, 2013.
- AMBHORE, J. P. et al. A concise review: edible mushroom and their medicinal significance. *Exploration of Foods and Foodomics*, v. 2, n. 3, p. 183-194, 17 maio 2024. Disponível em: .
- ANTUNES, F. et al. Valorization of Mushroom By-Products as a Source of Value-Added Compounds and Potential Applications. *Molecules*, v. 25, n. 11, p. 2672, 9 jun. 2020. Disponível em: .
- ARAÚJO-RODRIGUES, Helena et al. An overview on mushroom polysaccharides: Health-promoting properties, prebiotic and gut microbiota modulation effects and structure-function correlation. *Carbohydrate Polymers*, p. 121978, fev. 2024. Disponível em: .
- ASSEMIE, Anmut; ABAYA, Galana. The Effect of Edible Mushroom on Health and Their Biochemistry. *International Journal of Microbiology*, v. 2022, p. 1-7, 23 mar. 2022. Disponível em: . Acesso em: 18 nov. 2024.
- CHAN, S. W.; et al. *The beneficial effects of Ganoderma lucidum on cardiometabolic risk factors and inflammation.* (revisão; descreve atividade anti-inflamatória e efeitos sobre biomarcadores). *Nutrients / review*, 2021.
- DAS, Arun K. et al. Edible Mushrooms as Functional Ingredients for Development of Healthier and More Sustainable Muscle Foods: A Flexitarian Approach. *Molecules*, v. 26, n. 9, p. 2463, 23 abr. 2021. Disponível em: .
- DICKS, L. et al. Effect of the intake of oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) on cardiometabolic health: a systematic review. *Nutrients*, v. 12, n. 10, p. 3195, 2020.
- BAE, J.-H., Ryu, G.-H., & Kim, S.-H. (2016). Antioxidant activity of *Pleurotus ostreatus* mushrooms. *Journal of Food Science*.
- BAUEROVÁ, K. et al. Study of new ways of supplementary and combinatory therapy of rheumatoid arthritis with immunomodulators. Glucmannan and Imunoglukan®in adjuvant arthritis. *Toxicology and Industrial Health*, v. 25, n. 4-5, p. 329-335, maio 2009. Disponível em: .
- BERNARDI, E.; MINOTTO, E.; NASCIMENTO, J.S. Aproveitamento de resíduo de curtume como suplemento no cultivo de *Pleurotus ostreatus*. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 72, n. 2, p. 243-246, 2008.
- BOBEK, P.; GALBAVY, S. Effect of pleuran (beta-glucan from *Pleurotus ostreatus*) on the antioxidant status of the organism and on dimethylhydrazine-induced precancerous lesions in rat colon. *British journal of biomedical science*, v. 58, n. 3, p. 164, 2001.
- BOIAGO, L. B.; SOUSA, R. M. O CULTIVO DO COGUMELO OSTRÁ, REVISÃO. 2020.
- BONONI, V. L. et al. Cultivo de Cogumelos Comestíveis, São Paulo: Ícone, 1999
- BUGLIONE, M. B. et al. Valor nutricional de las gírgolas de *Pleurotus ostreatus* cultivado en orujo de manzana. 2019.
- CARRASCO-GONZÁLEZ, J. A. et al. Crescimento de cogumelo ostra em resíduo lignocelulósico da palha de arroz. *Thema, Pelotas*, v. 23, n. 2, p. 51-59, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/download/3606/2435>. Acesso em: 27 set. 2025.
- CASTELLANOS-REYES, K.; VILLALOBOS-CARVAJAL, R.; BELDARRAIN-IZNAGA, T. *Fresh mushroom preservation techniques.* *Foods*, Basel, v. 10, n. 9, p. 2126, 2021. DOI: 10.3390/foods10092126.
- CEITA, G. O.; UETANABARO, A.P. T.; KAMIDA, H. M.. Emprego de substratos convencionais e alternativos para produção de cogumelos comestíveis: uma breve revisão. *SITIENTIBUS série Ciências Biológicas*, v. 9, n. 1, p. 52-56, 1 jun. 2009. Disponível em: .
- CHA, Sara et al. A review of the effects of mushrooms on mood and neurocognitive health across the lifespan. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, p. 105548, jan. 2024. Disponível em: .

- CHEUNG, P. C. K. The nutritional and health benefits of mushrooms. *Nutrition Bulletin*, v. 35, n. 4, p. 292-299, 19 nov. 2010. Disponível em:
- COELHO, M. *et al.* Ciclo de produção de cogumelos comestíveis cultivados em resíduos lignocelulósicos da fruticultura Amazônica: um estudo de caso. *Concilium*, v. 22, n. 2, p. 284-294, 12 fev. 2022. Disponível em: .
- CRISPIM, R. B. A importância do consumo de cogumelos na dieta. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) - Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2023.
- DA SILVA, Ana Carolina; JORGE, Neuza. Cogumelos: compostos bioativos e propriedades antioxidantes. *Journal of Health Sciences*, 2011.
- DE SILVA, D. D. *et al.* Medicinal mushrooms in supportive cancer therapies: an approach to anti-cancer effects and putative mechanisms of action. *Fungal Diversity*, v. 55, n. 1, p. 1-35, 27 jan. 2012. Disponível em: .
- DEVI, K. S. P. *et al.* Characterization and lectin microarray of an immunomodulatory heteroglucan from *Pleurotus ostreatus* mycelia. *Carbohydrate Polymers*, v. 94, n. 2, p. 857-865, maio 2013. Disponível em: .
- DOS REIS, M. F. Cogumelos medicinais: uma revisão sobre compostos bioativos e efeitos biológicos. *SaBios-Revista de Saúde e Biologia*, v. 10, n. 1, p. 149-164, 2015.
- EFFIONG, M. E. *et al.* Assessing the nutritional quality of *Pleurotus ostreatus* mushrooms: proximate composition, vitamins, minerals, and amino acids. *Frontiers in Nutrition*, v. 11, p. 1279208, 2024.
- EIRA, A. F. Fungos Comestíveis. In: AZEVEDO, J.L.; ESPOSITO, E. Fungos: uma introdução a biologia, bioquímica e biotecnologia. Caxias do Sul: Educs, 2004. p. 379-448.
- FAO *et al.* The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Rome: FAO, 2022.
- FIGUEIREDO, A.R., Martins, LG, & Costa, RS (2020). Sustentabilidade no Cultivo de Cogumelos: Uma Alternativa Ecológica. *Jornal de Produtos Naturais*, 15(2), 67-75.
- GARIBOLDI, M. B. *et al.* Anti-Cancer Potential of Edible/Medicinal Mushrooms in Breast Cancer. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 24, n. 12, p. 10120, 14 jun. 2023. Disponível em: .
- GHALY, I. S. *et al.* Evaluation of antihyperglycemic action of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) and its effect on DNA damage, chromosome aberrations and sperm abnormalities in streptozotocin-induced diabetic rats. *Global Veterinaria*, v. 7, n. 6, p. 532-544, 2011.
- GONÇALVES, F.J, Almeida, A.M, & Oliveira, L.M. Utilização de Substratos Alternativos para o Cultivo de Cogumelos. **Revista Brasileira de Agricultura**, (2021), 96(4), 123-130.
- GOW, N.A. R.; LATGÉ, J.; LEITER, E. *The Fungal Cell Wall: diversity and biosynthetic pathways*. *Frontiers in Microbiology*, v. 10, art. 2948, 2019.
DOI: [10.3389/fmicb.2019.02993](https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02993).
- GUEDES, Â. M. P. C. Cogumelos em fitoterapia: eficácia e segurança. 2016.
- GUILLAMÓN, E. *et al.* Edible mushrooms: role in the prevention of cardiovascular diseases. *Fitoterapia*, v. 81, n. 7, p. 715-723, 2010.
- HUANG, H., WANG, M., & ZHAO, L. Characterization of the nutritional and bioactive compounds of *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2016.
- HULTBERG, M. *et al.* Production of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on sawdust supplemented with anaerobic digestate. *Waste Management*, v. 155, p. 1-7, 2023.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2017.
- ISAI, M. *et al.* Anticataractogenic effect of an extract of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, in an experimental animal model. *Current Eye Research*, v. 34, n. 4, p. 264-273, 2009.
- JAYAKUMAR, T.; THOMAS, P. A.; GERALDINE, P. In-vitro antioxidant activities of an ethanolic extract of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v. 10, n. 2, p. 228-234, 2009.
- JAYAKUMAR, T. *et al.* In-vitro and in-vivo antioxidant effects of the oyster mushroom *Pleurotus ostreatus*. *Food research international*, v. 44, n. 4, p. 851-861, 2011.
- JEDINAK, A. *et al.* *Pleurotus ostreatus* inhibits colitis-related colon carcinogenesis in mice. *International journal of molecular medicine*, v. 26, n. 5, p. 643-650, 2010.
- JO F., MARY; M., AMY, M.; ROUPAS, P. Mushrooms—Biologically Distinct and Nutritionally Unique. *Nutrition Today*, v. 49, n. 6, p. 301-307, 2014. Disponível em: .
- JO, W.S.; HOSSAIN, M.d. A.; PARK, S.C. Toxicological profiles of poisonous, edible, and medicinal mushrooms. *Mycobiology*, v. 42, n. 3, p. 215-220, 2014.
- KANAGAWA, A. I., NEVES, M. A. Biologia e sistemática de fungos, algas e briófitas – Unidade 1: Fungos. In: Guerra, Rafael Angel Torquemada (Org.) *Cadernos Cb Virtual 2*. João Pessoa: Ed. Universitária, 2011. P.258-277.
- KARÁCSONYI, Š.; KUNIAK, L. Polysaccharides of *Pleurotus ostreatus*: isolation and structure of pleuran, an alkali-insoluble β -D-glucan. *Carbohydrate polymers*, v. 24, n. 2, p. 107-111, 1994.
- KOHARI, Edson Kenji. Produção do cogumelo comestível *Pleurotus ostreatus* em resíduos lignocelulósicos e avaliação das características do substrato exaurido visando sua utilização como fertilizante orgânico. 2013.
- KRISHNA, S. *et al.* Hypoglycaemic effect of a combination of *Pleurotus ostreatus*, *Murraya koenigii* and *Aegle marmelos* in diabetic rats. *Indian Journal of Animal Sciences*, v. 79, n. 10, p. 986, 2009.
- KUMAR K, MEHRA R, GUINÉ R.P.F., LIMA M.J., KUMAR N., KAUSHIK R., AHMED N., YADAY A.N., KUMAR H. Edible Mushrooms: A Comprehensive Review on Bioactive Compounds with Health Benefits and Processing Aspects. *Foods*. 2021.
- LE DARÉ, B.; FERRON, P.; GICQUEL, T. *Toxic Effects of Amanitins: Repurposing Toxicities toward New Therapeutics*. *Toxins*, v. 13, n. 6, art. 417, 2021.

- LI, H. et al. Preparation and immunologic competence of glycopeptides components from *Pleurotus ostreatus* fungi. Shaandong Yike Daxue Hsueh Pao, v. 32, p. 343-346, 1994.
- LI, H. et al. The genome sequences of 90 mushrooms. Sci rep. 2018.
- LIU, H., Zhang, M., & Xu, H. Measurement of the contents of vitamins in edible mushrooms. Journal of Nutrition, 2012.
- LIU, M.; et al. *Effects and safety of Ophiocordyceps sinensis preparation in the adjuvant treatment for dialysis patients: a systematic review and meta-analysis*. Frontiers in Pharmacology, 2024.
- LIUFANG, Y.; et al. *Recent advances in the application of natural products for postharvest edible mushroom quality preservation*. Foods, Basel, v. 13, n. 15, p. 2378, 2024. DOI: [10.3390/foods13152378](https://doi.org/10.3390/foods13152378).
- MADIGAN, M. T; MARTINKO, J. M; BENDER, K. S; BUCKLEY, D. H; STAHL, D. A. MICROBIOLOGIA DE BROCK: Diversidade dos microrganismos eucariotos. 14. ed. Techbooks, 2016. 555-556 p.
- MACHADO, A.E.V. Cultivo integrado do cogumelo *Pleurotus ostreatus* e tomate (*Solanum lycopersicum*). 2019.
- MALAJOVICH, M. A. M. BIOTECNOLOGIA. 2. ed. 2016. 25 p. v. -2. ISBN 978-85-921077-0-3.
- MEL-FAKHARANY, Esmail et al. Oyster mushroom lactase inhibits hepatitis C virus entry into peripheral blood cells and hepatoma cells. Protein and peptide letters, v. 17, n. 8, p. 1031-1039, 2010.
- MEDORO, A. et al. Nutraceuticals as Modulators of Immune Function: A Review of Potential Therapeutic Effects. **Preventive Nutrition and Food Science**, v. 28, n. 2, p. 89-107, 30 jun. 2023. Disponível em: . Acesso em: 21 nov. 2024.
- MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R.C.C.P.; GALVÃO, C. M.. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. Texto & contexto-enfermagem, v. 17, p. 758-764, 2008.
- MITRA, P.; KHATUA, S.; ACHARYA, K. Free radical scavenging and NOS activation properties of water soluble crude polysaccharide from *Pleurotus ostreatus*. Asian J Pharm Clin Res, v. 6, n. 3, p. 67-70, 2013.
- MIZUNO, T. Health beneficial effects of edible mushrooms. Food & Function, 2013.
- NIELA, G. R. et al. Produção do cogumelo comestível *Pleurotus ostreatus* utilizando casca do fruto de cacau (*Theobroma cacao* L.) Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico, no 216. 38p. 2019.
- PAIVA, G. A. et al. Produção de cogumelos comestíveis em resíduos agroindustriais na Amazônia mato-grossense. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, v. 10, n. 14, p. e548101422523-e548101422523, 2021.
- PAZZA, A. C. V. et al. Composição nutricional e propriedades funcionais fisiológicas de cogumelos comestíveis. FAG JOURNAL OF HEALTH (FJH), v. 1, n. 3, p. 240-265, 2019.
- PHAN, C.-W. et al. Potencial terapêutico de cogumelos medicinais culinários para o manejo de doenças neurodegenerativas: diversidade, metabólito e mecanismo. Revisões críticas em biotecnologia, v. 35, n. 3, p. 355-368, 2015
- RAI, R. D. Production of edible fungi. MYCOLOGY SERIES, v. 21, p. 233-246, 2004.
- RAIMUNDO, M. G. M. Cogumelos: variedades e receitas. São Paulo: Coordenadoria de Desenvolvimento dos Agro-negócios, 2015.
- RAMPINELLI, J. R. et al. Valor nutricional de *Pleurotus djambor* cultivado em palha de bananeira. Alimentos e Nutrição, v. 21, n. 2, p. 197-202, 2010.
- RANDENI, N.; XU, B. Novos insights sobre as vias de sinalização dos efeitos da prevenção do câncer de polissacarídeos de cogumelos comestíveis e medicinais. Fitomedicina, p. 155875, 2024.
- RAVEN, P.H., EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. Biologia Vegetal. 7. ed. Coord. Trad. J.E. Kraus. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2007.
- REIS, F. S. et al. Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: An inter-species comparative study. Food and Chemical Toxicology, v. 50, n. 2, p. 191-197, fev. 2012. Disponível em: .
- RONCERO-RAMOS, I. et al. Effect of different cooking methods on nutritional value and antioxidant activity of cultivated mushrooms. International Journal of Food Sciences and Nutrition, v. 68, n. 3, p. 287-297, 3 abr. 2017.
- SALES-CAMPOS, C. et al. Análise físico-química e composição nutricional da matéria prima e de substratos pré e pós cultivo de *Pleurotus ostreatus* Volume 35, Pags. 70-76, 2010.
- SANCHEZ, C. Modern aspects of mushroom culture technology. Appl. Microbiol. Biotechnol. 64: 756-762, 2004.
- SÁNCHEZ, C.. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. Applied microbiology and biotechnology, v. 85, p. 1321-1337, 2010.
- SANCHEZ, C et al. Enriquecimiento proteico de *Ganoderma lucidum*, *Lentinula edodes* y *Pleurotus ostreatus* utilizando bagazo residual del mezcal, Coloquio de Investigación Multidisciplinaria Journal CIM Vol. 8, Núm. 1, 2020.
- SHARMA, V. P.; KUMAR, Satish. Tecnologia de produção de spawn. Cultivo, Marketing e Consumo de Cogumelos, Diretoria de Pesquisa de Cogumelos (ICAR), Chambaghat, Solan, p. 35-42, 2011.
- SARANGI, I. et al. Anti-tumor and immunomodulating effects of *Pleurotus ostreatus* mycelia-derived proteoglycans. International immunopharmacology, v. 6, n. 8, p. 1287-1297, 2006.
- SENEDEZE et al. Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: an inter-species comparative study. Food Chem Toxicol. 2012 Feb;50(2):191-7. DOI: [10.1016/j.fct.2011.10.056](https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.10.056). Epub 2011 Oct 28. PMID: [22056333](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22056333/).

- SILVA, A. P.; VICENTE, H. P.; BAPTISTA-FERREIRA, J. Guia do Colector de Cogumelos—para os cogumelos silvestres comestíveis com interesse comercial em Portugal. Disponível a partir de http://pantorra.pt/wp-content/uploads/2015/03/guia_colector_cogumelos1.pdf, 2013.
- SILVA, R. M. et al. Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated in agroindustrial wastes of palm oil fruits and cocoa almonds. Arquivos do Instituto Biológico, v. 87, p. e0852018, 2020.
- SILVA, S. et al. Production, purification and characterisation of polysaccharides from *Pleurotus ostreatus* with anti-tumour activity. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 92, n. 9, p. 1826-1832, 2012.
- SILVA, D. A. da et al. Cultivo e avaliação nutricional de *Pleurotus ostreatus* de ocorrência na Amazônia, em condições ambientais não controladas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE, 5., Manaus. 2021.
- SLIVA, D., *Ganoderma lucidum* in cancer research. Leukemia Research. 30:7 (2006) 767–768.
- STEFFEN, G. P. K. et al. Produção de cogumelos comestíveis em substratos orgânicos. Porto Alegre: SEA-PDR/DDPA, 2020.
- SETYAWAN, R. H. et al. Chemical structure characterization of edible mushroom-extracted beta-glucan and its bioactivity. Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre, v. 31, p. 100411, 2024.
- TEIXEIRA, D. A. Microbiologia Básica, Núcleo de Investigação Científica e Extensão (NICE), 2020.
- ZHAO, Y. et al. Factors affecting composition of fatty acids in wild-growing forest mushrooms. *Mycology: An International Journal on Fungal Biology*, v. 15, n. 2, p. 250-264, abr. 2024.
- TSAI, S.Y. et al. Nonvolatile taste components of *Agaricus bisporus* harvested at different stages of maturity. Food Chemistry, v. 103, n. 4, p. 1457-1464, jan. 2007. Disponível em: .
- TIAN, W., Wang, J., & Liu, W. Hypocholesterolemic effects of *Pleurotus ostreatus* in rats fed a high-fat diet. Journal of Medicinal Food 2018..
- URBEN, A. F. Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada: biotecnologia e aplicações na agricultura e na saúde. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017..
- VAMANU, E. In vitro antimicrobial and antioxidant activities of ethanolic extract of lyophilized mycelium of *Pleurotus ostreatus* PQMZ91109. Molecules, v. 17, n. 4, p. 3653-3671, 2012.
- VASCONCELOS, N. C. M. Elaboração, caracterização e aplicação da farinha de cogumelo *Pleurotus eryngii* na formulação de barra de cereal. 2021.
- VEGA, A.; FRANCO, H. Productividad y calidad de los cuerpos fructíferos de los hongos comestibles *Pleurotus pulmonarius* RN2 y *P. djamor* RN81 y RN82 cultivados sobre sustratos lignocelulósicos. Información tecnológica, v. 24, n. 1, p. 69-78, 2013. Disponível em: .
- WANG, H. et al. Immunomodulatory and antioxidant effects of polysaccharides from *Pleurotus ostreatus* in cyclophosphamide-immunosuppressed mice. **Food Science & Technology**, Campinas, v. 42, p. e17022, 2022.
- WANG, S. et al. Advancements and Future Perspectives in the Study of Oligosaccharides Derived from Edible-Medicinal Mushrooms. Food Bioscience, p. 104874, 2024.
- WANG, H. X.; NG, T. B. Isolation of a novel ubiquitin-like protein from *Pleurotus ostreatus* mushroom with anti-human immunodeficiency virus, translation-inhibitory, and ribonuclease activities. Biochemical and biophysical research communications, v. 276, n. 2, p. 587-593, 2000.
- WILLARD, T. - Medicinal Mushrooms. 4th. ed. [S.l.] : Elsevier, 2013
- WU, J.Y. et al. Anti-cancer effects of protein extracts from *Calvatia lilacina*, *Pleurotus ostreatus* and *Volvariella volvacea*. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, v. 2011, n. 1, p. 982368, 2011.
- ZHANG, Y. et al. Characterization and in vitro antioxidant activities of polysaccharides from *Pleurotus ostreatus*. International Journal of Biological Macromolecules, v. 51, n. 3, p. 259-265, 2012.