

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**ALEXANDER BAUER**

**REVISÃO BIBLIOMÉTRICA SOBRE SUBSTRATOS UTILIZADOS PARA A PRODUÇÃO  
DE COGUMELO SHIITAKE (*Lentinula edodes*)**

**FRANCISCO BELTRÃO**

**2024**

**ALEXANDER BAUER**

**REVISÃO BIBLIOMÉTRICA SOBRE SUBSTRATOS UTILIZADOS PARA A PRODUÇÃO  
DE COGUMELO SHIITAKE (*Lentinula edodes*)**

**Bibliometric review on substrates used for the production of shiitake  
mushroom (*Lentinula edodes*)**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Profa. Dra. Claudia Eugênia Castro Bravo.

Coorientadora: Profa. Dra. Ellen Porto Pinto.

Coorientador: Prof. Dr. Adir Silvério Cembranel.

**FRANCISCO BELTRÃO**

**2024**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**ALEXANDER BAUER**

**REVISÃO BIBLIOMÉTRICA SOBRE SUBSTRATOS UTILIZADOS PARA A PRODUÇÃO  
DE COGUMELO SHIITAKE (*Lentinula edodes*)**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Química da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 30 de agosto de 2024

---

Claudia Eugênia Castro Bravo

Pós-Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Ellen Porto Pinto

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Adir Silvério Cembranel

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**FRANCISCO BELTRÃO**

**2024**

Dedico este trabalho à minha família, pelos  
momentos de ausência.

## **AGRADECIMENTOS**

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço à minha orientadora professora Dr<sup>a</sup> Claudia Eugênia Castro Bravo, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de sala.

A secretaria do curso, pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

## RESUMO

A cultura de cogumelos tem ganhado destaque devido às suas qualidades gastronômicas e benefícios à saúde, especialmente o Shiitake (*Lentinula edodes*), valorizado por seu sabor marcante, alto valor nutricional e propriedades medicinais. O cultivo do Shiitake envolve a utilização de diferentes substratos, que influenciam diretamente seu crescimento e desenvolvimento. Com base nisso, este estudo teve como objetivo fazer uma revisão bibliométrica sobre substratos utilizados para a produção de cogumelo Shiitake (*Lentinula edodes*). A metodologia empregada foi a análise bibliométrica, que utiliza de análises estatísticas e matemáticas para investigar padrões e tendências na pesquisa sobre o tema. Pelo estudo, conclui-se que a escolha cuidadosa de cepas adaptadas ao ambiente local e a compreensão dos processos enzimáticos em fungos basidiomicetos abrem caminhos promissores para aplicações industriais e ambientais. Técnicas como o uso de resíduos agroindustriais e esterco locais, além da otimização da filtragem, têm se mostrado eficazes para aumentar a produção e eficiência do cultivo de cogumelos. A utilização de substratos como bagaço de cana, farelo de arroz e melaço, aliada à seleção precisa de cepas e substratos específicos, ressalta a importância da pesquisa contínua nessa área. A produção de enzimas, como a lacase, oferece potencial para diversos setores industriais, incluindo alimentação, têxteis e tratamento de águas. A colaboração e comunicação entre os estudos são essenciais para avançar no cultivo de cogumelos, visando não apenas a produção de alimentos, mas também o desenvolvimento de terapias e outras aplicações relevantes.

Palavras-chave: biotecnologia; tecnologia; biomassa; orgânicos.

## ABSTRACT

The cultivation of mushrooms has gained prominence due to their gastronomic qualities and health benefits, especially Shiitake (*Lentinula edodes*), valued for its distinctive flavor, high nutritional value, and medicinal properties. Shiitake cultivation involves the use of different substrates, which directly influence its growth and development. Based on this, this study aimed to analyze the nutritional properties of substrates used for the production of *Lentinula edodes* (Shiitake) mushrooms. The methodology employed was bibliometric analysis, which uses statistical and mathematical analyses to investigate patterns and trends in research on the topic. The study concludes that the careful selection of strains adapted to the local environment and understanding of enzymatic processes in basidiomycete fungi open promising paths for industrial and environmental applications. Techniques such as the use of agro-industrial residues and local manures, along with optimization of filtration, have proven effective in increasing the production and efficiency of mushroom cultivation. The use of substrates such as sugarcane bagasse, rice bran, and molasses, combined with the precise selection of strains and specific substrates, highlights the importance of ongoing research in this area. The production of enzymes, such as laccase, offers potential for various industrial sectors, including food, textiles, and water treatment. Collaboration and communication between studies are essential to advance mushroom cultivation, aiming not only at food production but also at the development of therapies and other relevant applications.

Keywords: biotechnology; technology; biomass; organic.

## SUMÁRIO

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>           | <b>8</b>  |
| <b>2 OBJETIVOS .....</b>            | <b>10</b> |
| <b>3 METODOLOGIA .....</b>          | <b>11</b> |
| <b>4 ANÁLISE E RESULTADOS .....</b> | <b>11</b> |
| <b>5 CONCLUSÕES .....</b>           | <b>20</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>            | <b>21</b> |



## 1 INTRODUÇÃO

A cultura de cogumelos tem despertado um crescente interesse em diversos setores, impulsionada principalmente pelo reconhecimento de suas qualidades gastronômicas e pelos benefícios que podem oferecer à saúde. Dentre os diferentes tipos de cogumelos cultivados, destaca-se o *Lentinula edodes*, popularmente conhecido como Shiitake. Essa espécie possui uma posição de destaque no cenário mundial devido ao seu sabor marcante, alto valor nutricional e notáveis propriedades medicinais (Silva *et al.*, 2013).

O Shiitake têm sido utilizado há séculos na medicina tradicional asiática, devido às suas propriedades terapêuticas. Estudos científicos têm revelado a presença de compostos bioativos nesse cogumelo, como beta-glucanas, ergosterol, lentinan e outros compostos polissacarídeos, que demonstram atividades imunomoduladoras, antitumorais e antimicrobianas, entre outras. Essas propriedades têm despertado interesse na indústria farmacêutica, que busca explorar o potencial terapêutico do Shiitake e desenvolver produtos derivados desse cogumelo (Sales-Campos *et al.*, 2010).

Além disso, o cultivo de Shiitake tem se mostrado uma atividade promissora economicamente, com um mercado crescente tanto para a comercialização dos cogumelos frescos quanto para a produção de produtos processados, como extratos e suplementos alimentares (Silva *et al.*, 2020). Nesse contexto, a qualidade e a produtividade dos cogumelos são fatores essenciais para o sucesso da produção. E um aspecto fundamental que influencia diretamente a produção de Shiitake é a composição nutricional do substrato utilizado no cultivo.

O substrato é o meio onde os cogumelos se desenvolvem e obtêm os nutrientes necessários para seu crescimento. A composição físico-química do substrato, como a presença de nutrientes, a relação carbono/nitrogênio, a umidade, o pH e a disponibilidade de oxigênio, desempenham um papel determinante na produtividade, qualidade e características organolépticas dos cogumelos colhidos. Portanto, é essencial compreender e otimizar esses fatores físico-químicos para obter uma produção satisfatória e maximizar o potencial do cultivo de Shiitake (Silva *et al.*, 2013).

Concomitantemente, destacamos que a produção axênica de cogumelos, conforme observaremos neste estudo, refere-se ao cultivo de cogumelos em condições livres de contaminação microbiana. O termo "axênico" significa que o fungo

está livre de qualquer organismo indesejado, como bactérias, vírus ou outros fungos que possam competir ou interferir com o crescimento e desenvolvimento dos cogumelos (Velho; Oliveira, 2019).

Para alcançar a produção axênica, é necessário um ambiente estéril e técnicas adequadas de isolamento e cultivo. O processo começa com a coleta de esporos ou de uma cultura pura do fungo desejado. Os esporos são geralmente obtidos de cogumelos maduros, que liberam esporos que podem ser coletados e inoculados em meios de cultura estéreis (Almeida *et al.*, 2018).

O isolamento dos esporos é realizado em condições controladas, usando técnicas assépticas, como a utilização de uma cabine de fluxo laminar ou um ambiente de fluxo de ar controlado. Os esporos são então colocados em meios de cultura adequados, que fornecem os nutrientes necessários para o crescimento dos cogumelos. É importante que esses meios de cultura sejam estéreis, para evitar a contaminação por micro-organismos indesejados (Velho; Oliveira, 2019).

A esterilização pode ser realizada por meio de calor úmido, utilizando autoclaves ou panelas de pressão. Nesse processo, a água é aquecida a altas temperaturas e pressões, o que elimina a maioria dos microrganismos presentes nos resíduos. Essa técnica é amplamente utilizada em laboratórios e indústrias para garantir a esterilidade de materiais e meios de cultura (Gomes; Silva, 2000).

Outra técnica comumente empregada é a pasteurização, que envolve o aquecimento dos resíduos a temperaturas mais baixas do que a esterilização, por um determinado período de tempo. A pasteurização é eficaz na eliminação da maioria dos microrganismos patogênicos, sem afetar significativamente a composição dos resíduos orgânicos (Nardin, 1999).

A compostagem é um processo termofílico que utiliza calor gerado pela decomposição microbológica para eliminar microrganismos indesejados. Durante a compostagem, os resíduos orgânicos são empilhados e virados regularmente para promover a decomposição aeróbica, resultando em altas temperaturas que podem chegar a 50-70 graus Celsius. Essas temperaturas são suficientes para matar a maioria dos microrganismos patogênicos e sementes de plantas invasoras, resultando em um composto orgânico seguro e estável (Sampaio, 2003).

É importante ressaltar que a escolha do método de processamento térmico dependerá dos tipos de resíduos orgânicos, dos microrganismos-alvo a serem eliminados e dos requisitos específicos de cada aplicação. A utilização correta desses

processos pode garantir a segurança e a qualidade dos produtos finais, além de evitar a disseminação de patógenos e minimizar os riscos à saúde pública.

O tema se justifica pela necessidade de compreender a relação dos substratos no cultivo de cogumelos, especialmente o Shiitake, visando o aperfeiçoamento da produção. O conhecimento dessa relação é fundamental para identificar os substratos mais adequados que promovam um crescimento saudável, rápido e eficiente dos cogumelos.

A partir desta síntese, este estudo tem como objetivo analisar as propriedades nutricionais de substratos utilizados para a produção de cogumelos *Lentinula edodes* (Shiitake). Para tanto, tem como objetivos específicos, avaliar a eficácia de diferentes substratos no crescimento e na produção de cogumelos Shiitake; Investigar a influência de fatores ambientais, como umidade do substrato e porosidade do filtro de bolsa, no rendimento e eficiência biológica do cultivo de Shiitake e avaliar a relação entre substrato e a produtividade do Shiitake.

## **2 OBJETIVOS**

O objetivo desta pesquisa é analisar o efeito de diferentes composições e tratamentos de substratos na produtividade e qualidade de cogumelos Shiitake (*Lentinula edodes*) cultivados em condições axênicas, sendo os substratos utilizados classificados de acordo com sua composição química, avaliação do crescimento micelial e produção fúngica em substratos, levando em consideração parâmetros como, o tempo de colonização, números de pnóides, massa fresca e seca dos fungos, investigando o efeito de diferentes pré-tratamentos do substrato (esterilização, pasteurização, compostagem) na produtividade e qualidade dos cogumelos.

Os objetivos vão desde a caracterização do substrato até a análise da qualidade dos fungos, incluindo aspectos chaves do desenvolvimento. Uma combinação de produção axênica e avaliação de diferentes substratos e tratamentos que podem produzir resultados inovadores. Os resultados da pesquisa podem contribuir para a melhoria dos métodos de cultivo dos shiikate, aumentam a produtividade e a qualidade dos cogumelos e fornecer informações importantes para as indústrias alimentícias e médicas.

### 3 METODOLOGIA

Neste estudo, foi empregada a técnica bibliométrica para analisar a produção acadêmica no período de 2001 até 2023. Adotou-se como critério de exclusão de artigos que não foram publicados em periódicos indexados em bases de dados reconhecidas na área de cogumelo Shiitake (*Lentinula edodes*). Isso se deve à busca por trabalhos que não apenas abordem os temas de interesse, mas que também tenham sido submetidos a processos rigorosos de revisão por pares, garantindo assim a qualidade e a relevância acadêmica dos estudos incluídos na nossa análise."

Realizou-se um levantamento geral de artigos publicados com os termos "lentinula edodes" e "substrato" nas plataformas Mendeley e Periódico Capes. Já na plataforma PubMed os termos "substrate" e "shiitake" foram utilizados. A seleção se deu utilizando o filtro de mais relevantes, sendo descartados artigos que continham as palavras chave mas no geral falavam de outro assunto.

### 4 ANÁLISE E RESULTADOS

Os resultados da busca avançada de artigos em plataformas específicas está descrita na Tabela 1.

**Tabela 1: Artigos resultantes de busca avançada.**

|                          | <b>Palavra</b>                      | <b>Total de Artigos</b> | <b>Utilizados no estudo</b> |
|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| <b>Periódicos PubMed</b> | Shiitake e substrate                | 124                     | 4                           |
| <b>Mendeley</b>          | <i>Lentinula edodes</i> e substrato | 13                      | 4                           |
| <b>Periódico Capes</b>   | <i>Lentinula edodes</i> e substrato | 7                       | 4                           |
|                          | <b>Total</b>                        | <b>144</b>              | <b>12</b>                   |

**Fonte: Dados do estudo (2024).**

Pelos dados da Tabela 1, verifica-se um total de 144 artigos resultantes da busca avançada em diferentes bases de periódicos, utilizando termos relacionados ao cogumelo Shiitake (*Lentinula edodes*) e seu substrato. A busca nos periódicos PubMed, utilizando o termo "Shiitake e substrate", resultou em 124 artigos, dos quais

apenas quatro foram utilizados no estudo, indicando uma seleção rigorosa ou uma especificidade maior no tema da pesquisa.

No banco de dados Mendeley, a pesquisa com o termo "*Lentinula edodes* e substrato" encontrou onze artigos, com quatro sendo aproveitados para o estudo, demonstrando uma maior relevância dos resultados obtidos. Já no Periódico Capes, a busca com o mesmo termo localizou sete artigos, dos quais quatro foram utilizados, destacando uma alta taxa de relevância dos artigos dessa base para o estudo específico.

Conforme Franco (2008), a análise de conteúdo é uma técnica que busca maximizar a compreensão de comunicações ou discursos, relacionando características gramaticais a ideologias e teorias, e extrair aspectos relevantes para a pesquisa.

Esta pesquisa categorizou os temas de acordo com os autores, assuntos, anos de publicação e plataformas de pesquisa utilizadas. A Tabela 2 resume os artigos incluídos no estudo, permitindo analisar a diversidade de abordagens e a relevância dos diferentes substratos utilizados na produção do cogumelo *Lentinula edodes*.

**Tabela 2: Síntese dos estudos encontrados.**

| <b>Artigo</b> | <b>Autores</b>                                    | <b>Título</b>  | <b>Ano</b> | <b>Plataforma de pesquisa</b> |
|---------------|---|--|------------|-------------------------------|
| 1.            | Rossi, I. H;<br>Monteiro, C. A;<br>Machado, J. O. | Desenvolvimento micelial do cogumelo <i>Lentinula edodes</i> em relação à profundidade e à suplementação do substrato. | 2001       | Mendeley                      |
| 2.            | Rossi, I. H;<br>Monteiro, C. A;<br>Machado, J. O. | Efeitos dos substratos no desenvolvimento de <i>Lentinula edodes</i>   | 2001       | CAPES                         |
| 3.            | Tratch, R;<br>Keiser, S.                          | Avaliação da <i>Lentinula edodes</i> em diferentes substratos  | 2004       | CAPES                         |

|     |                         |  |      |          |
|-----|-------------------------|--|------|----------|
| 4.  | Assi <i>et al.</i>      | Desenvolvimento de substratos alternativos para o cultivo de cogumelo comestível   | 2007 | Mendeley |
| 5.  | Shen <i>et al.</i>      | Effects of substrate moisture content, log weight and filter porosity on shiitake ( <i>Lentinula edodes</i> ) yield                                    | 2008 | PubMed   |
| 6.  | Gonçalves <i>et al.</i> | Cana de açúcar e farelo de arroz no cultivo axênico de <i>Lentinula edodes</i>   | 2009 | Mendeley |
| 7.  | Silva <i>et al.</i>     | Análise da eficiência de substratos para a produção de cogumelo shiikate   | 2012 | Mendeley |
| 8.  | Zhang <i>et al.</i>     | Caracterização e o efeito antiproliferativo de novos polissacarídeos ácidos do substrato gasto do cultivo do cogumelo shiikate <i>Lentinula edodes</i> | 2017 | PubMed   |
| 9.  | Aguiar <i>et al.</i>    | Substratos orgânicos no desenvolvimento de <i>Lentinula edodes</i>   | 2018 | CAPES    |
| 10. | Xiong <i>et al.</i>     | Produção de cogumelo shiikate por meio de substrato pasteurizado   | 2019 | PubMed   |
| 11. | Abilio <i>et al.</i>    | Avaliação de substratos para a produção de cogumelo Shiitake   | 2021 | CAPES    |
| 12. | Desisa <i>et al.</i>    | Análise dos Substratos para Otimização de cogumelos shiikate   | 2023 | PubMed   |

**Fonte: Dados do estudo (2024).**

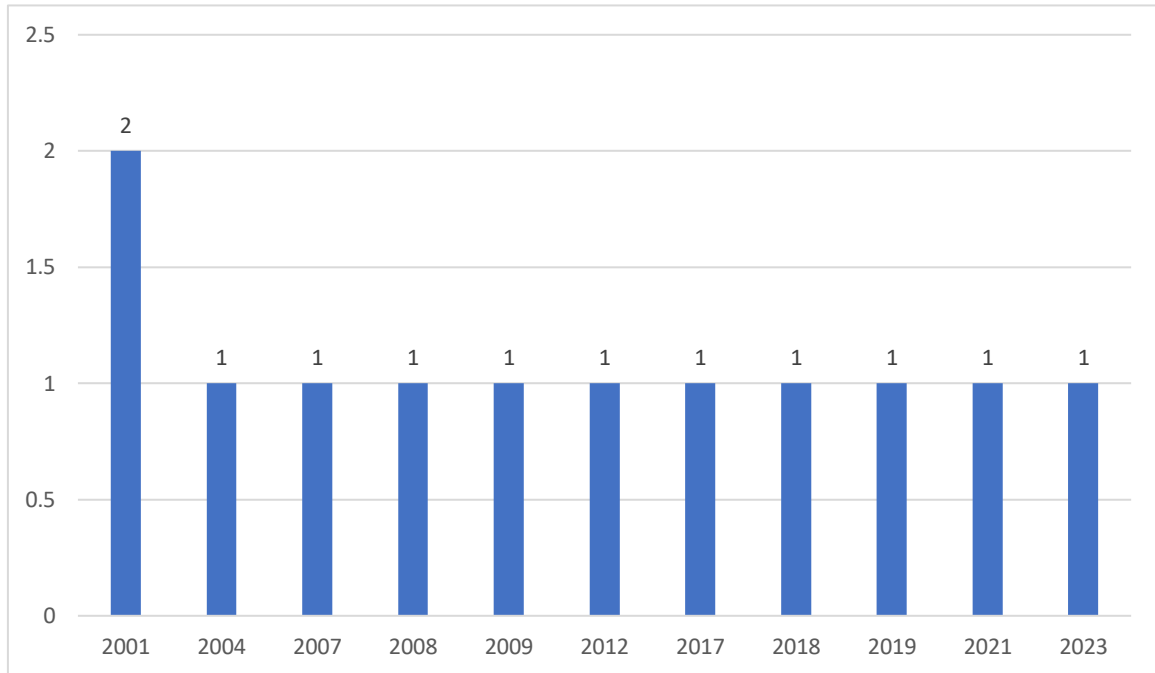
Verifica-se na Tabela 2 que os artigos incluídos na PubMed, como os de Xiong *et al.* (2019), Desisa *et al.* (2023), Shen *et al.* (2008) e Zhang *et al.* (2017), examinam

aspectos como a produção de cogumelos através de substratos pasteurizados, a análise de substratos para otimização do cultivo, e os efeitos de variáveis como teor de umidade, peso do tronco e porosidade do filtro no rendimento do Shiitake.

Na plataforma Mendeley, os estudos de Rossi, Monteiro e Machado (2001), Silva *et al.* (2012), Gonçalves *et al.* (2009) e Assi *et al.* (2007) investigam o desenvolvimento micelial em diferentes condições de substrato, a eficiência de substratos específicos como cana de açúcar e farelo de arroz, e o desenvolvimento de substratos alternativos para o cultivo de cogumelos comestíveis. Nestes trabalhos é possível identificar a importância de ajustar parâmetros como a profundidade e a suplementação do substrato para melhorar o desenvolvimento do micélio de *Lentinula edodes*.

Já em relação aos artigos encontrados na base CAPES, como os de Abilio *et al.* (2021), Tratch e Keiser (2004), Rossi *et al.* (2001) e Aguiar *et al.* (2018), também contribuíram relevantemente para a compreensão dos substratos na produção de shiitake. Os autores avaliaram a eficiência de substratos agroindustriais, a performance de *Lentinula edodes* em diferentes substratos e os efeitos desses substratos no desenvolvimento do cogumelo. Em última análise, à guisa de exemplo, exploraram substratos orgânicos, e analisaram resíduos agroindustriais, ambos mostrando a viabilidade de materiais alternativos no cultivo de shiitake.

Desse total, os selecionados foram indicados na figura, por ano de estudo.

**Figura 1: Incidência de publicações por ano dos estudos selecionados.**

**Fonte: Dados do estudo (2024).**

Pela figura 1 demonstrado nos estudos selecionados, é possível observar que os resultados identificados neste estudo apresentam-se de forma pulverizada ao longo dos anos. A distribuição dos artigos utilizados é bastante dispersa, com algumas concentrações em anos específicos. Em 2001 foram encontrados dois artigos, destacando-se como período com maior quantidade de publicações relevantes para o tema.

A análise dos dados sobre as plataformas de pesquisa utilizadas neste estudo revela uma distribuição equilibrada de artigos, com todas as plataformas tendo quatro escolhidos.

Na Tabela 3 observa-se os dados em relação a metodologia aplicada nos estudos:

**Tabela 3: Tipo de metodologia.**

| <b>Tipo de Metodologia</b> | <b>Quantidade de Estudos</b> |
|----------------------------|------------------------------|
| Exploratório Descritivo    | 2                            |
| Exploratório e Comparativo | 3                            |
| Descritivo e experimental  | 1                            |
| Descritivo                 | 2                            |
| Comparativo                | 4                            |

**Fonte: Dados do estudo (2024).**

Os dados da Tabela 3 indicam que as metodologias utilizadas nos estudos sobre substratos para o cultivo de cogumelo Shiitake variam amplamente, com uma



predominância de abordagens comparativas e exploratórias. Dos estudos revisados, quatro adotaram uma metodologia comparativa, enquanto outros quatro utilizaram uma combinação de métodos exploratórios e comparativos. Essas metodologias são fundamentais para identificar e comparar diferentes substratos e suas respectivas eficácias no cultivo de *Lentinula edodes*.

Adicionalmente, foram encontrados estudos que aplicaram metodologias descritivas e que utilizaram metodologias descritivas e experimentais, mostrando uma ênfase na descrição detalhada e na análise dos resultados obtidos a partir de experimentos específicos. Apenas um estudo foi classificado como exploratório descritivo e outro como exploratório e comparativo, refletindo a diversidade de abordagens na pesquisa sobre este tema.

Essa variação metodológica sugere que os pesquisadores estão interessados tanto em explorar novas hipóteses quanto em comparar e descrever os resultados de maneira detalhada, proporcionando uma compreensão abrangente e multifacetada dos fatores que influenciam o cultivo de cogumelo shiitake. A combinação dessas diferentes metodologias contribui para uma base de conhecimento robusta e diversificada, essencial para avanços contínuos nesta área de estudo.

Na Tabela 4, foi sintetizado os achados deste estudo. Será possível observar que os estudos abordam diferentes metodologias e aspectos:

**Tabela 4: Descrição dos estudos.**

| <b>Autor</b>                 | <b>Metodologia</b>  | <b>Síntese conclusiva</b>  |
|------------------------------|---|--|
| Desisa <i>et al.</i><br>2023 | Desenvolvimento de substratos utilizando subprodutos agroindustriais e esterco de animais disponíveis localmente para aumentar a produção de cogumelos Shiitake ( <i>Lentinula edodes</i> ) na Etiópia. | O esterco de galinha (S4) mostrou-se a opção mais viável para o cultivo de cogumelos Shiitake, proporcionando maior rendimento e eficiência biológica em comparação com outros substratos testados. O substrato S2, composto por 80% de bagaço de cana-de-açúcar e 20% de esterco bovino, também apresentou bons resultados, sendo uma alternativa adequada para o cultivo desses cogumelos. |

|   |   |   |
|---|---|---|
| Shen <i>et al.</i><br>2008                          | Avaliação de diferentes condições de umidade do substrato, peso dos troncos e porosidade do filtro de bolsa no rendimento e eficiência biológica do cultivo de cogumelos Shiitake ( <i>Lentinula edodes</i> ) em duas safras.   | A umidade do substrato de aproximadamente 55% resultou no maior rendimento e eficiência biológica. Troncos mais pesados (3,2 kg) também proporcionaram maiores rendimentos, mas sem afetar significativamente a eficiência biológica. A porosidade do filtro teve um impacto significativo no rendimento e na eficiência biológica em uma safra, mas não na outra. Os resultados podem auxiliar os produtores a otimizar suas práticas de produção e tornar o cultivo de Shiitake mais eficiente e competitivo. |
| Rossi, I. H; Monteiro, C. A; Machado, J. O.<br>2001 | Avaliação da velocidade de desenvolvimento micelial de <i>Lentinula edodes</i> em substrato de bagaço de cana suplementado com farelo de arroz e melaço de cana, em diferentes proporções. O experimento utilizou frascos de vidro autoclaváveis e mediu o desenvolvimento do micélio com fitas de papel milimetrado. | A velocidade de miceliação foi maior na fase inicial de crescimento, independentemente da quantidade de suplemento. O farelo de arroz em altas proporções reduziu a velocidade de miceliação, principalmente na fase final. O melaço de cana não teve efeito na rapidez do crescimento.   |
| Silva <i>et al.</i><br>2012                         | Avaliação da produção de lacase por fermentação submersa de três linhagens de fungos basidiomicetos ( <i>Lentinula edodes</i> U6/1, <i>Pleurotus ostreatus</i> U6/9 e <i>Pleurotus florida</i> U6/10) utilizando cascas de café como substrato, e avaliação do cobre como indutor da enzima.                          | As cascas de café mostraram ser um bom substrato para a produção de lacases. Entre as três linhagens testadas, <i>Pleurotus ostreatus</i> U6/9 foi a mais produtiva, destacando-se como uma potencial fonte de enzimas com aplicações industriais e ambientais.   |
| Gonçalves <i>et al.</i><br>2009                     | Avaliação da frutificação em cultivo axênico de <i>Lentinula edodes</i> em bagaço de cana-de-açúcar suplementado com diferentes proporções de farelo de arroz, visando o cultivo comercial de Shiitake devido às suas propriedades medicinais e nutricionais.   | O aumento do farelo de arroz como fonte de nitrogênio nos substratos melhorou a colonização e formação de primórdios. O cultivo de <i>Lentinula edodes</i> é uma alternativa rentável para diversificar atividades agrícolas em pequenas propriedades rurais.   |

|  |  |   |
|--|--|---|
| Assi <i>et al.</i><br>2007                                   | Avaliação do potencial de resíduos de fecularias na elaboração de substratos para o cultivo de <i>Pleurotus sajor-caju</i> , <i>Lentinula edodes</i> e <i>Agaricus blazei</i> , utilizando diferentes resíduos de mandioca, eucalipto e pinus em meio sólido (batata-dextrose-ágar-BDA) e meio líquido (BD).                                 | Os resíduos de casquinha e entrecasca/fibra de mandioca estimularam o crescimento micelial em meio sólido, enquanto a casquinha e a fécula foram eficazes em meio líquido. A combinação II em meio sólido e a combinação I em meio líquido promoveram o maior crescimento micelial. O substrato I favoreceu a formação de primórdios de <i>L. edodes</i> e a maior produção de basidiocarpos de <i>P. sajor-caju</i> , indicando o potencial desses resíduos para o cultivo desses cogumelos. |
| Abilio <i>et al.</i><br>2021                                 | Avaliação do crescimento micelial in vitro de quatro linhagens comerciais de <i>Lentinula edodes</i> em meio de cultura à base de serragem de eucalipto, suplementado com bagaço de malte ou farelo de trigo, em um delineamento experimental inteiramente casualizado.  | O uso de bagaço de malte como suplemento para o crescimento micelial de <i>Lentinula edodes</i> mostrou-se uma alternativa viável ao farelo de trigo, resultando em maiores desenvolvimentos das linhagens testadas.  |
| Tratch, R;<br>Keiser, S.<br>2004                             | Seleção de isolados de <i>Lentinula edodes</i> adaptados à região e com produção constante ou definida para inverno e verão, além da avaliação de substratos (toras) de eucalipto e bracatinga. Os ensaios de campo foram realizados na Fazenda Experimental Gralha Azul – PUCPR e a produção de "sementes" no Laboratório de Fitopatologia. | As toras de bracatinga não foram colonizadas pelos isolados testados, e não houve diferença estatisticamente significativa na produção entre os isolados em toras de eucalipto. Isso sugere a necessidade de mais estudos para encontrar isolados e substratos mais adequados para o cultivo de <i>Lentinula edodes</i> na região.  |
| Rossi, I. H;<br>Monteiro, C.<br>A; Machado,<br>J. O.<br>2001 | Avaliação da velocidade de desenvolvimento micelial de <i>Lentinula edodes</i> em substrato à base de bagaço de cana, com diferentes proporções de farelo de arroz e melaço de cana, em um experimento com esquema fatorial 7x2 em frascos de vidro autoclaváveis. O desenvolvimento do micélio foi medido com fitas de papel milimetrado.   | A velocidade de miceliação na fase inicial foi sempre superior à da fase final, independentemente da quantidade de suplemento. Altas proporções de farelo de arroz diminuíram a velocidade de miceliação, principalmente na fase final, enquanto o melaço de cana não teve efeito na rapidez do crescimento do micélio.   |

|                              |  |   |
|------------------------------|--|---|
| Aguiar <i>et al.</i><br>2018 | Verificação do crescimento micelial radial da linhagem LE96/13 de <i>Lentinula edodes</i> em meios de cultura à base de extrato de resíduos orgânicos, utilizando substratos de coroa de abacaxi, casca de tucumã, casca de cupuaçu, casca de banana pacovan e casca de banana prata, com três níveis de suplementação de farelo de trigo, incubados a 25°C. | Os meios de cultura preparados com extrato da casca de cupuaçu, especialmente quando suplementados com farelo de trigo, proporcionaram os maiores diâmetros de colônia de <i>Lentinula edodes</i> . Por outro lado, a casca de tucumã, mesmo com a suplementação, não favoreceu o crescimento micelial em relação ao meio não suplementado. |
|------------------------------|--|---|

**Fonte: Dados do estudo (2024).**

Apesar destes resultados, os estudos dos autores também apontam alguns desafios e áreas que podem ser melhoradas no cultivo de cogumelos. Um dos desafios destacados é a necessidade de encontrar isolados de cogumelos adaptados às condições locais, conforme observado por Tratch e Keiser (2004), demonstrando a necessidade de mais pesquisas e seleção cuidadosa de isolados para maximizar a produção e eficiência do cultivo.

Além disso, alguns estudos ressaltam a importância da porosidade do filtro de bolsa no cultivo de Shiitake, como mencionado por Shen *et al.*, (2008), apesar disso, a porosidade do filtro teve um impacto significativo em uma safra, mas não na outra, indicando a necessidade de mais estudos para entender melhor essa relação e otimizar as práticas de produção.

Outro ponto a ser considerado é a escolha dos substratos e suplementos, como destaca Abilio *et al.*, (2021), para os autores, altas proporções de farelo de arroz podem reduzir a velocidade de miceliação de *Lentinula edodes*, enquanto o melaço de cana não teve efeito significativos resultados indicaram a necessidade de avaliar cuidadosamente a composição dos substratos e suplementos para garantir o crescimento adequado dos cogumelos.

Além disso, a produção de enzimas por fungos basidiomicetos, como a lacase, apresenta potencial para aplicações industriais e ambientais, é o que sugere Silva *et al.* (2012), entretanto, é importante realizar mais pesquisas para entender melhor os mecanismos de produção dessas enzimas e como podem ser melhor aproveitadas.

## 5 CONCLUSÕES

Os estudos sobre o cultivo de cogumelos, com foco especial no Shiitake, destacam avanços significativos na utilização de diferentes substratos e técnicas. A seleção criteriosa de isolados adaptados às condições locais, juntamente com a compreensão dos mecanismos de produção de enzimas por fungos basidiomicetos, revela um potencial promissor para aplicações industriais e ambientais. Métodos como a utilização de subprodutos agroindustriais e esterco de animais locais, bem como a otimização da porosidade do filtro de bolsa, têm se mostrado eficazes no aumento da produção e eficiência do cultivo.

O uso de substratos como bagaço de cana, farelo de arroz e melaço de cana, assim como a seleção adequada de isolados e substratos de eucalipto e bracatinga, ressaltam a importância da pesquisa contínua nessa área. A produção de enzimas, como a lacase, apresenta potencial para diversas aplicações industriais, incluindo a indústria alimentícia, têxtil e de tratamento de águas residuais. A integração e comunicação entre os estudos são fundamentais para avançar no cultivo de cogumelos, visando não apenas a produção alimentar, mas também o desenvolvimento de terapias anticâncer e outras aplicações de grande relevância.

Por fim, o estudo sugere investigações futuras que possam aprofundar a compreensão dos mecanismos de produção de enzimas por fungos basidiomicetos, bem como a otimização de técnicas de cultivo para aumentar ainda mais a produção e eficiência. Além disso, há uma necessidade de avaliar o impacto ambiental dessas práticas, buscando formas mais sustentáveis de cultivo. A integração de abordagens multidisciplinares, envolvendo biologia, agronomia e engenharia de processos, pode fornecer novas perspectivas e soluções inovadoras para o cultivo de cogumelos. Assim, as pesquisas futuras podem contribuir significativamente para o avanço e aprimoramento dessa importante área da biotecnologia.

## REFERÊNCIAS

- ABILIO, D. P; MARTINS, O. G; SILVA, G; ANDRADE, M. **Prospecção e avaliação do potencial biotecnológico de linhagens comerciais de shiitake**. Energia na agricultura, 2021.
- AGUIAR, L. V. B; SALES-CAMPOS, C; CARVALHO, C. S. M; MINHONI, M. T. A; ANDRADE, M. C. N. **Desenvolvimento micelial de *Lentinula edodes* em meios de cultivo à base de diferentes substratos orgânicos**. Interciencia, vol. 36, núm. 3, marzo, 2011, pp. 205-210.. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33917977008.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2024.
- ALMEIDA, A. C. P. S; SILVA, L. M. M. M; NETO J. S. B; CELESTINO, E. L. F. G; SILVA J. M; SILVA C. S; NASCIMENTO M. S; CRISTO C. C. N; SANTOS, T. M. C. **Cultivo axênico de cogumelos comestíveis em resíduos agroindustriais**. Revista Craibeiras de Agroecologia, Rio Largo, v. 3, n. 1, p. e6651, 2018.
- ASSI L., STANGARLIN J. R., ZANELLA A.L., CARRÉ V., BECKER A., SHIKIDA S.A.R.L., FRANZENER G. **Desenvolvimento de substratos alternativos para o cultivo de cogumelos comestíveis e medicinal**. Scientia Agraria Paranaensis, 2017, pg 41–51.
- DESISA, B; MULETA, D; DEJENE, T; JIDA, M; GOSHU, A; MARTIN-PINTO, P. **Substrate Optimization for Shiitake (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) Mushroom Production in Ethiopia**. Journal of Fungi, Ethiopia, 2023.
- FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo** 3. ed. Brasília: Líber Livro, 2008.
- GOMES, C. A. O; SILVA, F. T. **Recomendações técnicas para o processamento de conservas de cogumelos comestíveis**. EMBRAPA Agroindústria de alimentos, documentos, 2000. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/34412/1/2000-DOC-0043.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2023.
- GONÇALVES, M. J; ZULIAN, E; KARBURG, C; ANDRETTA, L; TONINI R.C.G. **Uso do bagaço de cana-de-açúcar como substrato de frutificação base, suplementado com farelo de arroz para cultivo axênico de *Lentinula edodes***. Biology & Health Journal, vol 3, pg 118–122, 2009.
- NARDIN, M. S. **Conservação de cogumelos comestíveis por acidificação e processamento térmico e por desidratação**. Tese (Mestrado) ESALQ, USP. Piracicaba, São Paulo, 1999.
- QUEVEDO-SILVA, F; SANTOS, E. B. A; BRANDÃO, M. M; VILS, L. **Estudo Bibliométrico: Orientações sobre sua Aplicação**. ReMark - Revista Brasileira De Marketing, 2016.

REGINA, M; BROETTO, F; COLAUTO, N. B; LINDE, G; PACCOLA-MEIRELLES, L. D; SERMANNI, G. G; MARABOTTINI, R. **Atividade de enzimas oxidativas do *Lentinula edodes* em substratos agroindustriais.** Semina: Ciências Agrárias, 2009.

ROSSI, I. H; MONTEIRO, C. A; MACHADO, J. O. **Desenvolvimento micelial de *Lentinula edodes* como efeito da profundidade e suplementação do substrato.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Jabotical, SP, 2001.

SALES-CAMPOS, C; ARAUJO, L. M; MINHONI, M. T. A; ANDRADE, M. C. N. **Análise físico-química e composição nutricional da matéria prima e de substratos pré e pós cultivo de *Pleurotus ostreatus*.** Interciencia, vol. 35, núm. 1, enero, 2010, pp. 70-76.

SAMPAIO, S. M. **Secagem, armazenagem e reidratação de cogumelo Shiitake: parâmetros dos processos e efeito sobre a qualidade.** Campinas, SP: [s.n.], 2003.

SHEN, Q; LIU, P; WANG, X; ROYSE, J. D. **Effects of substrate moisture content, log weight and filter porosity on shiitake (*Lentinula edodes*) yield.** Bioresour Technol, Amsterdam, 2008.

SILVA, J. J; SANTANA, T. T; OLIVEIRA, A. C. C; ALMEIDA, P. H; SOUZA, S. G. H; LINDE, G. A; COLAUTO, N. B; VALLE, J. S. **Produção de lacase de fungos basidiomicetos por fermentação submersa com cascas de café.** Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, [S. l.], v. 15, n. 2, 2012. Disponível em: <https://revistas.unipar.br/index.php/veterinaria/article/view/4234>. Acesso em: 15 jun. 2024.

SILVA, L. B; SILVA, S. S; BUENO, M. J. C. **Fluxo produtivo do cogumelo: estudo de caso em um produtor do alto Tietê.** in: XI Fateclog - Os desafios da logística real no universo virtual Fatec Jornalista Omair Fagundes de Oliveira Bragança Paulista/SP, 2020.

SILVA, M. P. P. **Anteprojeto de produção de cogumelos shiitake (*Lentinula edodes*) em modo de produção biológico.** Viana do Castelo, Portugal, 2013. Disponível em: [http://repositorio.ipvc.pt/bitstream/20.500.11960/1265/1/Maria\\_Silva\\_1307.pdf](http://repositorio.ipvc.pt/bitstream/20.500.11960/1265/1/Maria_Silva_1307.pdf). Acesso em: 17 mai. 2024.

TRATCH, R; KEISER, S. **Avaliação de isolados de *Lentinula edodes* (BERK) PEGLER (SHIITAKE) em diferentes substratos.** Revista Acadêmica Ciência Animal, v. 2, n. 4, p. 11–14, 2004. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/cienciaanimal/article/view/15114>. Acesso em: 4 jun. 2024.

VELHO, G. C; OLIVEIRA, E. S. **Cultivo axênico do cogumelo comestível *Pleurotus ostreatus* (Shimeji) em substratos derivados de resíduos vegetais encontrados na região da Serra Gaúcha.** SICT Res., Bento Gonçalves, RS, v.8, nov. 2019.

XIONG, S; MARTÍNI, C; EILERTSEN, L; WEI, M; MYRONYCHEVA, O; LARSSON, S. H; LESTANDERM, T. A; ATTERHEM, L; JONSSON, L. **Energy-efficient substrate pasteurisation for combined production of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*) and bioethanol.** Bioresour Technol, Amsterdam, 2019.

ZHANG Y., LIU W., XU C., HUANG W., HE P. **Characterization and Antiproliferative Effect of Novel Acid Polysaccharides from the Spent Substrate of Shiitake Culinary-Medicinal Mushroom *Lentinula edodes* (Agaricomycetes) Cultivation.** International Journal of Medicinal Mushrooms, Zhengzhou, China. Vol 19, Issue 5, 2017.