



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE
UNIDADE ACADÊMICA DE SAÚDE
CURSO BACHARELADO EM FARMÁCIA

LÍVIA SOARES DE FRANÇA SILVA

**PROPRIEDADES NUTRICIONAL E ANTIOXIDANTE DE COGUMELOS
COMESTÍVEIS *Pleurotus ostreatus* CULTIVADOS EM SUBSTRATOS OBTIDOS DE
RESÍDUOS AGRÍCOLAS**

CUITÉ – PB

2025

LÍVIA SOARES DE FRANÇA SILVA

**PROPRIEDADES NUTRICIONAL E ANTIOXIDANTE DE COGUMELOS
COMESTÍVEIS *Pleurotus ostreatus* CULTIVADOS EM SUBSTRATOS OBTIDOS DE
RESÍDUOS AGRÍCOLAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Bacharelado em Farmácia do
Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de
Campina Grande – *Campus* Cuité, como requisito
obrigatório da disciplina Trabalho de Conclusão de
Curso.

Orientador: Prof. Dr. Fillipe de Oliveira Pereira

CUITÉ-PB

2025

S586p Silva, Livia Soares de Franca.

Propriedades nutricional e antioxidante de cogumelos comestíveis *Pleurotus ostreatus* cultivados em substratos obtidos de resíduos agrícolas. / Livia Soares de Franca Silva. - Cuité, 2025.

55 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2025.

"Orientação: Prof. Dr. Fillipe de Oliveira Pereira".

Referências.

1. Cogumelo. 2. *Pleurotus ostreatus*. 3. Alimentos funcionais. 4. Agricultura sustentável. 5. Cogumelo - cultivo. 6. Cogumelo comestível. 7. Resíduo agrícola. 8. Centro de Educação e Saúde. I. Pereira, Fillipe de Oliveira. II. Título.

CDU 635.8(043)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CNPJ nº 05.055.128/0001-76
UNIDADE ACADEMICA DE SAUDE - CES
Sítio Olho D'água da Bica, - Bairro Zona Rural, Cuité/PB, CEP 58175-000
Telefone: (83) 3372-1900 - Email: uas.ces@setor.ufcg.edu.br

DECLARAÇÃO

Processo nº 23096.012728/2025-24

LÍVIA SOARES DE FRANÇA SILVA

PROPRIEDADES NUTRICIONAL E ANTIOXIDANTE DE COGUMELOS COMESTÍVEIS *Pleurotus ostreatus* CULTIVADOS EM SUBSTRATOS OBTIDOS DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Farmácia da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Farmácia.

Aprovado em: 01/04/2025.

BANCA EXAMINADORA

Profª Fillipe de Oliveira Pereira

Orientador(a)

Profª Francinalva Dantas de Medeiros

Avaliador(a)

Prof / Profª Patrícia Lima Araújo

Avaliador(a)



Documento assinado eletronicamente por **FILLIPE DE OLIVEIRA PEREIRA, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 01/04/2025, às 15:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **FRANCINALVA DANTAS DE MEDEIROS, PROFESSOR 3 GRAU**, em 01/04/2025, às 16:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **Patrícia Lima Araújo, Usuário Externo**, em 04/04/2025, às 14:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador **5350735** e o código CRC **6DBF9357**.

Referência: Processo nº 23096.012728/2025-24

SEI nº 5350735

AGRADECIMENTOS

À Deus, por guiar os meus passos e estar comigo em todos os momentos.

A minha mãe, Ladjane Soares de França Silva, que incessantemente abdica dos seus sonhos para realizar os meus. Sem ela eu nunca chegaria aqui, sou eternamente grata.

A mim, por não desistir durante os obstáculos e sempre tentar ser minha melhor versão.

Ao professor Dr. Fillipe de Oliveira Pereira, por me orientar durante dois anos e tornar o processo mais fácil. Seu incentivo, conhecimento e amizade foram essenciais.

Ao grupo FUNGI, por além de um grupo de pesquisa, ter se tornado um espaço de acolhimento. Cada integrante contribuiu de forma significativa durante minha trajetória acadêmica.

Ao Grupo de Pesquisa e Produção de Cogumelos Comestíveis (GPEC), por ceder os cogumelos e estarem sempre disponível.

Aos meus amigos, por terem se tornado família durante meu tempo de graduação. O companheirismo e amizade tornou a caminhada mais leve. Inconfundivelmente, sem as risadas, as pausas para o café durante o tempo livre, o choro coletivo durante o período de provas, os almoços e diversões do fim de semana; o processo seria mais difícil. E aos que estavam longe geograficamente, obrigado por terem se feito presentes mesmo durante as dificuldades da rotina.

Aos professores componentes da banca examinadora, por aceitarem meu convite e pelo tempo dedicado à análise do trabalho.

E a todos que contribuíram das mais diversas formas durante a execução desse trabalho e na minha jornada acadêmica, obrigada!

EPÍGRAFE

“E sabemos que todas as coisas cooperam
para o bem daqueles que amam a Deus”

Romanos 8:28

RESUMO

Os cogumelos da espécie *Pleurotus ostreatus* são um dos cogumelos mais consumidos mundialmente, pois possuem baixo teor de lipídios e energia, mas são ricos em proteínas, carboidratos, vitaminas, fibras alimentares e minerais. Além disso, são dotados de metabólitos secundários que oferecem ação promotora da saúde, como antioxidantes, e conseguem degradar substratos lignocelulósicos presentes em resíduos agrícolas. Contudo, o substrato pode interferir nos atributos funcionais dos cogumelos. Nessa perspectiva, foi objetivo avaliar a influência dos resíduos agrícolas folha de bananeira e bagaço de cana-de-açúcar no potencial nutricional e antioxidante de *P. ostreatus*. O estudo utilizou folha de bananeira e bagaço de cana-de-açúcar combinados em 5 formulações diferentes, como substrato para o cogumelo. Os cogumelos foram cultivados durante 120 dias e após secagem passaram por análise da composição físico-química (umidade, atividade de água e cinzas) e nutricional (proteínas, carboidratos, lipídeos e energia). Após produção dos extratos com solução hidroalcoólica estimou-se a composição química (compostos fenólicos e flavonoides) e a atividade antioxidante. Os experimentos foram analisados por variância one-way ANOVA com pós-teste de Tukey para determinar as diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos. A análise demonstrou que as amostras apresentaram, em sua composição físico-química, um teor de umidade variando entre $12,12\% \pm 0,05$ e $13,80\% \pm 0,14$, atividade de água entre $0,54\% \pm 0$ e $0,64\% \pm 0$, e teor de cinzas entre $3,72\% \pm 0,05$ e $5,00\% \pm 0,18$. Na composição nutricional, os teores de proteínas variaram de $14,87\% \pm 0,02$ a $26,25\% \pm 4,57$, os carboidratos entre $55,34\% \pm 4,92$ e $66,75\% \pm 0,08$, os lipídios de $1\% \pm 0,05$ a $1,29\% \pm 0,12$, e o valor energético entre $325,45 \text{ kcal}/100\text{g} \pm 16,89$ e $337,94 \text{ kcal}/100\text{g} \pm 0,33 \text{ kcal}/100\text{g}$. Na caracterização química, os compostos fenólicos totais variaram de $805,61 \pm 3,95$ a $872,33 \pm 101,36 \mu\text{g EAG}/\text{mL}$, enquanto os flavonoides totais oscilaram entre $64,94 \pm 0,61$ e $88,89 \pm 1,76 \mu\text{g EQ}/\text{mL}$. A atividade antioxidante, determinada pelo método ABTS, apresentou valores entre $87,5\% \pm 0,23$ e $95,13\% \pm 0,4$, enquanto, pelo método DPPH, os valores variaram de $59,15\% \pm 1,63$ a $65,94\% \pm 0,08$. Em termos gerais, os substratos geraram cogumelos com quantidade satisfatória de componentes físico-químicos e nutricionais. Entretanto, houve uma relação direta entre a adição de folha de bananeira e a sutil redução do perfil nutricional. Ademais, na caracterização química a folha de bananeira interferiu apenas nos flavonoides, o que não impactou na elevada atividade antioxidante demonstrada. Portanto, a pequena diferença possibilita utilizar os substratos de maneira isolada ou combinada.

Palavras-chave: Agricultura sustentável, Alimento funcional, Valor nutricional.

ABSTRACT

Pleurotus ostreatus mushrooms are among the most widely consumed mushrooms worldwide, as they are low in lipids and energy, but rich in proteins, carbohydrates, vitamins, dietary fiber, and minerals. In addition, they contain secondary metabolites that promote health, such as antioxidants, and can degrade lignocellulosic substrates present in agricultural waste. However, the substrate can interfere with the functional attributes of the mushrooms. In this perspective, the objective was to evaluate the influence of agricultural waste banana leaves and sugarcane bagasse on the nutritional and antioxidant potential of *P. ostreatus*. The project used banana leaves and sugarcane bagasse combined in 5 different formulations as substrate for the mushroom. The mushrooms were cultivated for 120 days and, after drying, underwent analysis of their physical-chemical composition (moisture, water activity, and ash) and nutritional composition (proteins, carbohydrates, lipids, and energy). After extracts were produced with hydroalcoholic solution, the chemical composition (phenolic compounds and flavonoids) and antioxidant activity were estimated. The experiments were analyzed by one-way ANOVA with Tukey's post-test to determine significant differences ($p < 0.05$) between treatments. The analysis demonstrated that the samples presented, in their physicochemical composition, a moisture content ranging from $12.12\% \pm 0.05$ to $13.80\% \pm 0.14$, water activity between $0.54\% \pm 0$ and $0.64\% \pm 0$, and ash content between $3.72\% \pm 0.05$ and $5.00\% \pm 0.18$. In the nutritional composition, protein levels ranged from $14.87\% \pm 0.02$ to $26.25\% \pm 4.57$, carbohydrates between $55.34\% \pm 4.92$ and $66.75\% \pm 0.08$, lipids from $1\% \pm 0.05$ to $1.29\% \pm 0.12$, and energy values between $325.45 \text{ kcal}/100\text{g} \pm 16.89$ and $337.94 \text{ kcal}/100\text{g} \pm 0.33 \text{ kcal}/100\text{g}$. In the chemical characterization, total phenolic compounds ranged from 805.61 ± 3.95 to $872.33 \pm 101.36 \mu\text{g GAE}/\text{mL}$, while total flavonoids varied between 64.94 ± 0.61 and $88.89 \pm 1.76 \mu\text{g QE}/\text{mL}$. Antioxidant activity, determined by the ABTS method, showed values between $87.5\% \pm 0.23$ and $95.13\% \pm 0.4$, while the DPPH method exhibited values ranging from $59.15\% \pm 1.63$ to $65.94\% \pm 0.08$. In general, the substrates produced mushrooms with a satisfactory amount of physicochemical and nutritional components. However, there was a direct relationship between the addition of banana leaves and the subtle reduction in the nutritional profile. Furthermore, in the chemical characterization, the banana leaves interfered only with the flavonoids, which did not impact the high antioxidant activity demonstrated. Therefore, the small difference allows the use of the substrates alone or in combination.

Keywords: Sustainable agriculture, Functional food, Nutritional value.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ciclo de vida dos cogumelos.....	16
Figura 2 - <i>Pleurotus ostreatus</i>	19
Figura 3 - Fórmula estrutural básica dos compostos fenólicos.....	27
Figura 4 - Fórmula estrutural básica dos flavonoides.....	28
Figura 5 - Efeito de diferentes formulações de substrato na atividade antioxidante de cogumelos <i>Pleurotus ostreatus</i> pelo ensaio ABTS.....	36
Figura 6 - Efeito de diferentes formulações de substrato na atividade antioxidante de cogumelos <i>Pleurotus ostreatus</i> pelo ensaio DPPH.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição nutricional de <i>Pleurotus ostreatus</i> cultivado em diversos substratos.....	21
Tabela 2 - Composição dos substratos para cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i>	29
Tabela 3 - Efeitos de diferentes substratos compostos por folha de bananeira e bagaço de cana-de-açúcar na composição físico-química de cogumelos <i>Pleurotus ostreatus</i>	34
Tabela 4 - Efeitos de diferentes substratos compostos por folha de bananeira e bagaço de cana-de-açúcar na composição nutricional de cogumelos <i>Pleurotus ostreatus</i>	35
Tabela 5 - Efeitos de diferentes substratos compostos por folha de bananeira e bagaço de cana-de-açúcar na caracterização química de cogumelos <i>Pleurotus ostreatus</i>	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BC	Bagaço de Cana-de-açúcar
FB	Folha de Bananeira

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
3.1 COGUMELOS COMESTÍVEIS.....	16
3.2 <i>Pleurotus spp.</i>	18
3.3 PROPRIEDADES SUSTENTÁVEIS DE <i>Pleurotus ostreatus</i>.....	19
3.4 PROPRIEDADES NUTRICIONAIS DE <i>Pleurotus ostreatus</i>.....	20
3.5 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DE <i>Pleurotus ostreatus</i>.....	26
4 METODOLOGIA.....	29
4.1 TIPO DE ESTUDO.....	29
4.2 LOCAL DE EXECUÇÃO.....	29
4.3 PRODUÇÃO E OBTENÇÃO DE COGUMELOS.....	29
4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL.....	30
4.5 PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS DE COGUMELOS.....	31
4.6 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS EXTRATOS DE COGUMELOS....	31
4.7 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE ABTS•+.....	32
4.8 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DPPH.....	33
4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	33
5 RESULTADOS.....	34
6 DISCUSSÕES.....	39
7 CONCLUSÕES.....	45
REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

O consumo de cogumelos comestíveis acompanha a história dietética da humanidade devido aos seus atributos sensoriais, nutricionais e promotores de saúde (Jacob *et al.*, 2023). São alimentos úteis para melhorar a qualidade da dieta, pois proporcionam benefícios fisiológicos e auxiliam a alcançar as necessidades nutricionais (Raman, 2021). Além disso, são coletados na natureza e podem ser cultivados em ampla variedade de resíduos agrícolas e urbanos, sem necessidade de alta manutenção e investimento, proporcionando um sistema de produção sustentável e fortalecimento da agricultura (Zárate-Salazar *et al.*, 2020).

Isso destaca o papel fundamental dos cogumelos comestíveis para alimentação humana, especialmente para países que enfrentam situações de insegurança alimentar, escassez de recursos na agricultura, ou ambos. De acordo com a *Food and Agriculture Organization* da Organização das Nações Unidas (2023), uma em cada três pessoas no mundo enfrentou insegurança alimentar moderada ou grave em 2021. No Brasil, a insegurança alimentar ainda é um problema significativo, pois em 2022; 15,5% da população enfrentou quadros de insegurança alimentar grave no país. (De Souza; Ferreira; Salles-Costa, 2021; Manfrinato *et al.*, 2021; Palmeira; Salles-Costa; Pérez-Escamila, 2019; Rede PENSSAN, 2022).

Os cogumelos da espécie *Pleurotus ostreatus* são um dos cogumelos mais consumidos mundialmente. Fornecem alto teor de proteínas, carboidratos, fibras alimentares, vitaminas e minerais, com baixo teor de lipídeos e calorias. Portanto, podem ser uma alternativa para suprir as necessidades nutricionais dos seres humanos (Dicks; Ellinger, 2020; Opoku; Adi; Fenteng, 2022; Royse *et al.*, 2017).

Além de possuírem valor nutricional, os cogumelos *P. ostreatus* são alimentos funcionais que promovem benefícios à saúde da população, pois seus metabólitos secundários possuem propriedades medicinais que causam efeitos benéficos à ingestão. Em geral, as principais classes de componentes químicos que podem ser encontrados nessa espécie são compostos fenólicos, terpenóides, esteroides, ácidos graxos ω -3 e β -glucanos (Elhousseiny *et al.*, 2021).

Os antioxidantes, que podem estar presentes em metabólitos secundários, como os compostos fenólicos, previnem ou inibem a reação oxidativa, derivada do acúmulo de radicais livres e outras espécies reativas de oxigênio. Essa reação pode induzir doenças cardiovasculares, degenerativas, neurológicas, câncer e envelhecimento precoce. Assim, ingestão desses compostos pode contribuir para a homeostase da saúde humana (Alves *et al.*,

2010; Fanhani, 2006; Silva; Jorge, 2011; Ślusarczyk; Adamska; Czerwik-Marcinkowska, 2021).

Ademais, o *Pleurotus ostreatus* se destaca pela sua capacidade de colonizar e degradar uma grande variedade de substratos lignocelulósicos a partir de resíduos orgânicos, além de se adaptar a diversos ambientes e apresentar um crescimento mais rápido em comparação com outros cogumelos comestíveis. Entretanto, apesar da possibilidade de usar diversos substratos para o cultivo, a composição desses pode afetar o rendimento, a qualidade e os atributos funcionais dos cogumelos. Por isso, selecionar bem os substratos é crucial para verificar as possíveis interferências em seu potencial (Carvalho *et al.*, 2014; Hoa *et al.*, 2015).

Neste contexto, a produção de cana-de-açúcar e banana possui grande importância social e econômica para o estado da Paraíba. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2023) a Paraíba, que é o 9º estado mais produtor de cana-de-açúcar, produziu 5.762.668 toneladas de cana-de-açúcar e 142.325 toneladas de banana no ano de 2022. Devido à elevada produção, também há formação de resíduos, que quando descartados incorretamente podem causar graves impactos ambientais como poluição do solo e emissão de gases de efeito estufa. Portanto, a utilização desses resíduos agrícolas, como substrato para crescimento de cogumelos estabelece o aproveitamento dos subprodutos (Zárate-Salazar *et al.*, 2020).

A cana-de-açúcar é amplamente utilizada como substrato na produção de *Pleurotus ostreatus* no Brasil, sendo uma escolha popular devido à sua disponibilidade e eficácia no cultivo (Fernandes; Maciel; Couto, 2016). No entanto, a problemática dos resíduos de insumos agrícolas da Paraíba permite selecionar a folha de bananeira como uma alternativa de substrato para a otimização de cultivo do cogumelo. Portanto, faz-se necessário avaliar o potencial nutricional e antioxidante dos cogumelos comestíveis *Pleurotus ostreatus* cultivados em diferentes substratos de folha de bananeira e cana-de-açúcar.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial nutricional e antioxidante dos cogumelos comestíveis *Pleurotus ostreatus* cultivados em substratos de folha de bananeira e bagaço de cana-de-açúcar obtidos de resíduos agrícolas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

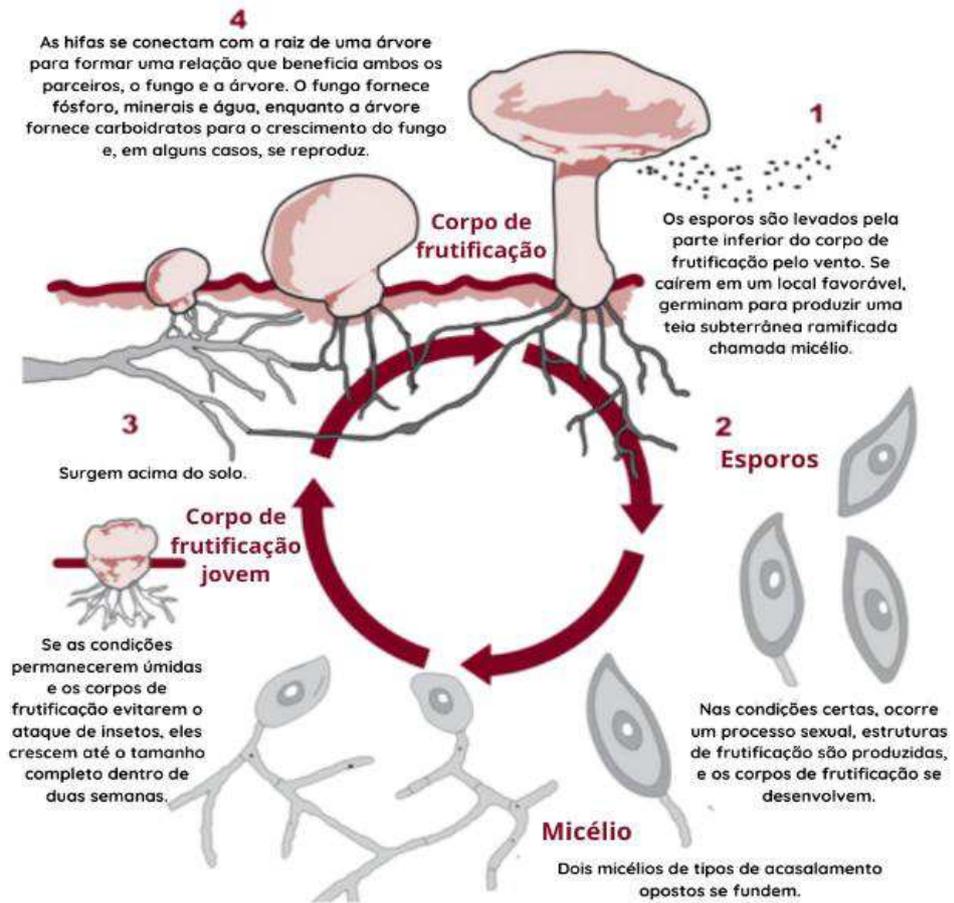
- Analisar e determinar os parâmetros físico-químicos e nutricionais dos cogumelos comestíveis secos, cultivados em diferentes concentrações de substratos de folha de bananeira e bagaço de cana-de-açúcar;
- Preparar extratos hidroalcoólicos dos cogumelos secos para a realização de análises antioxidantes;
- Caracterizar e avaliar a atividade antioxidante *in vitro* dos extratos de cogumelos secos, cultivados em diferentes concentrações de substratos de folha de bananeira e bagaço de cana-de-açúcar.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 COGUMELOS COMESTÍVEIS

Cogumelos são fungos que apresentam corpos frutíferos macroscópicos, pertencentes principalmente ao filo Basidiomycota, mas também podem ser encontrados no filo Ascomycota. Seu ciclo de vida, exemplificado na figura 1, inclui a formação de esporos sexuais e as fases de crescimento vegetativa e reprodutiva, que produz os micélios e os corpos de frutificação, respectivamente (Gupta, 2018).

Figura 1 - Ciclo de vida dos cogumelos



Fonte: Adaptado de Rautela *et al.* (2019).

Comumente, os termos macrofungos e cogumelos causam confusão no entendimento, pois são referidos como sinônimos. Entretanto, macrofungos são fungos que apresentam corpos de frutificação (esporocarpos) suficientemente grande para serem vistos a olho nu e colhidos à mão. Porém, nem todos são cogumelos, visto que os esporocarpos possuem grande variedade

de formas, incluindo cogumelos hipógeos (*Agaricus* spp.), cogumelos epígeos (*Tuber* spp.), puffballs (*Calvatia* spp.) e bolor (*Rhizopus* spp.) (El Sheikha; Hu, 2018).

O consumo de cogumelo como alimento pelo ser humano data da pré-história. Os cogumelos eram utilizados na alimentação, como medicamento com propriedades terapêuticas e em cerimônias religiosas durante as primeiras civilizações dos chineses, egípcios, gregos, indianos, latino-americanos e romanos (Li; Castañeda-Ruiz; Lamondia, 2016; O´regan; Cordeiro; Wilkison, 2016).

Ademais, são alimentos importantes para a nutrição humana por fornecerem, além de sabor, um alto valor nutricional e uma rica variedade de componentes bioativos importantes (Mishra *et al.*, 2022). Sua composição é geralmente constituída por alto teor de fibras, proteínas, vitaminas e minerais; juntamente de baixo teor de gordura e amido (Binjola *et al.*, 2019). Ademais, seus compostos bioativos possuem propriedades medicinais, que causam potencial efeito anti-inflamatório, antioxidante, imunomodulador, anticarcinogênico, antiviral, antibacteriano, antifúngico, hepatoprotetor, antidiabético, antiangiogênico, hipoglicêmico e outros (Xu, 2015).

Além disso, seu modo de nutrição impacta também na vida humana, visto que as características dos cogumelos sapróbios, parasitas e mutualistas são aplicadas na biotecnologia, por meio de benefícios como decomposição da matéria orgânica, controle de pragas agrícolas e enriquecimento agrícola, respectivamente (Parreira, 2020).

Cogumelos comestíveis são o principal componente da indústria global de cogumelos e responde por aproximadamente US\$ 34 bilhões, haja vista que o seu consumo aumentou a uma taxa relativamente alta desde 1997, atingindo mais de 4,7 kg *per capita* consumidos anualmente (Royse *et al.*, 2017). Por causa desse aumento, o mercado global de cogumelos comestíveis estima um crescimento que alcance um valor de US\$ 54,04 bilhões em 2030 (CNN, 2024).

De acordo com a *Food and Agricultural Organization of the United Nations* (FAO) (2023), a produção mundial de cogumelos em 2021 foi de cerca de 4 bilhões de toneladas, o dobro do que era produzido em 2010. A Ásia contribui com ampla maioria desta produção de cogumelos, seguidos da Europa e da América do Norte. No entanto, não há registros oficiais sobre a produção e consumo de cogumelos na América Latina e outros países do sul global.

Apesar de não haver estudos de consumo alimentar acerca do consumo de cogumelos no Brasil, dados do Censo Agropecuário 2017 estimaram a produção de 12.730 toneladas de cogumelos a partir de 773 Unidades produtoras concentradas nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Espírito Santo (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017).

Além disso, um estudo desenvolvido por De Frutos (2020) mostrou que a compra e a venda desse recurso está se tornando cada vez mais importante em muitos países. Especificamente na América Latina, o aumento médio anual do comércio de 2017 a 2022 foi de 2%, com estimativa de tendência anual do comércio de aproximadamente 1,7%. Estas tendências mostram claramente que há uma mudança global na procura de hábitos de consumo.

3.2 *Pleurotus* spp.

Atualmente, cerca de 14.000 espécies de cogumelos foram identificadas, destas pelo menos 2006 espécies são consideradas seguras e adequadas para consumo humano (Binjola *et al.*, 2019; Choudary, 2015; Li *et al.*, 2021). Com o desenvolvimento das tecnologias de cultivo comercial, a produção de cogumelos em todo o mundo tem crescido muito rapidamente nos últimos anos. As espécies mais consumidas no mundo incluem os cogumelos cultivados champignon (*Agaricus bisporus*), o cogumelo shiitake (*Lentinula edodes*), e os cogumelos ostra (*Pleurotus* spp.) (Wan *et al.*, 2020).

No Brasil, são encontrados 133 cogumelos comestíveis, presentes em todos os estados brasileiros, mas predominantemente nas regiões Sul e Sudeste (Carvalho *et al.*, 2024). A produção nacional também abrange os cogumelos champignon (*Agaricus bisporus*), shiitake (*Lentinula edodes*), e ostra (*Pleurotus* spp.), com uma proporção de produção 66%, 16% e 14%, respectivamente (Sacomani; Tonin, 2016).

O gênero *Pleurotus* se destaca por se desenvolver em pouca luz, pouco espaço ou terreno, pouca manutenção e em regiões temperadas e subtropicais (Raman *et al.*, 2021). Sua facilidade de cultivo pode beneficiar proprietários que possuem poucas terras, influenciando na criação de meio de subsistência, redução da insegurança alimentar e aumento da agricultura sustentável (Golak-Siwulska *et al.*, 2018).

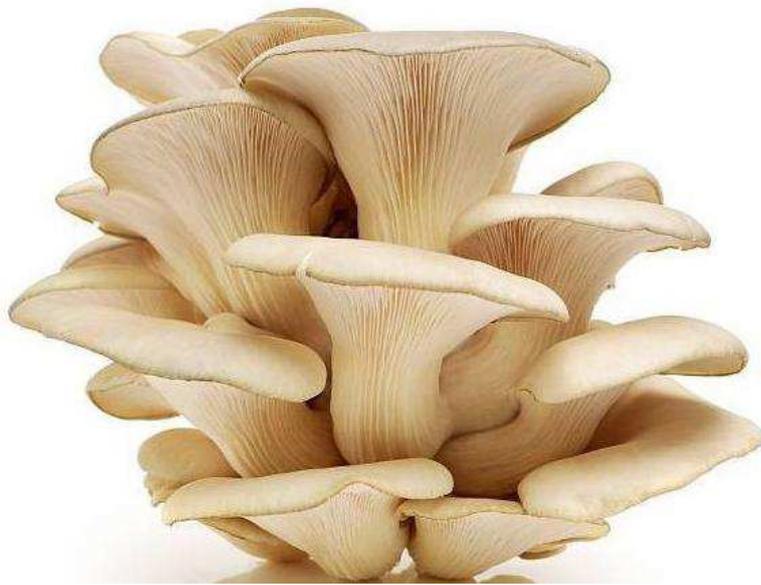
Além disso, sua forma de vida saprófita permite a degradação de matéria orgânica, através da alta presença de enzimas degradantes de lignina, celulose e hemicelulose (Zwirtes, 2021). Isso proporciona um sistema de bioconversão ecológica, capaz de degradar resíduos agrícolas e agroindustriais, permitindo seu reaproveitamento e redução de impactos ambientais (Albertó, 2008).

Esse gênero também é conhecido por sua riqueza nutricional, pois contém uma grande quantidade de fibra alimentar e carboidratos. Ademais, é fonte de proteínas, minerais (Na, Ca, P, Fe e K) e vitaminas (Vitamina C e complexo B) (Raman *et al.*, 2021). Juntamente das suas

propriedades medicinais que exercem, em geral, ação imunomodulatória, anticancerígena, anti-inflamatória, antitrombótica, antiviral e outros efeitos positivos (Bernadi, 2009).

O gênero *Pleurotus* possui cerca de 40 espécies, dentre elas se encontra o *Pleurotus ostreatus*, representado na figura 2. Esse cogumelo é caracterizado por corpos frutíferos carnosos, de coloração branca ou creme, com haste curta, cilíndrica, geralmente umbricada, e de crescimento em conjunto (Urban, 2017).

Figura 2 - *Pleurotus ostreatus*



Fonte: Michael Wood (2024).

3.3 PROPRIEDADES SUSTENTÁVEIS DE *Pleurotus ostreatus*

Uma ampla variedade de resíduos orgânicos é gerada pela agricultura, o destino inadequado desses remanescentes pode resultar em sérios problemas ambientais que contribuem para a liberação de gases de efeito estufa, proliferação de pragas e imobilização de Nitrogênio no solo (Zárate-Salazar *et al.*, 2020).

O *P. ostreatus* desenvolve um papel crucial no ecossistema, visto que é capaz de se desenvolver decompondo substratos diversificados (Dicks; Ellinger, 2020). À exemplo de subprodutos agrícolas, como folhas de bananeira, casca de amendoim, folhas de milho, palha de trigo, palha de arroz e folhas de cana-de-açúcar (Adebayo; Martynez-Carrera, 2015). Desse modo, a elevada presença de enzimas degradantes de substratos lignocelulósicos presente nessa espécie permite a degradação da matéria orgânica presente nos substratos e bioconversão em um alimento altamente nutritivo e funcional (Albertó, 2008; Zwirter, 2021).

Portanto, a economia circular é beneficiada, pois o acúmulo de resíduos agrícolas que causaria danos ambientais é minimizado, através da decomposição da matéria orgânica, sequestro de carbono e ciclagem de nutrientes (Niego *et al.*, 2023). Isso causa uma diminuição no impacto ambiental e produz alimentos rico em ativos potencialmente significativos e de alto valor nutricional (Maziero, 1990; Sturion, 1994; Leifa, 2000; Fan *et al.*, 2003; Wu *et al.*, 2004).

Nesse cenário, é importante ressaltar que diversos fatores impactam no rendimento, qualidade e atributos funcionais dos cogumelos comestíveis, como espécie, linhagem, processamento pós-colheita, estágio de desenvolvimento do basidioma e tipo do substrato (Andrade, 2007). Dessa forma, observa-se que os substratos utilizados como fonte de desenvolvimento dos cogumelos podem ter consequência na sua composição (Raman *et al.*, 2021).

Dentre as características desejáveis para escolha do substrato de cultivo, Jorge *et al.* (2020) classifica como mais relevante, o baixo custo, disponibilidade de fornecimento no mercado, teor de nutrientes, pH, capacidade de troca de cátions adequados e ausência de patógenos. Além disso, o estudo também afirma que substratos que apresentam alta relação carbono/nitrogênio também são preferíveis, visto que aumentam o rendimento e produtividade.

Sob essa perspectiva, na Europa o cultivo de *Pleurotus* é realizado tradicionalmente com palha de trigo, devido a características regionais e boa produtividade. De forma semelhante, o Brasil utilizou o bagaço de cana-de-açúcar para introduzir o cultivo de *Pleurotus* no país, em virtude da quantidade de resíduos provenientes da produção de álcool como combustível, e sua eficácia (Grillo, 2009).

No ano de 2024, o Brasil se consolidou como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, totalizando um valor de produção de 43 milhões de reais. No contexto do estado da Paraíba, segundo o IBGE (2023), a mesorregião do Agreste Paraibano é a principal produtora de banana, com a cidade de maior produção sendo Alagoa Nova, com um valor total de R\$ 31.680 reais.

Nesse sentido, a Paraíba possui uma alta taxa de produção desses resíduos, que ao longo dos anos pode causar danos ambientais. Assim, o cultivo de cogumelos comestíveis nesses remanescentes pode ser uma alternativa viável para reduzir o impacto ambiental, bem como disponibilizar nutrientes e fortalecer o sistema de produção de alimentos sustentáveis (Silva *et al.*, 2024).

3.4 PROPRIEDADES NUTRICIONAIS DE *Pleurotus ostreatus*

Cogumelos comestíveis são considerados alimentos ricos nutricionalmente, por conter os macronutrientes em quantidades satisfatórias, além de serem considerados seguros para ingestão por todas as faixas etárias (Lesa *et al.*, 2022).

Os autores Miles e Chang (1997) apresentaram uma composição nutricional aproximada dos cogumelos *Pleurotus ostreatus* em base seca. Apresentando-os como ricos em proteínas (30,4%), carboidratos (57,6%) e fibras (8,7%), e com uma quantidade satisfatória de lipídios (2,2%), cinzas (9,8%) e energia (369 Kcal).

Entretanto, não foi avaliado o tipo de substrato utilizado para cultivo do cogumelo utilizado. Esse fator é crucial, visto que o tipo de substrato pode alterar a composição nutricional e química dos cogumelos (Urben *et al.*, 2004).

Sob essa perspectiva, a Tabela 1, abaixo, foi elaborada para análise da composição nutricional de *Pleurotus ostreatus* cultivado em diferentes substratos.

Tabela 1 - Composição nutricional de *Pleurotus ostreatus* cultivado em diversos substratos

Substrato	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteína (%)	Carboidratos (%)	Fibras (%)	Lipídios (%)	Energia (KJ ou Kcal/100g)	Autor	Ano
Capim-elefante	-	32,58	22,59	25,69	18,25	0,88	-	Bernardi <i>et al.</i>	2009
Palha de arroz	90,1	6,0	34,3	58,7	6,3	3,4	-	Yehia	2012
Palha de trigo	87,8	6,3	33,5	54,8	6,4	3,2	-	Yehia	2012
Palha de arroz + Palha de trigo	88,7	6,5	39,1	56,7	6,9	3,9	-	Yehia	2012
Palha de arroz	88,5	6,1	32,0	50,9	6,2	3,1	-	Yehia	2012
Folhas de bambu	87,4	6,3	31,9	46,6	6,1	3,3	-	Yehia	2012

Cacho de palma + Farelo de arroz	8,57 ± 1,17	8,61 ± 0,26	16,98 ± 0,39	3,44 ± 0,75	± -	1,30 ± 0,14	2,97 ± 11,45 KJ	±	Elkana h, Oke e Adeba yo	2022
Haste de palma + Farelo de arroz	5,98 ± 0,79	9,56 ± 0,49	16,62 ± 0,41	5,31 ± 0,43	± -	1,36 ± 0,28	2,63 ± 17,77 KJ	±	Elkana h, Oke e Adeba yo	2022
Cacho de palma	8,84 ± 0,06	6,45 ± 0,32	17,78 ± 0,47	4,63 ± 0,93	± -	1,70 ± 0,29	3,44 ± 6,09 KJ	±	Elkana h, Oke e Adeba yo	2022
Cacho de palma + Farelo de trigo	7,51 ± 0,97	9,59 ± 0,11	18,20 ± 0,15	2,11 ± 0,42	± -	1,58 ± 0,29	3,58 ± 18,03 KJ	±	Elkana h, Oke e Adeba yo	2022
Cacho de palma fermentado	7,06 ± 0,12	10,1 ± 0,03	17,98 ± 0,09	2,87 ± 0,07	± -	1,50 ± 0,18	4,79 ± 6,81 KJ	±	Elkana h, Oke e Adeba yo	2022
Serragem	5,23 ± 1,15	7,26 ± 0,07	10,09 ± 0,10	5,10 ± 0,43	± -	3,44 ± 0,39	3,56 ± 24,62 KJ	±	Elkana h, Oke e Adeba yo	2022
Haste de palma +	5,80 ± 0,21	6,55 ± 0,12	19,14 ± 0,10	5,91 ± 0,53	± -	1,57 ± 0,20	2,51 ± 0,34 KJ	±	Elkana h, Oke e	2022

Farelo de trigo										Adeba yo	
Haste de palma	6,56 ± 0,46	7,00 ± 0,01	15,98 ± 0,08	5,77 ± 0,38	± -	1,67 ± 0,24	2,77 ± 0,24	± 11,34 KJ		Elkana h, Oke e Adeba yo	2022
Serragem		0,28					0,35				
Cacho de palma	6,73 ± 1,54	4,12 ± 0,59	16,62 ± 0,07	6,19 ± 2,50	± -	1,44 ± 0,13	5,54 ± 0,13	± 37,09 KJ		Elkana h, Oke e Adeba yo	2022
Serragem											
Semente de açaí + Casca de castanha do pará	-	-	20,88 ± 0,37	59,31 ± 0,21	± 11,22 ± 0,44	± 2,49 ± 0,05	± 297,77 ± 3,24 kcal			Aguiar <i>et al.</i>	2022
Semente de açaí + Semente de tucumã	-	-	20,69 ± 0,63	58,53 ± 0,26	± 9,58 ± 0,48	± 2,90 ± 0,03	± 300,95 ± 1,67 kcal			Aguiar <i>et al.</i>	2022
Serragem de pinheiro + Semente de açaí	-	-	15,07 ± 0,40	64,88 ± 0,26	± 32,68 ± 1,44	± 2,99 ± 0,07	± 218,96 ± 5,63 kcal			Aguiar <i>et al.</i>	2022

Serragem de pinheiro + Semente de tucumã	-	-	14,34 ± 0,47	66,89 ± 0,61	23,10 ± 1,11	3,26 ± 0,14	263,00 ± 4,34 kcal	Aguiar <i>et al.</i>	2022
---	---	---	--------------	--------------	--------------	-------------	--------------------	----------------------	------

Fonte: Adaptado de Bernardi *et al.* (2009); Yehia (2012); Elkanah, Oke e Adebayo (2022); Aguiar *et al.* (2022).

Dessa forma, observa-se a diferença que o substrato constitui no cogumelo comestível. As quantidades de cinzas foram maiores no *P. ostreatus* cultivado em cacho de palma fermentado (10,10%). Contudo, as análises de energia e umidade não puderam ser comparadas, pois a energia não foi dada em unidade correspondente e os processamentos dos cogumelos foram feitos sob diferentes tipos de processamento.

Acerca dos macronutrientes, a maior quantidade de proteína (20,88%) foi encontrada em cogumelos cultivados em junção de semente de açaí e casca de castanha do pará, de carboidrato (32,68%) foi encontrada em mistura de serragem de pinheiro e semente de açaí, de lipídios (3,9%) foi encontrada na combinação de palha de arroz e trigo e de fibra (32,68%) na junção de serragem de pinheiro e semente de açaí.

Portanto, a análise da composição físico-química e nutricional é imprescindível no cenário atual de necessidade constante de produzir alimentos com alto potencial nutricional. Cada nutriente desempenha funções essenciais para o organismo, contribuindo para o seu funcionamento adequado e manutenção da saúde (Sichieri *et al.*, 2000).

Assim, a umidade representa o teor de água nos alimentos. A presença excessiva de água pode favorecer o crescimento de microrganismos, como bactérias e fungos. Desse modo, processos como a secagem, que transforma o cogumelo fresco em desidratado, consegue reduzir a umidade do cogumelo, proporcionando o prolongamento do armazenamento e aumentando a segurança de consumo. (Chaves *et al.*, 2004; Sampaio; Queiroz, 2006)

O teor de cinzas corresponde ao resíduo mineral fixo, obtido após a decomposição de todos os componentes orgânicos (Soetan; Olaiya; Oyewole, 2010). Os minerais desempenham funções como regulação da atividade e manutenção celular, mantêm a atividade muscular e nervosa e auxiliam a transferência de compostos pelas membranas celulares e composição de tecidos. Como esses nutrientes não são sintetizados pelo corpo, apenas obtidos através da alimentação, é necessário que seja feita sua ingestão de modo suficiente (Nutrition, 2008).

Assim, observa-se o cogumelo *P. ostreatus* como uma das possíveis opções para obter esses micronutrientes, visto que essa espécie é rica naturalmente em Potássio (K), Fósforo (P), Magnésio (Mg) e Ferro (Fe); mas quando adicionados diferentes substratos à sua composição, pode obter minerais como Cálcio (Ca), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Manganês (Mn) e Sódio (Na) (Sales-Campos *et al.*, 2009). Cálcio e Ferro são os minerais mais famosos e sua carência promove problemas na formação dos ossos e no transporte de oxigênio no sangue, respectivamente (Conti *et al.*, 2020; Farias; Silva; Andrade, 2022).

As proteínas são importantes fontes de aminoácidos e desempenham função importante na estrutura celular, formação de proteínas sanguíneas e no reforço do sistema imunitário (Yang *et al.*, 2023). Entretanto, esses macronutrientes não são produzidos no organismo, são apenas obtidos através da alimentação.

Desse modo, os cogumelos podem ser utilizados para ajustar os níveis de proteína dos grupos de pessoas que não consomem proteína animal, pois possuem maior teor de proteínas que os grãos e podem ser comparados com outras fontes de proteína não animal (Niazi; Ghafoor, 2021). Novos estudos indicam que as junções das diferentes fontes alternativas de proteínas têm capacidade para favorecer as necessidades dietéticas, sendo os cogumelos um bom exemplo de fonte alternativa (Moura *et al.*, 2022).

Os carboidratos são os principais responsáveis pela manutenção energética em seres humanos (Motta, 2009). Além disso, estão envolvidos na composição estrutural e são fundamentais na regulação da alta concentração osmótica (Koutrotsios *et al.*, 2014).

Por conseguinte, as fibras dietéticas são polissacarídeos que se encontram bastante presentes no cogumelo *Pleurotus ostreatus* (Bautista-Justo *et al.*, 1998). Segundo Bernaud e Rodrigues (2013), as fibras são capazes de reduzir o risco de desenvolvimento de doença cardiovascular, hipertensão arterial, diabetes melitus, hiperlipidemia e algumas desordens gastrointestinais, pelo seu efeito prebiótico. Portanto, a ingestão desse composto durante a implementação de cogumelos na dieta, é capaz de trazer muitos benefícios.

Os lipídeos estão presentes na estrutura celular e servem de reserva de energia (Motta, 2009). Nos cogumelos, os lipídios são formados por ácidos graxos livres, mono, di e triglicérides, esteróis, ésteres de esteróis e fosfolipídios (Bani *et al.*, 1988). Portanto, apesar do seu consumo excessivo estar associado a diversos problemas de saúde, como obesidade, doenças cardiovasculares e dislipidemias, a baixa concentração de lipídios nos cogumelos favorece uma alimentação com menos excesso de lipídios na dieta, bem como a presença de ácidos graxos mono e poli insaturados que estão associados a melhora de dislipidemias e menor risco de doenças cardiovasculares (Dicks; Ellinger, 2020; Triches, 2020).

A energia é essencial para que as células desempenhem suas funções vitais como a produção de moléculas indispensáveis para o funcionamento adequado do organismo (Franjic, 2019). A espécie *P. ostreatus* possui poucas calorias, o que auxilia nas dietas hipocalóricas para perda de peso, porém, seu teor de nutrientes, como fibras, proporcionam um aumento da saciedade (Furlani; Godoy, 2005).

Além dos benefícios fisiológicos, os nutrientes são essenciais para quadros como desnutrição, no qual há deficiência de um ou mais nutrientes (Kobylinska *et al.*, 2022). A falta deles ocasionará em desenvolvimento insuficiente e morte em crianças, além de surgimento de doenças e má qualidade de vida em adultos (Cavinato *et al.*, 2022).

No Brasil, segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios do IBGE (2023) 9,4% dos domicílios sofreram com insegurança alimentar moderada ou grave em 2023. Nesse contexto, os nutrientes dos cogumelos *P. ostreatus* poderia vir a contribuir com a diminuição desse déficit, por representar um alimento rico em compostos nutricionais.

3.5 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DE *Pleurotus ostreatus*

Os cogumelos são valorizados mundialmente como alimento e por suas propriedades funcionais. Neste sentido, esse alimento contém compostos que exercem um efeito promotor de saúde, melhorando o estado de bem-estar e/ou reduzindo o risco de doença (Rathore *et al.*, 2019).

O teor e a diversidade dos componentes químicos proporcionam aos cogumelos comestíveis propriedades biológicas úteis para a nutrição e saúde humana. Em geral, as principais classes de componentes químicos encontrados nos cogumelos *P. ostreatus* são compostos fenólicos (ácidos fenólicos, flavonoides), terpenoides, esteroides (ergosterol), ácidos graxos ω -3 e β -glucanos (Slusarczyk; Adaamska; Czerwik-Marcinkowska, 2021).

Entre as diversas propriedades atribuídas aos cogumelos, destaca-se a as atividades de ação antitumoral, anti-inflamatória, analgésica, antiviral, antimicrobiana, prebiótica e antioxidante; por serem intimamente relacionadas ao consumo dos cogumelos como alimentos (Ferreira; Barros; Abreu, 2009; Morales *et al.*, 2021; Stefanello *et al.*, 2012).

Os antioxidantes são adquiridos de forma endógena ou exógena, através da ingestão de alimentos dotados de metabólitos secundários que possuam ação antioxidante, como o cogumelo *P. ostreatus*. Eles são compostos responsáveis por interceptar os radicais livres excessivos que causam danos celulares e podem ser produzidos em excesso por defeitos na

respiração mitocondrial, metabolismo do ácido araquidônico, ativação-inibição de sistemas enzimáticos e também por fatores exógenos como a poluição, tabagismo, etilismo e por uma nutrição inadequada (Reis *et al.*, 2017; Pereira *et al.*, 2009).

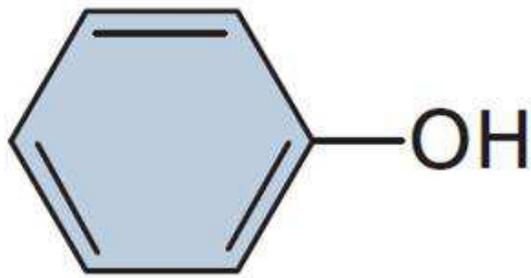
Entretanto, a oxidação é um processo essencial dos organismos aeróbios, pois os radicais livres produzidos naturalmente ou por alguma disfunção biológica desempenham papéis importantes como produção de energia, regulação do crescimento celular e síntese de substâncias biológicas importantes. Apenas quando as espécies reativas são produzidas mais rapidamente do que são removidas pelos mecanismos de defesa das células, ocorre estresse oxidativo, causando complicações e perda da integridade celular (Bianchi; Antunes, 1999).

Esses danos celulares podem ocasionar doenças como câncer, envelhecimento precoce, doenças cardiovasculares, doenças degenerativas e neurológicas. Assim, os antioxidantes são compostos com potencial de neutralizar os radicais livres excessivos, retardando ou inibindo a ação de oxidação (Bianchi; Antunes, 1999; Dubost; Ou; Beelman, 2007; Pizino *et al.*, 2017; Su *et al.*, 2023).

O estudo feito por Elhusseiny *et al.* (2021) revelou alta atividade antioxidante em *P. ostreatus*, com valor de $39,46 \pm 1,27$ $\mu\text{g/mL}$ pelo método DPPH e $21,40 \pm 2,20$ $\mu\text{g/mL}$ pelo método ABTS. Esse mesmo estudo detectou alguns compostos bioativos responsáveis por essa atividade e detectou $19,37 \text{ mg/g} \pm 0,39$ de conteúdo fenólico total e $2,71 \pm 0,06$ mg/g de conteúdo total de flavonoides. Entretanto, não foram identificados os substratos utilizados para crescimento do cogumelo comestível.

Um dos principais indicativos da atividade antioxidante no cogumelo *Pleurotus ostreatus* é a presença de compostos fenólicos (Reis *et al.*, 2017; Silva; Jorge, 2011). Os compostos fenólicos são derivados do metabolismo secundário de plantas e fungos que, no geral, contém anel aromático e substituintes de grupamentos hidroxilas (Dôres, 2007). Sua estrutura básica é representada a seguir.

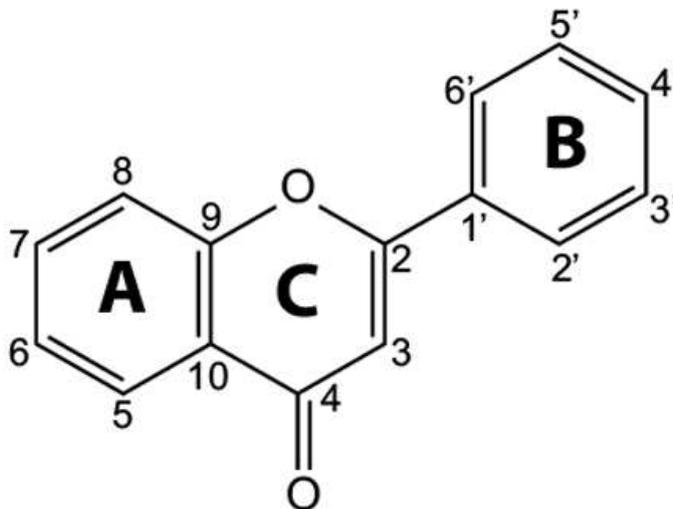
Figura 3 - Fórmula estrutural básica dos compostos fenólicos



Fonte: Taiz e Zeiger. (2017).

Por conseguinte, segundo Taiz e Zeiger (2017), os flavonoides são a maior classe de fenólicos vegetais, compostos geralmente por uma estrutura básica que possui 15 Carbonos distribuídos em 2 anéis aromáticos e interligado via carbono heterocíclico do pirano, que pode conter um grupo carbonila. Sua estrutura, no geral, é demonstrada na figura a seguir.

Figura 4 - Fórmula estrutural básica dos flavonoides



Fonte: Simões *et al.* (2017)

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE ESTUDO

Trata-se de um estudo experimental, no qual os dados foram coletados em triplicata.

4.2 LOCAL DE EXECUÇÃO

O projeto foi desenvolvido nos Laboratórios de Bioquímica, Bromatologia e Farmacognosia do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Além disso, teve apoio e colaboração do Grupo de Pesquisa e Produção de Cogumelos Comestíveis da UFPB (GPEC-Campus Areia-PB), para a produção e obtenção dos cogumelos.

4.3 PRODUÇÃO E OBTENÇÃO DE COGUMELOS

Para cultivo dos cogumelos foram preparados substratos a partir de folhas de bananeira (*Musa spp.*) e bagaços de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) obtidos de produtores locais da cidade de Areia - PB. Os resíduos foram separadamente secos à temperatura ambiente, triturados em forrageira com tamanho de partícula de 0,5 a 1 cm, peneirados em tela de 2 mm e embalados em sacos de nylon próprio para alimentos. Após isso, os substratos compostos por folhas de bananeira e bagaços de cana-de-açúcar foram fracionados nas proporções do quadro 1, contendo composições de 0% a 100% dos substratos de folha de bananeira ou bagaço de cana-de-açúcar. Em seguida, foram esterilizados em autoclave à temperatura de 121 °C e 103,4 kPa por um tempo de 60 min (Sardar *et al.*, 2017).

Tabela 2 - Composição dos substratos para cultivo de *Pleurotus ostreatus*

Substratos	Folhas de bananeiras	Bagaço de cana-de-açúcar
100% FB	100%	0%
75% FB + 25% BC	75%	25%
50% FB+ 50% BC	50%	50%

25% FB + 75% BC	25%	75%
100% BC (controle)	0%	100%

Legenda: FB: folha de bananeira; BC: bagaço de cana-de-açúcar

Fonte: Autoria própria (2025).

No processo de produção, as unidades produtivas com os substratos foram inoculadas com o micélio de *P. ostreatus* em câmara de fluxo laminar (4g de micélio/Kg de substrato esterilizado). Em seguida, permaneceram na sala de colonização, sob ausência de luz, à temperatura (24 ± 2 °C) e umidade relativa ($85 \pm 1\%$) por 15 dias. Após a completa colonização micelial, as unidades produtivas foram transferidas para área de indução/frutificação, para ativar o crescimento dos cogumelos (Zárate-Salazar *et al.*, 2020).

O tempo total de colheita foi de 120 dias, com temperatura (28 ± 2 °C), umidade relativa ($92 \pm 2\%$) e luminosidade (8,5 volts). Logo depois da colheita, os cogumelos foram secos em estufa de fluxo à temperatura de 45 °C por 3 dias e moídos por um moinho de facas com malha 10 (Zárate-Salazar *et al.*, 2020).

4.4 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL

As análises físico-químicas e a composição nutricional dos cogumelos secos foram realizadas em triplicata de acordo com a *Association of Official Analytical Chemists* – AOAC (2016). O teor de umidade foi determinado por secagem em estufa (Med clave - Modelo 4) estabilizada a 105°C por 24 horas.

O teor de cinzas foi quantificado por carbonização e incineração em forno mufla (Jung – Modelo 0612) estabilizado a 550 °C por 8 horas. A atividade de água foi determinada por meio da leitura direta da amostra em equipamento medidor de atividade de água (Aqua lab - Modelo Dew point 4). O teor de proteína foi quantificado pelo método de Kjeldahl, adotando fator de conversão de 4,38 para nitrogênio total, devido à alta quantidade de nitrogênio não proteicos nos cogumelos (Kalay, 2013).

O conteúdo lipídico total foi medido através da extração a frio com clorofórmio e metanol e posterior quantificação gravimétrica de acordo com o método de Folch, Lees e Stanley (1957). Os carboidratos totais foram calculados por diferença, segundo a equação 1:

$$\% \text{Carboidrato} = 100 - (\% \text{Umidade} + \% \text{Cinzas} + \% \text{Proteína} + \% \text{Lipídios}). \quad (1)$$

O valor energético foi calculado de acordo com a equação 2, a seguir:

$$\text{Energia (Kcal)} = 4 \times (\text{g Proteínas} + \text{g de Carboidratos}) + 9 \times (\text{g de Lipídios}). \quad (2)$$

4.5 PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS DE COGUMELO

Os extratos de *P. ostreatus* foram produzidos a partir de amostras de 2 grama dos cogumelos secos extraídos por maceração com 50 mL de solução etanol/água (70:30 v/v) à temperatura ambiente e ao abrigo de luz durante o período de 5 dias. Em seguida, os extratos foram submetidos a filtração simples com papel de filtro qualitativo e a filtração com filtro de seringa modelo Nylon 0,45 µm, logo após foram armazenados sob refrigeração e sob abrigo de luz (Sharif *et al.*, 2017).

4.6 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS EXTRATOS DE COGUMELOS

A caracterização química dos extratos foi baseada no teor de fenólicos e flavonoides totais. O teor de compostos fenólicos totais dos extratos foi determinado usando o reagente de Folin-Ciocalteu com uma solução etanólica de ácido gálico, o composto fenólico padrão (Slinkard; Singleton, 1977).

Para o ensaio, foram colocados em eppendorf, 100 µL de extratos de cogumelo, 40 µL do reagente de Folin-Ciocalteu e 1740 µL de água destilada homogeneizando com agitação durante 1 min. Em seguida foi adicionado 120 µL de uma solução de carbonato de sódio a 15% e após agitado, permaneceu em repouso e protegida da luz, durante 2 horas. Após o período de reação, a absorbância foi detectada a 760 nm. O conteúdo total de fenólicos foi expresso como µg de equivalentes de ácido gálico por mL do extrato (µg EAG/mL), utilizando uma equação obtida a partir da curva de calibração do padrão ácido gálico (10 a 50 µg/mL).

O conteúdo total de flavonoides foi determinado usando a quercetina como flavonoide padrão, de acordo com o método de Tambe e Bhambar (2014). Para o ensaio, foram misturados

em eppendorf, 100 μL de extratos de cogumelos com 500 μL de solução de cloreto de alumínio (AlCl_3) a 5% em metanol e o volume foi completado para 2000 μL com água destilada. Após 10 minutos, a absorbância de cada amostra foi medida em espectrofotômetro a 425 nm. O teor de flavonoides totais foi expresso como μg de equivalentes de quercetina por mL do extrato ($\mu\text{g EQ/mL}$), utilizando a equação obtida a partir da curva de calibração do padrão ácido gálico (5 a 25 $\mu\text{g/mL}$).

4.7 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE ABTS^{•+}

O ensaio da atividade sequestradora do cátion radical 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolin) 6-ácido sulfônico (ABTS^{•+}) foi realizado de acordo com a metodologia de Re *et al.* (2007). O cátion radical ABTS^{•+} foi preparado pela reação de uma solução aquosa de 7 mM de ABTS (2,5 mL) com persulfato de potássio a 140 mM (44 μL). A mistura foi deixada em repouso, ao abrigo da luz e em temperatura ambiente, durante um período de 16 horas.

Anteriormente ao ensaio, o reagente ABTS foi diluído com etanol para se obter uma absorbância de $0,70 \pm 0,05$ a 734 nm. Durante o ensaio, foram adicionados em eppendorfs alíquotas apropriadas dos extratos, 1800 μL da solução do radical ABTS^{•+} e o volume completado para 2 mL com etanol para obter concentrações finais que variaram de 0,2 $\mu\text{L/mL}$ a 5 $\mu\text{L/mL}$. Em seguida, os eppendorfs foram mantidos na ausência de luz por um período de 6 minutos antes da leitura da absorbância a 734nm em espectrofotômetro

Foi utilizado o etanol como branco, e como controle positivo, utilizou-se o Trolox (0,5 μM a 4 μM). A porcentagem de atividade sequestradora (% AS) foi calculada de acordo com a equação 3 abaixo:

$$\% \text{ AS} = (100 \times (\text{A controle} - \text{A amostra})) / (\text{A controle}). \quad (3)$$

No qual, A controle corresponde a absorbância do controle, contendo apenas a solução etanólica do ABTS^{•+} e A amostra é a absorbância do radical na presença do extrato ou do padrão trolox. Os resultados também foram expressos como μM de equivalentes de trolox por mL do extrato ($\mu\text{M TE/mL}$).

4.8 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DPPH

A atividade antirradicalar foi determinada pelo método de doação de hidrogênio para o radical DPPH^{*} (coloração púrpura) que se reduz formando DPPH-H (hidrazina) de coloração amarela, de acordo com a metodologia de Rufino *et al.* (2010). Foi realizado o preparo da solução de DPPH (1,18mg de DPPH em 50mL de etanol). Alíquotas apropriadas das amostras foram transferidas para eppendorfs com 1800 µL da solução de DPPH^{*} (23,6 µg/mL) e o volume foi completado para 2 mL com EtOH para obter concentrações finais que variaram de 0,2 µL/mL a 5 µL/mL. Após 30 minutos de incubação ao abrigo da luz, realizou-se a leitura da absorbância a 515nm em espectrofotômetro.

Utilizou-se o etanol como branco e como controle positivo foi empregado o ácido ascórbico (0,5 µM a 4 µM). A percentagem de atividade sequestradora (% AS) foi calculada pela equação anterior. No qual, Acontrole corresponde a absorbância do controle, contendo apenas a solução etanólica do DPPH e Aamostra é a absorbância do radical na presença do extrato ou do padrão ácido ascórbico. Os resultados também foram expressos como µM de equivalentes de ácido ascórbico por mL do extrato (µM TAA/mL).

4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os experimentos foram realizados em triplicata e os resultados foram expressos como média ± DP (desvio padrão). A distribuição normal dos dados foi avaliada pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk e a homogeneidade da variância foi avaliada pelo teste de Bartlett. Foi realizada análise de variância ANOVA unidirecional para determinar diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos e, quando significativas, aplicou-se o teste de Tukey. Todas as análises foram realizadas no software R, versão 4.1.0, na interface RStudio.

5 RESULTADOS

A composição físico-química de *P. ostreatus* foi demonstrada através dos parâmetros de umidade, atividade de água e cinzas, de acordo com a tabela 3, a seguir:

Tabela 3 - Efeitos de diferentes substratos compostos por folha de bananeira e bagaço de cana-de-açúcar na composição físico-química de cogumelos *Pleurotus ostreatus*

Substratos	Umidade (%)	Atividade de água (%)	Cinzas (%)
100% FB	13,62 ± 0,03 ^a	0,63 ± 0 ^a	3,72 ± 0,05 ^b
75% FB+25% BC	13,80 ± 0,14 ^a	0,64 ± 0 ^a	3,99 ± 0 ^a
50% FB+50% BC	13,53 ± 0,18 ^a	0,61 ± 0 ^a	3,98 ± 0 ^a
25% FB+75% BC	13,11 ± 0,15 ^b	0,60 ± 0 ^a	4,28 ± 0,07 ^b
Controle (100% BC)	12,12 ± 0,05 ^b	0,54 ± 0 ^b	5,00 ± 0,18 ^b

Legenda: Os valores são expressos como média ± DP. Letras diferentes dentro de uma coluna indicam diferenças significativas entre substratos ($p < 0,05$). FB: folha de bananeira; BC: bagaço de cana-de-açúcar.

Fonte: Autoria própria (2025).

O teor de umidade apresentou-se baixo, com os valores das amostras entre $12,12\% \pm 0,05$ e $13,80\% \pm 0,14$. As amostras 100% FB, 75% FB + 25% BC e 50% FB+50% BC apresentaram semelhança estatística ($p > 0,05$). Entretanto, houve diferença significativa de todas as amostras com a amostra 100% BC (controle) ($p < 0,05$).

Corroborando a isso, a atividade de água também se demonstrou baixa. Os valores da atividade de água variaram de $0,54\% \pm 0$ a $0,64\% \pm 0$, com as amostras que possuíam folha de bananeira no substrato apresentando semelhança estatística, porém com a amostra controle obtendo diferença significativa com todas as amostras.

Os valores de cinzas mostraram-se dentro do intervalo médio, com variação entre $3,72\% \pm 0,05$ e $5,00\% \pm 0,18$. As composições 75% FB + 25% BC e 50% FB+50% BC obtiveram resultados estatisticamente semelhantes. Contudo, houve diferença significativa de todas as amostras com a amostra 100% BC.

A composição nutricional de *P. ostreatus* foi demonstrada através dos parâmetros de proteínas, carboidratos, lipídeos e energia, de acordo com a tabela 4, a seguir:

Tabela 4 - Efeitos de diferentes substratos compostos por folha de bananeira e bagaço de

cana-de-açúcar na composição nutricional de cogumelos *Pleurotus ostreatus*

Substratos	Proteínas (%)	Carboidratos (%)	Lipídeos (%)	Energia (Kcal/100g)
100% FB	14,87 ± 0,02 ^a	66,75 ± 0,08 ^b	1,03 ± 0,01 ^b	335,77 ± 0,29 ^a
75% FB+25% BC	15,61 ± 0,03 ^a	65,48 ± 0,13 ^b	1,11 ± 0,01 ^b	334,36 ± 0,48 ^a
50% FB+50% BC	16,36 ± 0,42 ^a	62,75 ± 4,69 ^a	1,00 ± 0,05 ^b	325,45 ± 16,89 ^a
25% FB+75% BC	19,29 ± 0,14 ^a	62,17 ± 0,17 ^a	1,15 ± 0,07 ^a	336,14 ± 0,53 ^a
Controle (100% BC)	26,25 ± 4,57 ^b	55,34 ± 4,92 ^a	1,29 ± 0,12 ^a	337,94 ± 0,33 ^a

Legenda: Os valores são expressos como média ± DP. Letras diferentes dentro de uma coluna indicam diferenças significativas entre substratos ($p < 0,05$). FB: folha de bananeira; BC: bagaço de cana-de-açúcar.

Fonte: Autoria própria (2025).

O percentual de proteínas encontrado nas amostras de *P. ostreatus* revelaram-se altos, com os valores das amostras entre $14,87\% \pm 0,02$ e $26,25\% \pm 4,57$. As amostras compostas por substrato de folha de bananeira obtiveram semelhança estatística. Portanto, a amostra 100% BC, apresentou diferença significativa com todas as amostras.

A quantidade de carboidratos presentes nas amostras foi alta, apresentando valores entre $55,34\% \pm 4,92$ e $66,75\% \pm 0,08$. As composições 75% FB + 25% BC e 100% FB apresentaram semelhança entre si, todavia foram as únicas amostras que apresentaram diferença significativa com o controle.

Os lipídeos presentes nas amostras se mostraram em pouca quantidade, com o percentual variando entre $1,00\% \pm 0,05$ a $1,29\% \pm 0,12$. Houve semelhança estatística entre as composições 50% FB+50% BC, 75% FB+25% BC e 100% FB. Entretanto, essas também foram as amostras que apresentaram diferença significativa com a amostra 100% BC.

A energia variou entre $325,45 \text{ kcal}/100\text{g} \pm 16,89$ a $337,94 \text{ kcal}/100\text{g} \pm 0,33 \text{ kcal}/100\text{g}$, não apresentando diferença estatística com o controle.

A caracterização química do *P. ostreatus* foi determinada com base na estimativa de equivalentes de ácido gálico e quercetina, compostos que atuam como padrão de referência para determinação de fenólicos e flavonoides, respectivamente. Portanto, os valores totais de compostos fenólicos e flavonoides dos extratos encontrados nas diferentes concentrações de substrato foram indicados na tabela 5, a seguir:

Tabela 5 - Efeitos de diferentes substratos compostos por folha de bananeira e bagaço de cana-de-açúcar na caracterização química de cogumelos *Pleurotus ostreatus*

Substratos	Total de compostos fenólicos ($\mu\text{gEAG/mL}$)	Total de flavonoides ($\mu\text{gEQ/mL}$)
100% FB	$863,47 \pm 1,36^a$	$64,94 \pm 0,61^a$
75% FB+25% BC	$805,61 \pm 3,95^a$	$70,87 \pm 0,81^b$
50% FB+50% BC	$838,18 \pm 9,48^a$	$65,01 \pm 0,87^a$
25% FB+75% BC	$813,47 \pm 6,48^a$	$76,98 \pm 0,81^b$
Controle (100%BC)	$872,33 \pm 101,36^a$	$88,89 \pm 1,76^b$

Legenda: Os valores são expressos como média \pm DP. Letras diferentes dentro de uma coluna indicam diferenças significativas entre substratos ($p < 0,05$). FB: folha de bananeira; BC: bagaço de cana-de-açúcar; EAG: equivalente de ácido gálico; EQ: equivalente de quercetina.

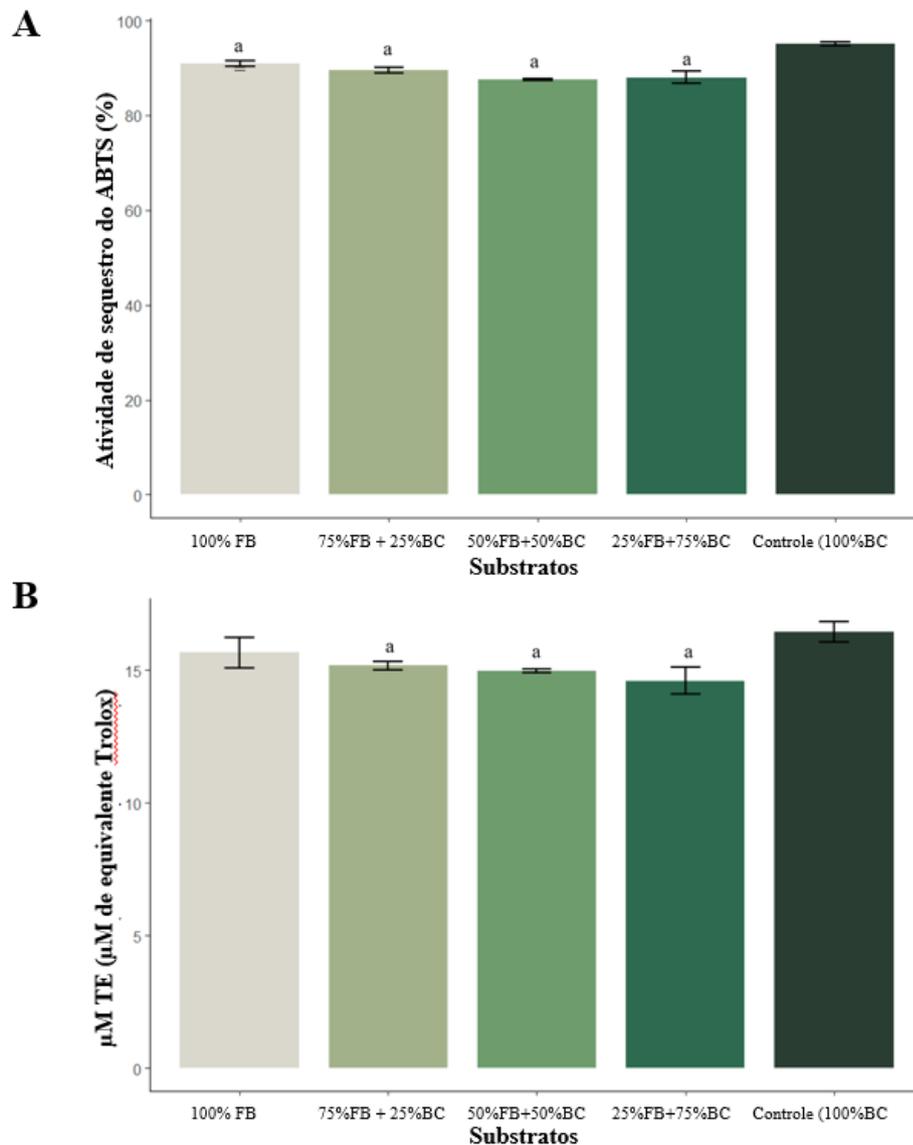
Fonte: Autoria própria (2025).

Todas as amostras apresentaram alta quantidade de compostos fenólicos e flavonoides. Os valores totais de compostos fenólicos variaram entre $805,61 \pm 3,95$ a $872,33 \pm 101,36 \mu\text{g EAG/mL}$. Desse modo, não houve diferença significativa entre as diferentes amostras. Os valores totais de flavonoides variaram entre $64,94 \pm 0,61$ a $88,89 \pm 1,76 \mu\text{gEQ/mL}$. Entretanto, as amostras 100% FB e 50% FB+50% BC não apresentaram diferença significativa, diferentemente da amostra 100% BC, que apresentou diferença significativa com todas as amostras.

A determinação da capacidade antioxidante do *P. ostreatus* foi feita por análise *in vitro*, através dos métodos ABTS e DPPH. Utilizou-se como padrão de referência do método ABTS, o composto químico Trolox, e no método DPPH o padrão utilizado foi o ácido ascórbico.

A figura 5, a seguir, representa os valores de ABTS e do equivalente Trolox encontrados nas diferentes concentrações de substrato.

Figura 5 - Efeito de diferentes formulações de substrato na atividade antioxidante de cogumelos *Pleurotus ostreatus* pelo ensaio ABTS



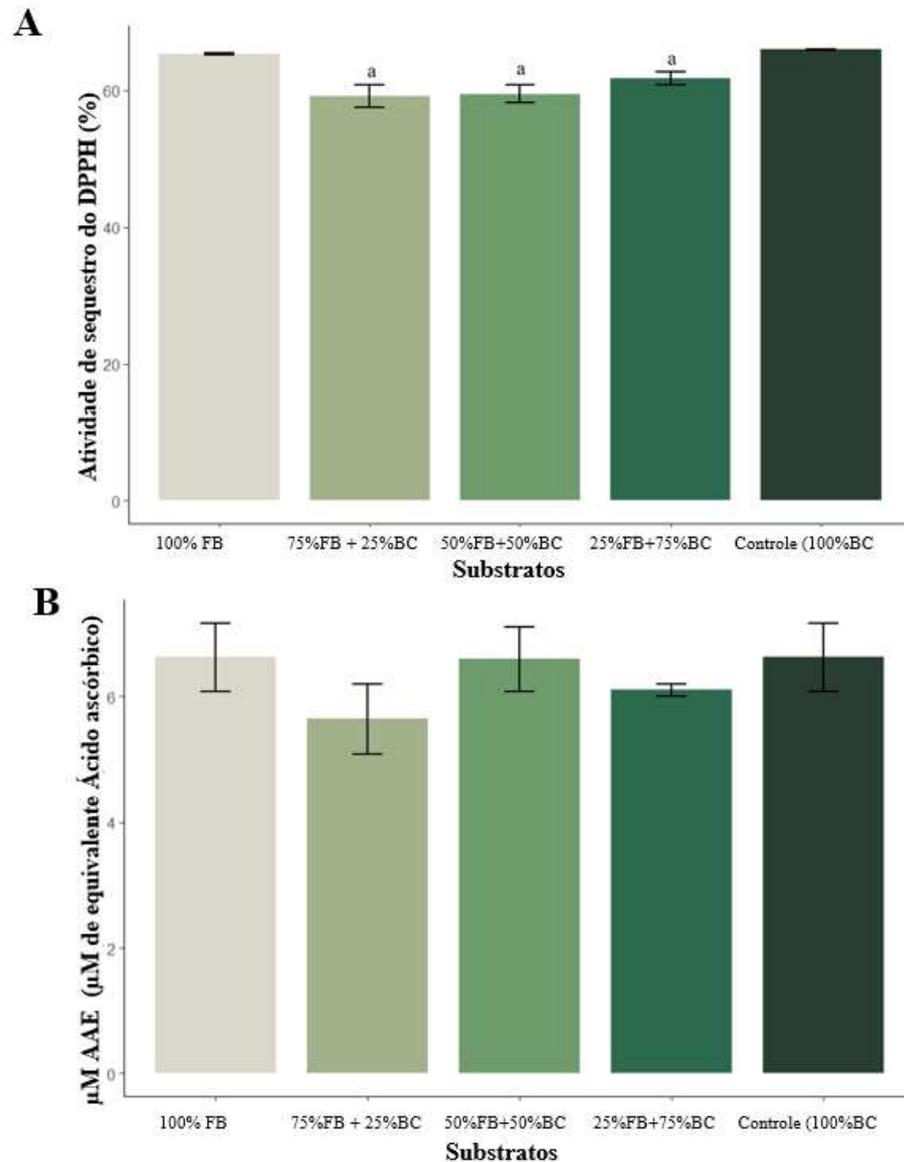
Legenda: a: diferença significativa em relação ao controle (100%BC). FB: folha de bananeira; BC: bagaço de cana-de-açúcar.

Fonte: Autoria própria (2025).

Todas as amostras apresentaram atividade antioxidante elevada, com a amostra controle (100% BC) possuindo a maior atividade antioxidante. Os percentuais de ABTS variaram entre $87,50\% \pm 0,23$ e $95,13\% \pm 0,40$ com diferença significativa entre todas as amostras. Esses resultados concordaram com os valores do equivalente de Trolox ($\mu\text{M TE/mL}$), que obteve percentuais entre $14,59\% \pm 0,51$ e $16,45\% \pm 0,39$. Porém, o controle não obteve diferença significativa com a amostra 100% FB.

Os valores de DPPH e do equivalente de Ácido ascórbico encontrados nas diferentes concentrações de substrato foram indicados na figura 6, a seguir.

Figura 6 - Efeito de diferentes formulações de substrato na atividade antioxidante de cogumelos *Pleurotus ostreatus* pelo ensaio DPPH



Legenda: a: diferença significativa em relação ao controle (100%BC). FB: folha de bananeira; BC: bagaço de cana-de-açúcar.

Fonte: Autoria própria (2025).

Corroborando com a avaliação da atividade antioxidante anterior, todas as amostras também apresentaram alta atividade antioxidante. Os percentuais de DPPH variaram entre $59,15\% \pm 1,63$ a $65,94\% \pm 0,08$, com diferença significativa entre todas as composições, exceto as que continham 100% de substrato. Em relação aos valores do equivalente ao ácido ascórbico ($\mu\text{M AAE/mL}$), não houve diferença estatisticamente significativa.

6 DISCUSSÕES

Os cogumelos comestíveis são apreciados pelo seu sabor, propriedades nutricionais e farmacológicas. Desse modo, esse alimento pode ser uma estratégia promissora para ajudar a aumentar o valor nutricional e funcional da dieta (Desisa, *et al.*, 2024; Pérez-Martinez *et al.*, 2015).

As análises físico-químicas e de composição garantem à qualidade e a segurança dos alimentos, através da comparação com os padrões legais exigidos. Dessa forma, é possível observar se o alimento possui contaminações, adulterações ou componentes que possam prejudicar a saúde humana (Mesquita *et al.*, 2012). Os cogumelos *P. ostreatus* não possuem uma legislação específica que rege sua composição. Contudo, nesse estudo foi feita a comparação dos resultados com alguns regulamentos gerais.

Em relação à composição físico-química, a umidade de *Pleurotus ostreatus* cultivado nos diferentes substratos obteve baixo percentual, por ser obtida de amostras submetidas à secagem. Isso é verificado nos estudos de Crisan e Sands (1978) e Breene (1990), que afirmaram que os cogumelos frescos apresentam umidade que varia de 85% a 95%, entretanto cogumelos desidratados apresentam umidade menor, entre 5% a 20%.

Nesse contexto, um baixo percentual de umidade é preferível, pois a umidade representa a quantidade de água total presente na amostra, e se essa propriedade estiver reduzida, a atividade de água, que mede quantidade de água livre no alimento, também apresentará uma diminuição proporcional (Instituto Adolfo Lutz, 2004; Guilbert; Morin, 1986).

Na análise das diferentes composições de *P. ostreatus* observa-se que as amostras cultivadas em maior concentração de folha de bananeira apresentaram maior índice de umidade, em contrapartida com a amostra cultivada apenas em bagaço-de-cana que apresentou o menor índice. Infere-se, portanto, que a presença da folha de bananeira no substrato influenciou o aumento dos níveis de umidade, pois conforme o percentual de folha de bananeira aumentou no substrato, houve um aumento da umidade.

Além disso, os valores de umidade tenderam a tornar-se semelhantes a partir do momento em que o substrato atingiu ou superou os valores iguais ou superiores que a amostra formada por 50% FB + 50% BC.

Concordante a isso, a atividade de água também se demonstrou baixa, visto que apresentou valores inferiores a 0,7, valor estabelecido pela Kohmann (2013) como o limite mínimo para a proliferação de microrganismos. A ausência de meio adequado para o

crescimento de bactérias, leveduras e fungos exerce influência direta na conservação e estabilidade dos alimentos, prolongando sua vida útil e garantindo maior segurança ao consumo (Pinedo et al., 2023).

Ademais, notou-se que as amostras que possuíam folha de bananeira no substrato apresentaram semelhança entre si, possuindo valores de atividade de água maior que a amostra composta exclusivamente por bagaço de cana-de-açúcar. Assim, confirma-se que o substrato folha de bananeira possui influência no aumento dos níveis da atividade de água

O teor de cinzas apresentou concentração satisfatória em todas as amostras, uma vez que Pazza *et al.* (2019) determinou em sua revisão que *P. ostreatus* possuía em média 8,52% de cinzas. As cinzas correspondem ao resíduo mineral que permanece após a incineração de uma amostra, fornecendo informações prévias sobre a quantidade de minerais presente (Figueiredo, 2007; Fujil, 2015). Portanto, um teor de cinzas significativo geralmente é considerado benéfico, visto que, os minerais presentes em alimentos são importantes para a saúde.

O maior valor foi encontrado na composição de 100%BC, que diferiu de todos os substratos. Assim, deduz-se uma relação direta entre o percentual de bagaço de cana-de-açúcar presente nos substratos e os valores obtidos na quantidade de cinzas, pois a quantidade de cinzas presente nas amostras aumentou em função do aumento do bagaço de cana-de-açúcar no substrato.

Esses dados estão em consonância com os achados de Desisa *et al.* (2024), em que *P. ostreatus* cultivados em um substrato composto por bagaço de cana-de-açúcar obteve valores de umidade ($7,17 \pm 0,02$) e cinzas ($5,57 \pm 0,17$) próximos.

Acerca da composição nutricional, a Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020 estabelece os critérios de composição para classificação dos atributos nutricionais. Desse modo, determina-se que os alimentos cujo o excesso pode ser prejudicial à saúde, são classificados de acordo com o nível de quantidade, como: “baixo teor” e “não contém”. Por outro lado, alimentos que podem ser benéficos para saúde são classificados como “alto conteúdo” e “fonte”, para sugerir uma escolha mais saudável aos consumidores.

Assim, observa-se que todas as composições de *P. ostreatus* apresentaram alto teor de proteínas, por possuírem mais de 20% do Valor Diário de Referência instituído por essa Instrução Normativa. Em comparação com a carne bovina Contra-filé que possui 19,13 gramas de proteínas em 100 gramas e com o peito de frango sem osso que possui cerca de 20,8 gramas de proteínas em 100 gramas, o cogumelo *P. ostreatus* estudado possui, em todos os substratos

cultivados, valores próximos em sua composição centesimal.

Esse achado contribui com o visto por González *et al.* (2020), que após observar a quantidade significativa de proteínas nessa espécie de cogumelo, indicou esse alimento como uma alternativa em dietas vegetarianas ou em dietas que necessitem de pouco consumo de origem animal.

Ademais, a composição 100% BC obteve a maior concentração de proteínas, sendo diferente estatisticamente de todas as amostras cultivadas em folha de bananeira, pois houve uma tendência de estabilização entre todas as amostras que continham essa composição. Conseqüentemente, esse resultado institui o substrato bagaço de cana-de-açúcar como o mais eficiente em converter esse nutriente.

A Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020 não prevê a quantidade de carboidratos total, apenas açúcares adicionados. Entretanto, o Valor Diário de Referência dos carboidratos é 300 gramas, de acordo com essa norma. Dessa forma, nota-se que *P. ostreatus* demonstrou uma quantidade significativa de carboidratos, pois a ingestão desse alimento acrescido a outras fontes de carboidratos consumidas durante o dia auxilia no alcance as necessidades dietéticas.

O carboidrato é importante, pois é o principal provedor de energia para os seres humanos (Joshua *et al.*, 2018). Portanto, dietas com restrição de carboidratos prejudicam o desempenho do indivíduo e provocam a fadiga, por diminuir as reservas de glicogênio muscular (Silva; Miranda; Liberali, 2012). Entretanto, o aumento exarcebado desse nutriente pode ocasionar doenças como desequilíbrio glicêmico, Diabetes Mellitus tipo 2 e obesidade (Azevedo; Sales; Cordeiro, 2017). Dessa forma, é recomendado a ingestão da quantidade diária de carboidratos, visto que a carência e o excesso provocam problemas a longo prazo.

Durante a análise das amostras desse nutriente, identificou-se a presença de grupos com comportamentos semelhantes, em que as composições até 50%FB+50%BC obtiveram menor quantidade de carboidrato e as amostras acima desse percentual possuíram um maior valor de carboidratos. Instituído assim, uma possível correlação entre a maior quantidade de folha de bananeira e a maior quantidade de carboidratos.

Em relação aos lipídios, segundo a Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020, as amostras possuem baixo teor de lipídeos, visto que apresentaram valor menor do que os 3 gramas de lipídeos por porção que estabelece esse documento. Ao comparar com o visto por Roça (2015), as composições de *P. ostreatus* estudadas possuem uma menor quantidade de lipídios do que a carne bovina, que possui 1,8 gramas de lipídio na sua composição centesimal,

porém possui um valor comparável com o peito de frango, que possui 0,9 gramas desse nutriente a cada 100 gramas.

Os lipídios desempenham funções essenciais no organismo, como reserva energética, isolamento térmico, proteção de órgãos e composição das membranas celulares (Lehninger; Nelson; Cox, 2017). Entretanto, a grande quantidade de triacilgliceróis no corpo humano está associado a diversos problemas de saúde, como a obesidade e as doenças cardiovasculares (Katsanos, 2014). Nesse estudo, não foi possível analisar os tipos de lipídeos, assim de um modo geral, observar a presença de poucos lipídeos nas amostras, foi considerado benéfico.

O valor de lipídeos foi baixo principalmente nos extratos que foram cultivados em maior percentual de bagaço de cana-de-açúcar, uma vez que, o controle não diferiu do extrato mais próximo (25%FB+75%BC). No entanto, esse valor divergiu dos que foram cultivados em maior quantidade de folha de bananeira, pois esses foram semelhantes entre si, obtendo maior quantidade de lipídeos.

Segundo a Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020, as amostras possuem um teor significativo de energia, pois o *Pleurotus* estudado possui mais do que as 40 kcal a cada 100 grama que institui a composição como baixa. Entretanto, Furlani e Godoy (2019) não interpretam essas calorias como altas, apenas suficientes para o desempenho das funções do corpo, haja vista que os alimentos são fonte essencial de energia para o corpo humano.

Os dados da composição nutricional desse estudo se encontram em conformidade com o descrito por Sales-Campos *et al* (2011), pois os cogumelos *P. ostreatus* cultivados em substrato composto por bagaço de cana-de-açúcar obteve valores de proteína (14,67%), carboidratos (67,52%), lipídeos (2,14%) e energia (226,01 Kcal) aproximado dos valores encontrados no atual estudo.

A alimentação também pode proporcionar benefícios a saúde humana, através da presença de compostos bioativos. O consumo de alimentos ricos em compostos fenólicos possui relação com atividade antioxidante, antitumoral, anti-inflamatória, antiviral e antimicrobiana, segundo Verruck, Prudencio e Silveira (2019).

Portanto, ao utilizar-se da metodologia de Slinkard e Singleton (1977) para determinar a quantidade de compostos fenólicos, viu-se que houve uma elevada concentração desses compostos. Essa análise foi possível através da comparação das amostras com o estudo de Han *et al.* (2015), que observou a quantidade de compostos fenólicos em diferentes extratos de *P. ostreatus* obtidos no mercado, e obteve a maior quantidade de compostos fenólicos no cogumelo que utilizou como solvente o etanol (2,12 mgEAG/g).

Os substratos compostos por folha de bananeira foram semelhantes ao substrato controle, composto por cana-de-açúcar, nessa avaliação. Desse modo, infere-se que não houve mudança nessa propriedade do cogumelo frente à variação de substrato.

Ademais, de acordo com Rice-Evans *et al.* (1996) e Pietta (2000) dentre a classe dos fenólicos, os flavonoides são responsáveis pela maior atividade antioxidante, assim ao quantificá-los através da metodologia de Tambe e Bhambar (2014) observou-se uma elevada concentração em todas as amostras, em comparação com o estudo de Del Moral-Hernández *et al.* (2021), que identificou 4 espécies de cogumelos obtidos do comércio e extraídos por etanol, e obtiveram a maior concentração de flavonoides no cogumelo *P. ostreatus* (2,75 µg/mg).

Entretanto, as amostras que possuíam substratos compostos por folha de bananeira apresentaram menor valor total de flavonoides comparado ao substrato que possuía apenas bagaço de cana-de-açúcar (100% FB). Demonstrando assim, uma relação direta entre o percentual de bagaço de cana-de-açúcar presente nos substratos e os valores obtidos nas análises de desempenho, pois à medida que o percentual de bagaço de cana-de-açúcar no substrato aumentou no substrato houve um aumento dos valores totais de flavonoides. Com exceção da amostra 50% FB + 50% BC, que apresentou um valor menor, que diferia dessa progressão, se igualando estatisticamente a amostra que possuía 100% de substrato de folha de bananeira.

Não foram achados estudos que afirmaram a composição química de *P. ostreatus* cultivado em bagaço de cana-de-açúcar ou folha de bananeira. Contudo, essa análise encontrou-se em consonância com *P. ostreatus* cultivado em substratos ricos em carboidrato, como os resíduos agrícolas de batata presentes no estudo de Yilmaz *et al.* (2016), que obteve, em uma extração etanólica, uma concentração de fenólicos totais semelhante, com 1,38 mg EAG/g.

Utilizou-se dois métodos diferentes para avaliar a atividade antioxidante, de forma a validar os resultados, visto que cada metodologia tem sensibilidade e especificidade distintas para diferentes mecanismos de ação. O teste de sequestro do radical ABTS baseia-se na capacidade antioxidante de capturar o cátion radical ABTS^{•+} (Verruck; Prudencio; Silveira, 2019).

Dessa maneira, através da metodologia de Re *et al.* (2007) observou-se que todas as amostras apresentaram alta atividade antioxidante. Porém, comparado ao substrato composto exclusivamente por bagaço de cana-de-açúcar, houve uma diminuição da atividade antioxidante nos substratos compostos por folha de bananeira. Entretanto, constatou-se que quanto maior a porcentagem de folha de bananeira mais a atividade antioxidante se equiparava ao controle, diferindo-se apenas da amostra 50% FB + 50% BC.

Para analisar essa atividade antioxidante, utilizou-se o Trolox, um análogo sintético da vitamina E. Desse modo, o valor do padrão, o equivalente de Trolox ($\mu\text{M TE/mL}$) confirmou essa afirmação e reiterou a importância do substrato composto de folha de bananeira, ao não apresentar diferença significativa entre a amostra 100% FB e a amostra controle.

Concordando com isso, o teste de sequestro do radical DPPH, que consiste na redução do radical DPPH•, também apresentou elevada atividade antioxidante (Verruck; Prudencio; Silveira, 2019). Por esse método, a amostra 100%FB foi estatisticamente igual ao controle, demonstrando assim, que substratos compostos por folha de bananeira tem tanto potencial antioxidante quanto os compostos por bagaço de cana-de-açúcar.

Além disso, apesar da amostra 75% FB + 25% BC e da amostra 25% FB + 75% BC diferir nesse teste, a discrepância pode ser mínima. Isso é representado, no valor do padrão, o equivalente ao ácido ascórbico ($\mu\text{M AAE/mL}$), que não demonstrou diferença significativa, o que infere que independente do substrato utilizado, a percentagem de inibição bem como a quantidade de $\mu\text{M AAE}$ tem diferenças mínimas em todas as diferentes concentrações do substrato.

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram valores elevados. Contudo, como não foram encontrados trabalhos que analisaram a atividade antioxidante de *P. ostreatus* cultivado em bagaço de cana-de-açúcar ou folha de bananeira, adotou-se para comparação substratos que também fossem ricos em carboidratos. Dessa forma, esse estudo encontra-se em consonância com a pesquisa de Deepalakshmi e Mirunalini (2020), que utilizou como substrato a palha de arroz, no qual os autores apresentaram uma atividade antioxidante de 86% pelo método ABTS e 76% pelo DPPH.

Assim, apesar dos flavonoides demonstrarem diferenças, segundo Bianchi e Antunes (1999) a atividade antioxidante não é determinada exclusivamente por esses metabólitos secundários, mas também por outros que não foram analisados no estudo. Portanto, justifica-se o porquê da atividade antioxidante da amostra cultivada apenas em substrato de folha de bananeira ser equivalente a amostra produzida em substrato de cana-de-açúcar.

7 CONCLUSÃO

Logo, nota-se que os substratos são capazes de alterar a composição nutricional e antioxidante do *Pleurotus ostreatus*. Visto que, quando comparado os cogumelos cultivados em substratos compostos de porcentagens de folha de bananeira e os cogumelos cultivados totalmente em substrato de bagaço de cana-de-açúcar houve determinação de diferenças.

Desse modo, a composição físico-química e nutricional apresentou quantidades favoráveis. No entanto, a adição de porcentagens de folha de bananeira no substrato reduziu ligeiramente o perfil físico-químico e o potencial nutricional do *Pleurotus ostreatus*.

Ademais, a caracterização química e antioxidante apresentou apenas diminuição dos flavonoides em relação a concentração da folha de bananeira presente no substrato. E uma vez que, a capacidade antioxidante não é definida exclusivamente por essas propriedades químicas, a atividade antioxidante do extrato cultivado apenas em substrato de folha de bananeira foi equivalente ao cultivado em substrato de cana-de-açúcar.

Portanto, as variações de concentrações de bagaço de cana-de-açúcar e folha de bananeira impõem pouca diferença no potencial nutricional e na eficácia antioxidante *in vitro* do *P. ostreatus*. Em virtude disso, há a possibilidade da utilização dos dois substratos obtidos de resíduo agrícola de maneira isolada ou combinada. Permitindo assim, que haja aproveitamento desses subprodutos e utilização do cogumelo como adição estratégica a dieta humana.

REFERÊNCIAS

- ADEBAYO, E. A.; MARTYNEZ-CARRERA, D. Salas de cogumelo de ostra (*Pleurotus*) são úteis para utilizar biomassa lulósica lignocel. **Afr J Biotechnol.** v. 14, n.1, p. 52–67, 2015.
- AGUIAR, L. V. B. *et al.* Substrate disinfection methods on the production and nutritional composition of a wild oyster mushroom from the Amazon. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 45, p. 1-9, 2021.
- ALBERTÓ, E. **Cultivo intensivo de los hongos comestibles: cómo cultivar champiñones, gírgolas, shiitake y otras especies.** 1 a ed. Buenos Aires: Associação Nacional dos Produtores de Cogumelos, 2008.
- ALVES, C. Q. *et al.* Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. **Química Nova**, v. 33, n. 10, p. 2202–2210, 2010.
- ANDRADE, M. C. N. Crescimento micelial, produção e características bromatológicas do shiitake em função de linhagens e de propriedades físicas e químicas de espécies e clones de eucalipto. 159 p. Tese de Doutorado em Agronomia. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, 2007.
- AOAC INTERNATIONAL. **OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF AOAC INTERNATIONAL.** 20 ed. EUA: Maryland, 2016.
- BANI, Z.; RAJARATHNAN, S.; STEINKRAUS, K. H. *Pleurotus* mushrooms. Part II. Chemical composition, nutritional value, post-harvest physiology, preservation, and role as human food. **Food Science and Nutrition**, v. 27, n. 2, p. 87-158, 1998.
- BAUTISTA-JUNIOR, M. *et al.* Composición química de tres cepas mexicanas de setas (*Pleurotus ostreatus*). **Arch Latinoamer Nutr**, v. 48, n. 4, p. 359-63, 1998.
- BERNARDI, E. *et al.* Cultivo e características nutricionais de *Pleurotus* em substrato pasteurizado. **Bragantia**, v. 68, n. 4, p. 901–907, 2009.
- BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 57, n. 6, p. 397–405, 2013.
- BIANCHI M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, v. 12. n. 2, p. 123-130, 1999.
- BINJOLA, A. *et al.* Potential and Nutrition Value of Mushroom and Its Cultivation; an Insight Review. **International Journal of Engineering Science and Computing**, v. 9, 2019.
- BRASIL.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para especiarias. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 out. 2020.
-

BREENE, W.N. Nutritional and medicinal value of specialty mushrooms. **Journal of Food Protection**, v.10, n.53, p.883-94, 1990.

CARVALHO A. J. S. *et al.* The role of edible mushrooms in the Brazilian diet: a comprehensive analysis. **Nutrition and Food Science**, v. 54, n. 4, pág. 821-834, 2024.

CARVALHO, C. S. M. *et al.* Composição mineral de substratos à base de resíduos de bananeira durante o cultivo de *Pleurotus ostreatus*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 3, p. 272–281, 2014.

CAVINATO, M. A. Desnutrição x obesidade: uma revisão bibliográfica. **Revista Científica das Faculdades de Medicina, Enfermagem, Odontologia, Veterinária e Educação Física**, v. 4, n. 8, 2022.

CHAVES, M.C.V. *et al.* Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2004.

CHOUDHARY, M. *et al.* Diversity of wild edible mushrooms in Indian subcontinent and its neighboring countries, **Recent Advances in Biology and Medicine**, 2015.

CNN. Mercado de cogumelos funcionais projeta chegar a US\$ 54 bi em 2030. CNN, 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/negocios/mercado-de-cogumelos-funcionais-projeta-chegar-a-us-54-bi-em-2030/>

CRISAN, E.V.; SANDS, A. Nutritional value. In: CHANG, S.T.; HAYES, W.A. **The biology and cultivation of edible mushrooms**. New York: Academic Press, v.6, p.137-68, 1978.

DE FRUTOS, P. Changes in world patterns of wild edible mushrooms use measured through international trade flows. **Forest Policy and Economics**, v. 112, 2020.

DE SOUZA, C. C.; FERREIRA, A. A.; SALLES-COSTA, R. Social inequalities and household food insecurity in quilombola communities in Brazil. **Revista de Nutrição**, v. 34, 2021.

DEEPALAKSHMI, K.; MIRUNALINI, S. Assessment of in vitro antioxidant and antimicrobial properties of cultivated *Pleurotus ostreatus*: An edible mushroom. **Free Radicals and Antioxidants**, v. 4, n. 2, p. 27–32, 2020.

DELMORAL-HERNÁNDEZ, A. *et al.* Metabolitos bioactivos en *Pleurotus* spp. y su potencial como alimento funcional. **Journal CIM**, v. 9, n. 1, 2021.

DESISA, B. *et al.* Utilization of local agro-industrial by-products based substrates to enhance production and dietary value of mushroom (*P. ostreatus*) in Ethiopia. **World journal of microbiology and biotechnology**, v. 40, n. 9, p. 277, 2024.

DICKS, L.; ELLINGER, S. Effect of the Intake of Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) on Cardiometabolic Parameters-A Systematic Review of Clinical Trials. **Nutrients**, v.12, 2020.

DÔRES, R. G. R. Determinação dos teores de compostos fenólicos em *Dimorphandra mollis* Benth. 2007. 21 f. Dissertação (Pós-Graduação em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2007.

DUBOST, N. J; OU, B; BEELMAN, R.B. Quantification of polyphenols and ergothioneine in cultivated mushroom and correlation to total antioxidant capacity. **Food Chemistry**, v. 105, n. 2, 2007.

EL SHEIKHA, A. F.; HU, D. M. How to trace the geographic origin of mushrooms? **Trends in Food Science & Technology**, v. 78, pág. 292–303, 2018.

ELHUSSEINY, S. M. *et al.* Análise do Proteoma e Capacidades Antivirais, Anticancerígenas e Antioxidantes In Vitro dos Extratos Aquosos de *Lentinula edodes* e *Pleurotus ostreatus* Cogumelos comestíveis. **Moléculas**, v. 26, n. 15, pág. 4623, 2021.

ELKANAH, F. A.; OKE, M. A.; ADEBAYO, E. A. Efeito da composição do substrato sobre a qualidade nutricional de *Pleurotus ostreatus* (MK751847) corpo de frutificação. **Heliyon**, v. 8, n. 11, 2022

FAN, L. *et al.* Cultivation of *Pleurotus* mushrooms on Brazilian coffee husk and effects of caffeine and tannic acid. **Micologia Aplicada Internacional**, v.15, p.15-21, 2003.

FANHANI, A. P. G; FERREIRA, M. P. Agentes antioxidantes: seu papel na nutrição e saúde dos atletas. **SaBios Rev. Saúde e Biologia**, 2006.

FARIAS, M. E. F.; SILVA, R. B.; ANDRADE, Y. M. S. A importância dos minerais nas diferentes fases da vida. 32 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição). Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA, Recife, 2022.

FERNANDES; MACIEL; COUTO. APROVEITAMENTO DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇUCAR PARA A PRODUÇÃO LACASES POR *Pleurotus ostreatus*. In: II CONGRESSO PARANAENSE DE MICROBIOLOGIA - SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE MICROBIOLOGIA AMBIENTAL. **Anais eletrônicos**, 2016.

FERREIRA, A. A.; SALLES-COSTA, R. Social inequalities and household food insecurity in quilombola communities in Brazil. **Revista de Nutrição**, v. 34, 2021.

FERREIRA, I.; BARROS, L.; ABREU, R. Antioxidants in wild mushrooms. **Current Medicinal Chemistry**, v. 16, n. 12, p. 1543–1560, 2009.

FIGUEIREDO. Determinação de cinzas e conteúdo animal – cinzas. 2007. 30p. Disponível em: http://www.pfigueiredo.org/BromII_5.pdf.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G.H. S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **J. Biol. Chem**, v. 226, p. 497- 509, 1957.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.
FAOSTAT, 2023.

FRANJIC, S. Resumidamente sobre Nutrição. **Acta Scientific Saúde Nutricional**, 2019.

FUJIL, I. A. Determinação de umidade pelo método do aquecimento direto – técnica gravimétrica com emprego do calor. Iuni educacional. Universidade de Cuiabá – MT, UNIC. 2015. 5p.

FURLANI, R. P. Z.; GODOY, H. T. Valor nutricional de cogumelos comestíveis: uma revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 64, n. 2, p. 149-154, 2005.

GOLAK-SUWULSKA, I. *et al.* Bioactive compounds and medicinal properties of Oyster mushrooms (*Pleurotus sp.*). **Folia Horticulturae**, v. 30, n.2, pág. 191-201, 2018.

GONZÁLES, A. *et al.* Cogumelos comestíveis como uma nova fonte de proteína para alimentos funcionais. **Funct Alimentar**, 2020.

GRILLO, A. C. *et al.* Importância e atuação dos sais minerais no organismo. **Revista Científica Eletrônica de Enfermagem da FAEF**, v. 4, n. 3, 2020.

GUILBERT, S.; MORIN, P. Définition et mesure de l'activité de l'eau: revue des méthodes pratiques et critiques théoriques. **LWT - Food Science and Technology**, v. 19, p. 395-400, 1986.

GUPTA, S. *et al.* Edible Mushrooms: Cultivation, Bioactive Molecules, and Health Benefits. **Springer International Publishing AG**, p. 1–33, 2018.

HAN, S. *et al.* Biological activity analysis of different solvent extracts from *Pleurotus ostreatus*. **Indian Journal of Science and Technology**, v. 8, 2015.

HOA, H. T.; WANG, C; WANG, C. W The Effects of Different Substrates on the Growth, Yield, and Nutritional Composition of Two Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus cystidiosus*), **Mycobiology**, v. 43, n. 4, p. 423-434, 2015.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção de Cogumelos Comestíveis. 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agropecuária no Brasil. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua: segurança alimentar nos domicílios brasileiros volta a crescer em 2023. Agência de Notícias IBGE, 2024.

JACOB, M. C. M *et al.* Food Biodiversity as an Opportunity to Address the Challenge of Improving Human Diets and Food Security. **Ethnobiology and Conservation**, v. 12, p.14, 2023.

JORGE, M. H. A. *et al.* **Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2020.

JOSHUA, V. I. *et al.* Morphological characterization and proximate analysis of three edible mushrooms in plateau and Kogi states, Nigeria. **World J. Microbiol.** v. 4, p. 139–145, 2018.

KALAY, P. A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and 398 cultivated mushrooms. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, p. 209–218, 2013.

KOBYLINSKA, M. Malnutrition in obesity: Is it Possible?. **Obes Facts**, v. 15, p. 19-25 2022.

KOHMANN, L. M. Atividade de água em alimentos. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI-RS, Departamento Regional, 2013.

KOUTROTSIOS, G. *et al.* Bioconversion of lignocellulosic residues by *Agrocybe cylindracea* and *Pleurotus ostreatus* mushroom fungi- Assessment of their effect on the final product and spent substrate properties. **Food Chemistry**, v.161, p.127-135, 2014.

LEIFA, F. Produção de fungo comestível do gênero *Pleurotus* em bio-resíduos da agroindústria do café. 92p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

LESA, K. N. *et al.* Nutritional value, medicinal importance, and health-promoting effects of dietary mushroom (*Pleurotus ostreatus*). **Journal of Food Quality**, v. 2022, p. 1-9, 2022.

LI, D. W.; CASTAÑEDA-RUIZ, R. F.; LAMONDIA, J. **Evolution of Fungi and Update on Ethnomycology**. Pág. 237–266, 2016.

LI, H. *et al.* Reviewing the world’s edible mushroom species: A new evidence-based classification system. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, vol. 20, n. 2, p. 1982–2014, 2021.

MANFRINATO, C. V. *et al.* High prevalence of food insecurity, the adverse impact of COVID-19 in Brazilian favela. **Public Health Nutrition**, v. 24, n. 6, p. 1210–1215, 2021.

MAZIERO, R. Substratos alternativos para o cultivo de *Pleurotus spp.* 136p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade São Paulo, São Paulo, 1990.

MESQUITA, R. V. S. C. *et al.* Elaboração, análise físico-química e aceitação do iogurte com adição do tamarindo “doce” (*Tamarindus indica* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, n. 4, p. 381-387, 2012.

MILES, P. G., CHANG, S.T. Mushroom biology: Concise basics and current developments. **World Scientific**, p. 194, 1997.

MISHRA, V. *et al.* Análise Elementar, Triagem Fitoquímica e Avaliação da Atividade Antioxidante, Antibacteriana e Anticancerígena de *Pleurotus ostreatus* através de Abordagens In Vitro e In Silico. **Metabólitos**, v. 12, n. 9, pág. 821, 2022.

MORALES, D. *et al.* Modulation of human intestinal microbiota in a clinical trial by consumption of a β -d-glucan-enriched extract obtained from *Lentinula edodes*. **European Journal of Nutrition**, v. 60, n. 6, pág. 3249–3265, 2021.

MOTTA, V. **Bioquímica Clínica para o Laboratório: Princípios e Interpretações**. 5. ed. Rio de Janeiro: MedBook, 2009.

MOURA, M. A. F. *et al.* Alternative protein sources of plant, algal, fungal and insect origins for dietary diversification in search of nutrition and health. **Crit Rev Food Sci Nutr.**, v. 63, n. 31, 2023.

NEVES, P. D. O. Importância dos compostos fenólicos dos frutos na promoção da saúde. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Fernando Pessoa, Faculdade de Ciências da Saúde, 2015

NIAZI, A. R.; GHAFOR, A. Different ways to exploit mushrooms: A review. **All life**. v. 14, n. 1, p. 450–460, 2021.

NIEGO, A.G. *et al.* Reviewing the contributions of macrofungi to forest ecosystem processes and services. **Fungal Biology Reviews**, v. 44, p. 100294, 2023.

Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos Químicos e Físicos Para Análise de Alimentos**, 4 edição, Instituto Adolfo Lutz, Sao Paulo, 2005

NUTRITION, E. Os minerais: tendência e complexidade de tudo. **Funcionais & Nutracêuticos**, p. 22–29, 2008.

O'REGAN, H. J.; LAMB, A. L.; WILKINSON, D. M. The missing mushrooms: Searching for fungi in ancient human dietary analysis. **Journal of Archaeological Science**, v. 75, p. 139–143, 2016.

OPOKU, H.; ADI, D. D.; FENTENG, R. A. Consumer Preference and Quality Expectation of Oyster Mushroom Black Hot Pepper Sauce “Shito.” **Open Access Library Journal**, v. 9, n. 12, p. 1–11, 2022.

PALMEIRA, P. A.; SALLES-COSTA, R.; PÉREZ-ESCAMILLA, R. Effects of family income and conditional cash transfers on household food insecurity: evidence from a longitudinal study in Northeast Brazil. **Public Health Nutrition**, v. 23, n. 4, p. 756–767, 2020.

PARREIRA, C. I. V. *Cogumelos na ecopista de Évora - diversidade de macrofungos do solo*. Dissertação (Mestrado em Biologia da Conservação) – Universidade de Évora, Évora, 2020.

PAZZA, A. C. V. *et al.* Composição nutricional e propriedades funcionais fisiológicas de cogumelos comestíveis: *Agaricus brasiliensis* e *Pleurotus ostreatus*. **FAG Journal of Health**, v.1, n.3, p. 240-265, 2019.

PEREIRA, A. L. F.; VIDAL, T. F.; CONSTANT, P. B. L. Antioxidantes alimentares: importância química e biológica. **Nutrire Rev. Soc. Bras. Aliment. Nutr**, v. 34, n. 3, p. 231-247, 2009.

PÉREZ-MARTÍNEZ, A.S *et al.* Uma perspectiva sobre o uso de *Pleurotus* para o desenvolvimento de vacinas de subunidades orais convenientes feitas por fungos. **Vacina, Rochester**, v.33, n.1, p.25-33, 2015.

PINEDO, A. A. *et al.* ANÁLISES COLORIMÉTRICAS E MICROBIOLÓGICAS DE MOLHO DE CUBIU (*SOLANUM SESSILIFLORUM*) TIPO SALSA PICANTE DURANTE O ARMAZENAMENTO. **CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS: O AVANÇO DA CIÊNCIA NO BRASIL-VOLUME 4**, p. 12-20, 2023.

PIZZINO G. *et al.* Oxidative Stress: Harms and Benefits for Human Health. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, 2017.

RAMAN, J. *et al.* Cultivation and Nutritional Value of Prominent *Pleurotus* spp.: An Overview. **Mycobiology**. v. 49, pág.1-14, 2021.

RATHORE, H. *et al.* Medicinal importance of mushroom mycelium: Mechanisms and applications. **Journal of Functional Foods**, v.56, p. 182–193, 2019.

RAUTELA, I. *et al.* Potential and nutrition value of mushroom and its cultivation; an insight review. **International Journal of Engineering Science**, v. 22574, n. 5, 2019.

RE, R. *et al.* Atividade antioxidante aplicando um ensaio melhorado de descoloração de cátions radicais ABTS. **Biologia e Medicina dos Radicais Livres**, v. 26, p. 1231–1237, 1999.

Rede Brasileira de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional. Food, insecurity and Covid-19 in Brazil, 2022.

REIS, F. S. *et al.* Functional foods based on extracts or compounds derived from mushrooms. **Trends in Food Science & Technology**, v. 66, p. 48-62, 2017.

RAUTELA, I. *et al.* Potential and nutrition value of mushroom and its cultivation; an insight review. **International Journal of Engineering Science**, v. 22574, n. 5, 2019.

ROÇA, R. O. Composição Química da carne. 12 f. (Doutorado em Gestão e Tecnologia Agroindustrial) - Unesp, Botucatu, 2015.

ROYSE, D. J.; BAARS, J.; TAN, Q. Current Overview of Mushroom Production in the World. **Edible and Medicinal Mushrooms**, p. 5–13, 2017.

RUFINO, M. S. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996–1002, 2010.

SACOMANI, F. H.; TONIN, F. B. Viabilidade econômica da produção de cogumelo shimeji de um pequeno produtor em Botucatu em microescala. **4ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC**, 2016.

SALES-CAMPOS, C. *et al.* Physiochemical analysis and centesimal composition of *Pleurotus ostreatus* mushroom grown in residues from the Amazon. **Food Science and Technology**, v. 31, n. 2, p. 456–461, 2011.

SALES-CAMPOS, C. *et al.* Composição mineral de uma linhagem de *Pleurotus ostreatus* cultivada em resíduos madeiros e agroindustriais da região amazônica. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 4, p. 868–872, 2009.

SAMPAIO, S. M.; QUEIROZ, M. R. Influência do processo de secagem na qualidade do cogumelo shiitake. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 2, p. 570–577, 2006.

SARDAR, H. *et al.* Agro-industrial residues influence mineral elements accumulation and nutritional composition of king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*). **Scientia Horticulturae**, v. 225, p. 327–334, 2017.

SHARIF, S. *et al.* Wild mushrooms: a potential source of nutritional and antioxidant attributes with acceptable toxicity. **Preventive nutrition and food science**, v. 22, n. 2, p. 124, 2017.

SICHERI, R. *et al.* Recomendações de alimentação e nutrição saudável para a população brasileira. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 44, n. 3, p. 227–232, 2000.

SILVA, A. C.; JORGE, N. Cogumelos: compostos bioativos e propriedades antioxidantes / Mushrooms: bioactive compounds and antioxidant Properties. **UNOPAR Científica Ciências biológicas e da saúde**. v. 13, p. 375-384, 2011.

SILVA, A. L., MIRANDA, G. D. F., & LIBERALI, R. (2012). A influência dos carboidratos antes, durante e após-treinos de alta intensidade. **RBNE - Revista Brasileira De Nutrição Esportiva**, v. 2, n. 10, 2012.

SILVA, M. S. *et al.* Inovação e desenvolvimento sustentável na produção e comercialização de cogumelos amazônicos. **XII Fórum de Integração Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação Tecnológica do IFRR**, v. 10, n. 1, 2024.

SILVA, R. B. B. Análise de compostos fenólicos e avaliação da atividade antioxidante de extratos hidroalcoólicos de basidiomicetos. 2016. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento.** Porto Alegre: ArtMed, 2017.

SLINKARD, K.; SINGLETON, V. L. Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Methods. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 28, n. 1, 1977.

ŚLUSARCZYK, J.; ADAMSKA, E.; CZERWIK-MARCINKOWSKA, J. Fungi and Algae as Sources of Medicinal and Other Biologically Active Compounds: A Review. **Nutrients**, v. 13, n. 9, p. 3178, 2021.

SOETAN, K. O.; OLAIYA, C. O.; OYEWOLE, O. E. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants. **African Journal of Food Science**, v. 4, n. 5, p. 200-222, 2010.

STEFANELLO, F. S. *et al.* Avaliação da atividade antioxidante in vitro do cogumelo shimeji (*pleurotus ostreatus*). **Simpósio de Segurança Alimentar**, v. 4, 2012.

STURION, G.L. Utilização da folha da bananeira como substrato para o cultivo de cogumelos comestíveis (*Pleurotus spp.*). 147p. Dissertação (Mestrado em ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

SU, S. *et al.* Oxidative stress as a culprit in diabetic kidney disease. **Life Sciences**, v. 322, 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p

TAMBE, V. D.; BHAMBAR, R. S. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n.10, 2007.

TAMBE, V. D; BHAMBAR, R. S. Estimation of total phenol, tannin, alkaloid and flavonoid in *Hibiscus tiliaceus* Linn. wood extracts. **Journal of pharmacognosy and phytochemistry**, v. 2, n. 4, p. 41-47, 2014.

TRICHES R. M. Dietas saudáveis e sustentáveis no âmbito do sistema alimentar no século XXI. **Saúde Debate**, v. 44, 2020.

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.

VERRUCK, S.; PRUDENCIO, E. S.; SILVEIRA, S. M. DA. Compostos bioativos com capacidade antioxidante e antimicrobiana em frutas. **Revista do Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos**, v. 4, n. 1, p. 111–124, 2019.

WAN M. A. *et al.* A review on valorization of oyster mushroom and waste generated in the mushroom cultivation industry. **Journal of Hazardous Materials**, v. 400, 2020.

WU, J.Z. *et al.* Studies on submerged fermentation of *Pleurotus tuber-regium* (Fr.) Singer. Part 2: Effect of carbon-tonitrogen ratio of the culture medium on the content and composition of the mycelial dietary fiber. **Food Chemistry**, v. 85, p. 101-105, 2004.

XU, T; BEELMAN, R. B. Os compostos bioativos em cogumelos medicinais têm potenciais efeitos protetores contra doenças neurodegenerativas. **Advances in Food Technology and Nutritional Sciences**, v.1, n.2, p. 62–65, 2015.

YANG, L. *et al.* Metabolismo de aminoácidos em células imunes: reguladores essenciais das funções efetoras e oportunidades promissoras para melhorar a imunoterapia contra o câncer. **J Hematol. Oncol.** v. 16, p. 59–33, 2023.

YEHIA, R. Nutritional value and biomass yield of the edible mushroom *Pleurotus ostreatus* cultivated on different wastes in Egypt. **Innovative Romanian Food Biotechnology** (2012) v. 11, p. 9-15, 2012.

ZÁRATE-SALAZAR, J. R. *et al.* Use of lignocellulosic corn and rice wastes as substrates for oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* Jacq.) cultivation. **SN Applied Sciences**, v. 11, n. 2, p. 1–10, 2020.

ZWIRTES, L. S. Influência da composição do substrato na produção de cogumelos do tipo *Pleurotus Ostreatus*. 55 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé, Bagé, 2021.
