

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE

UNIDADE ACADÊMICA DE SAÚDE

CURSO DE BACHARELADO EM NUTRIÇÃO

NIELLYSON NARDAN DOS SANTOS SILVA

**POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE *Pleurotus djamor*
CULTIVADO EM RESÍDUOS AGRÍCOLAS**

Cuité - PB

2023

NIELLYSON NARDAN DOS SANTOS SILVA

**POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE *Pleurotus djamor* CULTIVADO EM RESÍDUOS
AGRÍCOLAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Unidade Acadêmica de Saúde da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito obrigatório para obtenção de título de Bacharel em Nutrição, com linha específica em Alimentos funcionais.

Orientador: Prof.º Dr. Fillipe de Oliveira Pereira

Coorientadora: Rossana Lucena de Medeiros

Cuité - PB

2023

S586p Silva, Niellyson Nardan dos Santos.

Potencial antioxidante de *Pleurotus djamor* cultivado em resíduos agrícolas. / Niellyson Nardan dos Santos Silva. - Cuité, 2023.
38 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2023.

"Orientação: Prof. Dr. Fillipe de Oliveira Pereira; Rossana Lucena de Medeiros".

Referências.

1. Cogumelo. 2. Alimentos funcionais. 3. Fenólicos. 4. Cogumelos comestíveis. 5. Cogumelo - antioxidante. I. Pereira, Fillipe de Oliveira. II. Medeiros, Rossana Lucena de. III. Título.

CDU 635.82(043)

NIELLYSON NARDAN DOS SANTOS SILVA

**POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE *Pleurotus djamor* CULTIVADO EM RESÍDUOS
AGRÍCOLAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Unidade Acadêmica de Saúde da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito obrigatório para obtenção de título de Bacharel em Nutrição, com linha específica em Alimentos funcionais.

Aprovado em 20 de Dezembro de 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof.º Dr. Fillipe de Oliveira Pereira
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador

Prof.ª Dra. Nilcimelly Rodrigues Donato
Universidade Federal de Campina Grande
Examinadora

Me. em Tecnologia de alimentos Carlos Eduardo Alves Dantas
Universidade Federal de Campina Grande
Examinador

Cuité - PB

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço à instituição pelo conhecimento que me foi fornecido ao longo do curso e do ambiente com atmosfera amigável que nos é disponibilizado, agradeço fortemente por ter feito parte desta rede de ensino profissional, que por diversas vezes também proporciona momentos divertidos e de lazer.

Agradeço ao meu orientador, Dr. Fillipe de Oliveira Pereira e minha coorientadora Rossana Lucena de Medeiros, que foram pessoas simpáticas, calmas e pacientes, que ao longo dessa jornada no mundo dos cogumelos, foram mais que professores e colegas de grupo, foram amigos.

Agradeço a minha namorada, Natália de Souza Bento, que esteve presente quando precisei de apoio e por estar ao meu lado durante toda essa trajetória do curso, como colega, amiga e querida consorte.

Agradeço aos meus amigos, novos e de longa data, que durante o período de curso, indiretamente influenciaram este momento de formação com todos os incentivos, agradeço a todas as experiências que vivenciei, especialmente com vocês: Felipe Santos, Iany Louise, Leticia Emanuelle, Isabela Tainá, Jaqueline Medeiros e tantos outros amigos que não consigo contar nos dedos.

Agradeço aos meus amigos do CAVN, 6 anos se passaram e nossa amizade continua inabalável apesar da distância que existe entre nós: Iasmin Katarina, Lucas Rodrigues, Guilherme Augusto, Francinaldo Santos, Larissa Ferreira, Elizeu Idalino, Vitória Reis e Jaime Neto.

“Há mais coisas entre o céu e a terra do
que supõe a nossa vã filosofia.”

William Shakespeare.

SILVA, N. N. S. **Potencial antioxidante de *Pleurotus djamor* cultivado em resíduos agrícolas**. 2023. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2023.

RESUMO

Os cogumelos comestíveis são importantes alimentos para a nutrição humana e fornecem componentes bioativos antioxidantes. Os cogumelos do gênero *Pleurotus* são um dos mais cultivados no mundo devido às suas habilidades de degradar substratos lignocelulósicos comuns em resíduos agrícolas. No entanto, a composição do substrato pode alterar o perfil microquímico de metabólitos secundários dos cogumelos e alterar suas propriedades biológicas. Desta forma, utilizar cogumelos da espécie *P. djamor* que podem ser cultivados em resíduos agrícolas de importância para o estado da Paraíba como as folhas de bananeira e bagaço de cana-de-açúcar, visa produzir novas fontes dietéticas através de compostos que seriam descartados no meio ambiente. Nessa perspectiva, este trabalho tem como objetivos caracterizar o perfil microquímico, analisar e avaliar o potencial antioxidante de extratos de cogumelos *P. djamor* cultivados em substratos de folhas de bananeira e bagaço de cana. Os extratos foram produzidos com solução etanol/água (70:30 v/v). A composição de produtos naturais dos extratos foi analisada para quantificar polifenóis e flavonóides totais e por fim, ensaios de DPPH e ABTS foram conduzidos para avaliar a atividade antioxidante dos extratos. Os resultados foram expressos em $\mu\text{M TE}$, $\mu\text{M AAE}$, $\mu\text{g EAG}$, $\mu\text{g EQ}$ bem como porcentagem de inibição e IC_{50} . A porcentagem de inibição do teste ABTS apresentou valor máximo de 91,6% e o teste DPPH valor máximo de 65,8%. As concentrações de $\mu\text{M AAE}$ e $\mu\text{M TE}$ variou de 3932,22 μM e 10297,4 μM respectivamente. Estes resultados mostram que a utilização de resíduos agrícolas para produção de cogumelos é um destino a ser explorado, pois favorece a produção de novas fontes dietéticas com propriedades bioativas.

Palavras-chave: antioxidante; cogumelos; alimento funcional; fenólicos.

ABSTRACT

Edible mushrooms are important foods for human nutrition and provide antioxidant bioactive components. Mushrooms of the genus *Pleurotus* are one of the most cultivated in the world due to their ability to degrade common lignocellulosic substrates into agricultural waste. However, substrate composition can change the mycochemical profile of secondary metabolites of mushrooms and alter their biological properties. In this way, using mushrooms of the *P. djamor* species that can be cultivated in agricultural residues of importance for the state of Paraíba, such as banana leaves and sugarcane bagasse, aims to produce new dietary sources through compounds that would be discarded in the environment. In this perspective, this work aims to characterize the mycochemical profile, analyze and evaluate the antioxidant potential of extracts of *P. djamor* mushrooms cultivated in substrates of banana leaves and sugarcane bagasse. The extracts were produced with ethanol/water solution (70:30 v/v). The composition of natural products of the extracts was carried out to detect total polyphenols and flavonoids and finally, ABTS and DPPH assays was carried out to evaluate the antioxidant activity of the extracts. The results were expressed in $\mu\text{M TE}$, $\mu\text{M AAE}$, $\mu\text{g EAG}$, $\mu\text{g EQ}$ as well as percentage of inhibition and IC_{50} . The inhibition percentage of the ABTS test showed a maximum value of 91.6% and the DPPH test a maximum value of 65.8%. The concentrations of $\mu\text{M AAE}$ and $\mu\text{M TE}$ ranged from 3932.22 μM and 10297.4 μM respectively. These results show that the use of agricultural residues for mushroom production is a destination to be explored, as it favors the production of new dietary sources with bioactive properties.

Keywords: antioxidant; mushrooms; functional food; phenolics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação esquemática de dois tipos diferentes de corpos frutíferos.....	15
Figura 2: Pleurotus djamor.....	17
Figura 3: Causas da superprodução de radicais livres e suas consequências.....	18
Figura 4: Coloração da solução antes e após redução.....	24
Figura 5: Coloração da solução antes e após redução.....	26
Figura 6 A e B: Percentagem de inibição no ensaio ABTS e μM equivalente de Trolox/mL ($\mu\text{M TE}$).	29
Figura 7 A e B: Percentagem de inibição no ensaio DPPH e μM equivalente de ácido ascórbico/mL ($\mu\text{M AAE}$).	31
Figura 8: Valores de IC_{50} $\mu\text{g/mL}$ encontrados no ensaio DPPH.	32
Figura 9: Concentração de μg de equivalentes de quercetina/mL ($\mu\text{g EQ}$).	33
Figura 10: Concentração de μg de equivalentes de ácido gálico/mL ($\mu\text{g EAG}$).	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição dos substratos.	21
Tabela 2: Diluições utilizadas para obtenção de curva padrão de ácido gálico.....	23
Tabela 3: Diluições utilizadas para obtenção de curva padrão de quercetina.	23
Tabela 4: Diluições utilizadas no ensaio para construção da curva padrão do extrato. .	25
Tabela 5: Diluições utilizadas no ensaio para construção da curva padrão de Trolox...	26
Tabela 6: Concentrações utilizadas no ensaio DPPH para curva padrão de ácido ascórbico.....	27
Tabela 7: Concentrações utilizadas no ensaio DPPH para curva padrão dos extratos. .	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CES	Centro de Educação e Saúde
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
GPEC	Grupo de Pesquisa & Produção de Cogumelos Comestíveis
Aa	Ácido ascórbico
TE	Equivalente de Trolox
AAE	Equivalente de ácido ascórbico
UR	Umidade Relativa
EQ	Equivalente de quercetina
EAG	Equivalente de ácido gálico

LISTA DE SÍMBOLOS

μg	Micrograma
mg	Miligrama
μL	Microlitro
mL	Mililitro
μM	Micromol
nm	Nanômetro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 COGUMELOS COMESTÍVEIS	15
3.2 <i>Pleurotus spp</i>	16
3.3 COMPOSTOS BIOATIVOS EM COGUMELOS.....	17
3.4 RESÍDUOS AGRÍCOLAS.....	19
4 MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1 TIPO DE ESTUDO	21
4.2 LOCAL DE EXECUÇÃO.....	21
4.3 PRODUÇÃO DOS COGUMELOS	21
4.4 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS DOS COGUMELOS.....	22
4.5 PROSPECÇÃO QUÍMICA DOS EXTRATOS	22
4.6 TESTE DE SEQUESTRO DO RADICAL LIVRE ABTS	24
4.7 TESTE DE SEQUESTRO DO RADICAL LIVRE DPPH	26
4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

Fungos basidiomicetos decompositores de madeira e de outros materiais lignocelulósicos são também fungos comestíveis, podendo ser utilizados no processo de aproveitamento de resíduos orgânicos (SALES-CAMPOS; ANDRADE, 2011). Os cogumelos do gênero *Pleurotus* possuem alto valor nutricional além de possuírem propriedades terapêuticas e aplicações biotecnológicas (ALEXANDRINO, 2007).

Propriedades antioxidantes são relatadas em uma ampla gama de cogumelos, e os compostos antioxidantes podem ser encontrados desde os corpos frutíferos até o micélio e cultura (SÁNCHEZ, 2017). Metabólitos secundários produzidos pelos cogumelos possuem grande importância farmacêutica, produzindo atividade antitumoral, antiviral, anti-inflamatória, imunomoduladora, antimicrobianas, efeito cardioprotetor, antiparasitário, neuro protetor e antioxidante (SANTOS; CARVALHO, 2021). Um destes cogumelos é o *Pleurotus djamor*, estudos relatam que esta espécie possui diversas atividades benéficas a saúde além de atividade antioxidante (ACHARYA; KHATUA; RAY, 2017).

A oxidação é um processo fisiológico chave em sistemas vivos e esta tem sido o principal foco das ciências e pesquisas modernas da saúde. Uma deficiência na defesa antioxidante pode causar estresse oxidativo, que está comumente associado a problemas de saúde, portanto, para o auxílio na manutenção da saúde e prevenção de doenças, o consumo frequente de antioxidantes é de fundamental importância (SARDAR *et al.*, 2017) e para maior variedade de alimentos antioxidantes na alimentação, o consumo de *Pleurotus djamor* torna-se uma alternativa interessante.

Estudos mostram que a variação na composição dos substratos de cultivo pode afetar o rendimento e a qualidade dos cogumelos (KHAN *et al.*, 2008). A escolha de um material residual adequado como substrato é essencial para o cultivo de *Pleurotus spp.* pois estes substratos servem como fonte de nutrição e material lignocelulósico para apoiar o crescimento, desenvolvimento e frutificação dos cogumelos (SARDAR *et al.*, 2017) o que proporciona aos bananicultores e produtores de cana-de-açúcar do estado da Paraíba um destino para os resíduos que são gerados e também pode proporcionar a produção de *Pleurotus djamor* com maiores qualidades nutricionais.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo analisar as possíveis alterações do potencial antioxidante e quantificar compostos bioativos antioxidantes presentes no *Pleurotus djamor* cultivado em diferentes concentrações de resíduos de folhas de bananeira e bagaço de cana-de-açúcar.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial antioxidante de extratos de cogumelos *Pleurotus djamor* cultivados em substratos de folhas de bananeira e bagaço de cana-de-açúcar.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mensurar a concentração de compostos antioxidantes de acordo com as diferentes proporções do substrato.
- Quantificar o potencial antioxidante do extrato etanólico de *Pleurotus djamor* cultivado em diferentes substratos compostos de folhas de bananeira e bagaço de cana-de-açúcar.

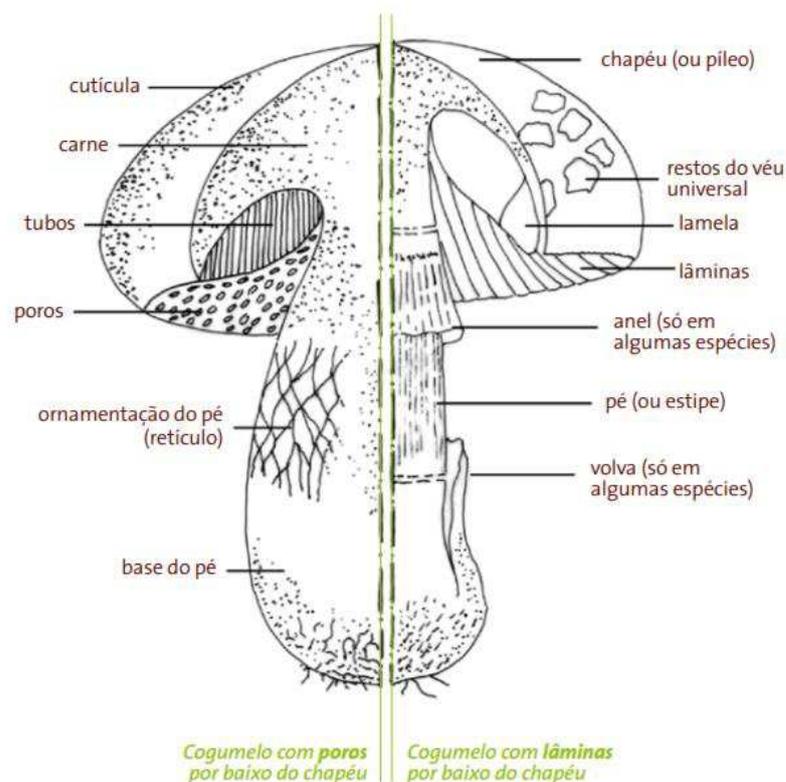
3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 COGUMELOS COMESTÍVEIS

Os fungos são seres uni ou multicelulares, eucariotos e heterótrofos, se alimentam de matéria viva ou morta e crescem no interior do alimento que irão consumir, desempenhando papel importante na decomposição do meio ambiente. Os cogumelos são fungos e constituem um grupo de seres vivos com grande diversidade de formas, cores e tamanhos (PAZZA *et al.*, 2019).

Um cogumelo é a parte visível e reprodutora de um organismo, chamado de corpo de frutificação, que é dividido em várias partes (Figura 1). Abaixo do corpo frutífero encontra-se o micélio, que possui função de colonizar o substrato em que o cogumelo está presente e obter os nutrientes.

Figura 1: Representação esquemática de dois tipos diferentes de corpos frutíferos.



Fonte: BAPTISTA-FERREIRA; SILVA; VICENTE (2013).

Os cogumelos são fungos que possuem valor nutricional significativo, contam com cerca de 2000 espécies comestíveis e entre as espécies mais cultivadas estão o cogumelo

botão (*Agaricus bisporus*), cogumelo shiitake (*Lentinula edodes*) e cogumelo ostra (*Pleurotus spp.*) (MAHARI *et al.*, 2020). Espécies de cogumelos comestíveis têm sido reconhecidas como possuidoras de alto valor nutricional em termos de proteínas, carboidratos, vitaminas, cálcio e ferro além de estarem acompanhados de compostos bioativos que são benéficos à saúde (SARDAR *et al.*, 2017). A produção de cogumelos mundialmente chega a movimentar 40 milhões de toneladas, com contribuição principalmente da China e diversos países da Europa como Holanda, Polônia, Espanha, França, Itália, Irlanda e Reino Unido (THAKUR, 2020). Com o consumo localizado principalmente na Ásia e Europa, o consumo de cogumelos no Brasil não é uma tradição, pois durante a colonização Portugal não contribuiu com a disseminação desta cultura, o que é refletido na atualidade onde a maioria dos brasileiros possuem preconceitos direcionados aos cogumelos, acreditando que todos são venenosos ou alucinógenos (DIAS, 2010).

3.2 *Pleurotus spp*

O gênero *Pleurotus spp.* está entre os macrofungos mais populares e comestíveis, sendo amplamente cultivados em vários países. O cogumelo ostra pode ser cultivado em diversos resíduos agrícolas, como palha de soja, talos de algodão e restos de culturas vegetais, já que possui um extenso sistema enzimático capaz de degradar compostos orgânicos presentes nestes resíduos (SARDAR *et al.*, 2017). Estes cogumelos possuem valor econômico considerável além de serem cultivados de forma simples e barata, proporcionando um alto rendimento e maior aproveitamento do substrato (BELLETTINI *et al.*, 2019).

O gênero abrange cerca de 50 espécies, e uma dessas é a *Pleurotus djamor* que é apreciada em todo o mundo como alimento e vem sendo relatada como possuidora de atividade anti-inflamatória, analgésica, antimicrobiana, antiplaquetária, antipirética e antioxidante. Além disso, possuem carboidratos, proteínas, fibras alimentares, minerais, alguns aminoácidos essenciais e vitaminas, além de possuir propriedades medicinais como antioxidante, imunomodulador, hipocolesterolêmico e outros atributos valiosos (MAITY *et al.*, 2021).

O *Pleurotus djamor* também conhecido como cogumelo-ostra-rosa é uma espécie tropical nativa do Sudeste Asiático e América Central. Essa espécie tem ganhado popularidade devido a sua cor rosa (Figura 2) e textura que lembra a carne frita. Pode ser facilmente cultivado em resíduos agrícolas e possui maior resistência a doenças, mas o grande desafio no cultivo e comércio deste cogumelo é a sua curta vida útil, não podendo ser

armazenados por mais que alguns dias (ZIEBA *et al.*, 2021), pois os corpos de frutificação no estágio maduro e com seus esporos maduros, apresentaram menor teor de alguns antioxidantes, que é explicado pela correlação destes compostos com o processo de envelhecimento (SAHA *et al.*, 2012).

Figura 2: *Pleurotus djamor*.



Fonte: RAMAN *et al.*, (2015).

3.3 COMPOSTOS BIOATIVOS EM COGUMELOS

A comunidade científica relata propriedades medicinais de cogumelos, e os compostos que são responsáveis por essas propriedades são polissacarídeos, fibras alimentares e antioxidantes (RONCERO-RAMOS *et al.*, 2017). O consumo de cogumelos é uma excelente escolha pelo seu valor nutricional e pelas suas propriedades medicinais, de modo que compostos bioativos estão presentes em sua composição química o que lhes confere a capacidade de exercer efeitos benéficos como antitumorais, antibacterianos, antivirais e mais uma ampla gama de propriedades bioativas (REIS *et al.*, 2017).

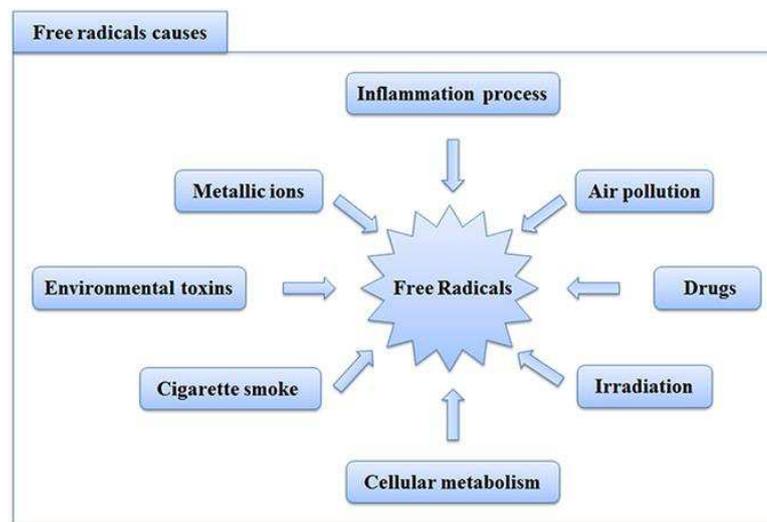
Muitos extratos de cogumelos vêm sendo estudados por seu potencial antioxidante, pois são relatados como fonte de compostos fenólicos, vitamina C, E e carotenoides. Estudos sugerem que os compostos de cogumelos podem ser ingredientes potencialmente bioativos principalmente para o uso na formulação de alimentos funcionais e como antioxidantes naturais em sistemas alimentares (REIS *et al.*, 2017).

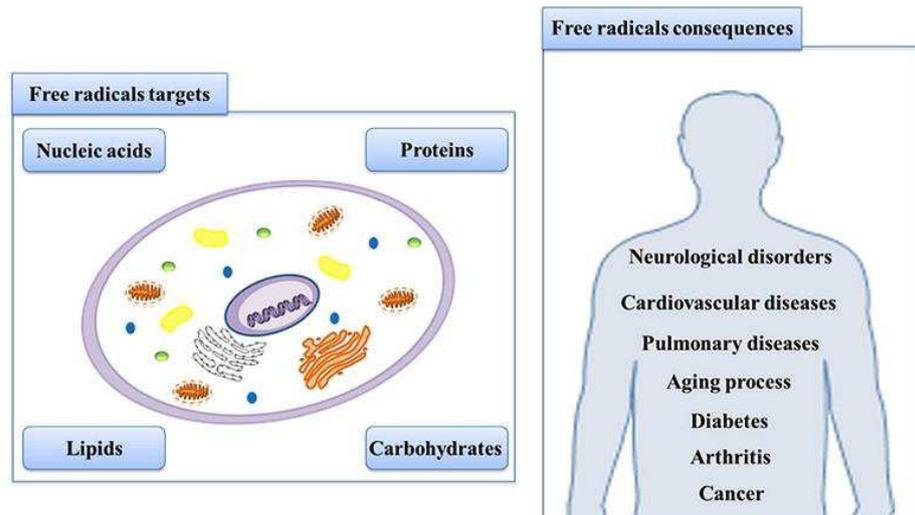
Antioxidantes são qualquer substância que, presente em baixas concentrações quando comparada a do substrato oxidável, atrasa ou inibe a oxidação de maneira eficaz (SIES; STAHL, 1995). Eles possuem potencial de interceptar os radicais livre que são gerados pelo

metabolismo ou por fontes exógenas, impedindo o ataque sobre macromoléculas que compõe nosso corpo, evitando a formação de complicações e perda da integridade celular (BIANCHI; ANTUNES, 1999). As defesas antioxidantes podem ser endógenas ou adquiridas através da alimentação, devido ao reconhecimento da relação inversa entre a ingestão de antioxidantes e o surgimento de doenças, houve um aumento do interesse mundial no uso de antioxidantes na indústria alimentícia (REIS *et al.*, 2017).

Quando há um desbalanço entre a produção de radicais livres e os mecanismos de defesa antioxidante, ocorre o estresse oxidativo. Os radicais livres são produzidos naturalmente, já que estão envolvidas na produção de energia, fagocitose, regulação do crescimento celular, sinalização intercelular e síntese de substâncias biológicas, mas o excesso de radicais livres (Figura 3) podem ser originados de defeitos na respiração mitocondrial, metabolismo do ácido araquidônico, ativação-inibição de sistemas enzimáticos e também pode ser de fatores exógenos como a poluição, hábito de fumar, ingerir álcool e por uma nutrição inadequada (PEREIRA *et al.*, 2009).

Figura 3: Causas da superprodução de radicais livres e suas consequências.





Fonte: REIS *et al.*, (2017).

Alimentos como frutas, verduras e legumes são as principais fontes de antioxidantes (BIANCHI; ANTUNES, 1999), estes antioxidantes podem ser compostos fenólicos, carotenoides e algumas vitaminas (PEREIRA *et al.*, 2009). A ingestão é a principal forma de obtenção de antioxidantes para o organismo pois o sistema de defesa antioxidante humano não é completo sem os antioxidantes dietéticos, por isso se faz importante a ingestão diária destes compostos, apresentando vários benefícios para melhor qualidade de vida da população (PEREIRA *et al.*, 2009).

3.4 RESÍDUOS AGRÍCOLAS

A produção da banana no Brasil está distribuída por todo o território nacional e o Brasil chegou a ser o segundo maior produtor desta fruta, mas no ano de 2019 caiu para a quarta posição (FLORENTINO, 2020). Dentre os produtos produzidos na Paraíba, a banana junto com o abacaxi e cana de açúcar somaram aproximadamente 78,3% de toda produção agrícola do Estado no ano de 2016. A produção da banana encontra-se na microrregião do Brejo Paraibano e esta produção vem aumentando nos últimos anos (VASCONCELOS, 2018).

Devido à grande produção de bananas, também há uma enorme formação de resíduos agrícolas. A maior parte desses resíduos são direcionados para a queima e apresentam baixo valor nutricional para ruminantes, o que dificulta a sua utilização para ração animal (BONATTI *et al.*, 2003).

De todos os resíduos agrícolas produzidos, cerca de 69% são oriundos da produção de cana-de-açúcar. Ao longo dos anos o cultivo da cana já causou enorme dano ambiental, pois os resíduos eram despejados principalmente em rios; além disso, eles podem ser prejudiciais ao meio ambiente, o que obrigou a criação de leis e normatizações para o tratamento destes resíduos, a NBR 10004/2004 (CRUZ *et al.*, 2002).

Uma alternativa para melhor aproveitamento destes resíduos é o cultivo de cogumelos comestíveis, já que ao final do cultivo se obtém um produto de elevado valor nutricional e um resíduo com potencial de aplicação em ração animal, pois já foi parcialmente digerido pelo complexo lignocelulolítico do cogumelo (BONATTI *et al.*, 2003). Não apenas os resíduos agrícolas derivados da bananicultura e bagaço de cana-de-açúcar, mas qualquer resíduo lignocelulósico podem ser utilizados na produção de *Pleurotus spp.* como resíduos de palha de trigo e arroz, resíduos de algodão, serragens, polpa e casca de frutas, polpa de café, entre outros (FIGUEIRÓ, 2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 TIPO DE ESTUDO

Trata-se de um estudo quantitativo descritivo, em que os dados foram coletados em triplicata.

4.2 LOCAL DE EXECUÇÃO

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Bioquímica, Microbiologia e Farmacognosia do Centro de Educação e Saúde (CES) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) *campus* V Cuité - PB. Contando com o apoio e colaboração do Laboratório de Bromatologia do CES e do Grupo de Pesquisa & Produção de Cogumelos Comestíveis (GPEC) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), *campus* II Areia – PB.

4.3 PRODUÇÃO DOS COGUMELOS

Esta etapa ocorreu em colaboração com o Grupo de Pesquisa & Produção de Cogumelos Comestíveis da UFPB (Campus II - Areia-PB). Os cogumelos foram inoculados nos substratos previamente esterilizados em autoclave à 121°C, por 30 minutos. O substrato para a inoculação do micélio foi composto por folhas de bananeira secas, trituradas e peneiradas em tela de 2mm; bagaços de cana-de-açúcar secos, triturados e peneirados em tela de 2mm conforme as proporções dispostas na Tabela 1; há um adicional de 10% de serragem de madeira secos e peneirados e 10% de farelo de trigo em todas as proporções do substrato.

Tabela 1: Composição dos substratos.

Substrato	Folhas de bananeiras	Bagaço de cana-de-açúcar
1	100%	0%
2	75%	25%
3	50%	50%
4	25%	75%
5	0%	100%

Fonte: Autor (2022).

O substrato colonizado seguiu para sala de frutificação e permaneceu por um tempo aproximado de 15 dias para seu completo desenvolvimento. A sala possui controle de temperatura e umidade relativa feita por umidificador de ar e exaustor, para que o ambiente fique em condições ideais, UR na faixa de 85% a 90%; além de possuir controle de luz, em que as luzes de led ficaram ligadas no intervalo de 6:00h às 18:00h (ZÁRATE-SALAZAR *et al.*, 2020).

4.4 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS DOS COGUMELOS

Foram realizadas três (3) colheitas dos cogumelos de forma manual com prévia higienização das mãos. Foram usadas quatro (4) unidades produtivas de cada composição dos substratos. Após a colheita em cada unidade produtiva, as amostras de cogumelos foram submetidas a secagem. Os cogumelos foram dispostos em bandejas de aço inox e levados à estufa de ar com circulação forçada à 45 °C para secagem até peso constante. 2 g de amostra foi extraída por maceração com 50 mL de solução etanol/água (70:30 v/v). O processo de extração aconteceu em temperatura ambiente ao abrigo de luz por 5 dias. Posteriormente, os extratos foram submetidos a filtração simples usando papel de filtro qualitativo e filtração com filtro de seringa modelo Nylon 0,45 µm e em seguida foram armazenados ao abrigo de luz e sob refrigeração (SARDAR *et al.*, 2017).

4.5 PROSPECÇÃO QUÍMICA DOS EXTRATOS

A composição de produtos naturais dos extratos de *P. djamur* foi determinada através de métodos espectroscópicos (TAMBE; BHAMBAR, 2014), utilizando-se espectrofotômetro (BEL Photonics UV-M51, UV-VISÍVEL, Piracicaba, São Paulo, Brasil). Realizou-se a estimativa quantitativa do teor de algumas classes de compostos. A estimativa do teor de polifenóis totais foi analisada por meio do reagente Folin-Ciocalteu (SHARIF *et al.*, 2017). O teor de fenólicos totais foi determinado a partir de uma curva padrão de equivalentes de ácido gálico (C₇H₆O₅) como componente padrão.

Primeiramente foi realizada a preparação do ácido gálico para obter a curva padrão, utilizando 0,01 g para 10 mL de Etanol. Após preparado, diferentes diluições foram adicionadas com reagente Folin-Ciocalteu e H₂O, ficaram em descanso por 1 minuto para posterior adição do carbonato de sódio a 15% (1,5 g em 10 mL de H₂O) e descanso de 2h.

Após o descanso foi realizada a leitura em espectrofotômetro regulado a 760 nm. As diluições utilizadas estão dispostas na Tabela 2.

Tabela 2: Diluições utilizadas para obtenção de curva padrão de ácido gálico.

Curva padrão de ácido gálico				
Concentração	Volume de ácido gálico	Volume de Folin	Volume de H₂O	Volume de Na₂CO₃
100 µL/mL	200 µL	40 µL	1640 µL	120 µL
80 µL/mL	160 µL	40 µL	1680 µL	120 µL
60 µL/mL	120 µL	40 µL	1720 µL	120 µL
40 µL/mL	80 µL	40 µL	1760 µL	120 µL
20 µL/mL	40 µL	40 µL	1800 µL	120 µL

Fonte: Autor (2022).

As análises dos extratos foram realizadas na diluição de 100 µL/mL, onde apenas o ácido gálico foi substituído por 200 µL do extrato.

Para a solução branco foi utilizado 2000 µL de H₂O, utilizada para zerar o espectrofotômetro.

A estimativa do teor de flavonóides totais foi determinado de acordo com Sharif *et al.* (2017). A absorbância da amostra foi analisada a 425 nm em um espectrofotômetro. O teor de flavonóides totais foi determinado a partir de uma curva padrão de equivalentes de quercetina (C₁₅H₁₀O₇) como componente padrão.

Primeiramente foi realizada a diluição da quercetina, 0,01 g em 10 mL de Etanol, em seguida a diluição do cloreto de alumínio (AlCl₃), 1,25 g em 15 mL de Metanol.

Para obtenção da curva padrão a solução de quercetina foi diluída com o cloreto de alumínio e H₂O, após 10 minutos foi realizada a leitura em espectrofotômetro regulado em 425 nm. As diluições utilizadas estão dispostas na Tabela 3.

Tabela 3: Diluições utilizadas para obtenção de curva padrão de quercetina.

Concentração	Volume de quercetina	Volume de AlCl₃	Volume de H₂O
50 µg/mL	100 µL	500 µL	1400 µL
40 µg/mL	80 µL	400 µL	1520 µL

30 µg/mL	60 µL	300 µL	1640 µL
20 µg/mL	40 µL	200 µL	1760 µL
10 µg/mL	20 µL	100 µL	1880 µL

Fonte: Autor (2022).

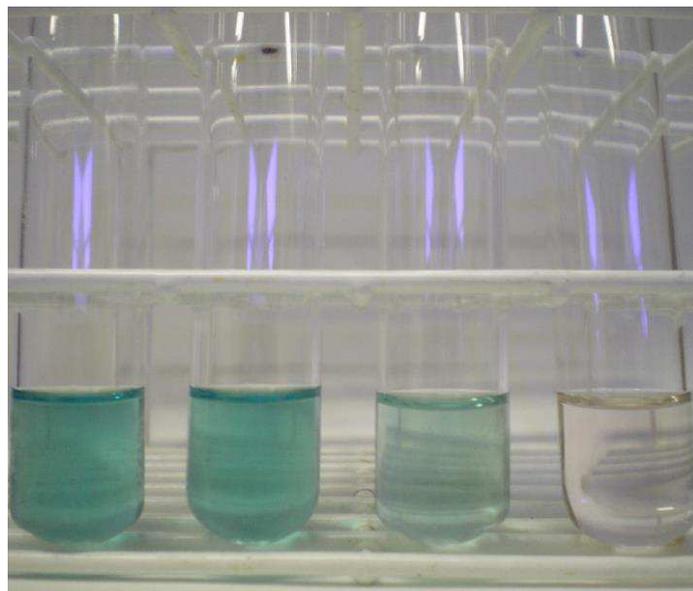
Para as análises dos extratos foram utilizadas concentrações de 100 µL/mL, utilizando 200 µL do extrato, 1000 µL de cloreto de alumínio e 800 µL de H₂O.

Para a solução branco foram utilizados 1000 µL de AlCl₃ + 1000 µL de H₂O, utilizada para zerar o espectrofotômetro.

4.6 TESTE DE SEQUESTRO DO RADICAL LIVRE ABTS

O método ABTS foi realizado de acordo com a metodologia de (SURVESWARAN *et al.*, 2007) que ocorre através da captura do radical 2,2'-azinobis(3-etibenzotiazolina-6-ácido sulfônico) que é produzido por reações químicas, eletroquímicas ou enzimáticas (RUFINO *et al.*, 2007). Inicialmente foi formado o radical ABTS através da reação da solução ABTS⁺ a 7 mM com a solução de persulfato de potássio 140 mM incubados a temperatura de 25°C que apresenta coloração verde-escura (Figura 4).

Figura 4: Coloração da solução antes e após redução.



Fonte: RUFINO *et al* (2007).

Foi utilizado 2,5 mL da solução estoque de ABTS para 44 µL da solução estoque de persulfato e logo em seguida foram armazenados no escuro durante 12-16 horas protegido da luz e em temperatura ambiente. Uma vez formado o radical, este foi diluído em etanol até obter o valor de absorvância de $0,70 \pm 0,05$ a 734 nm e apresentar coloração verde-clara.

A partir de cada extrato foram preparadas cinco diluições diferentes, em triplicatas (Tabela 4).

Tabela 4: Diluições utilizadas no ensaio para construção da curva padrão do extrato.

Extratos			
Concentração da Amostra	Volume de Extrato	Volume de Etanol	Volume de Solução de ABTS
12,5 µL/mL	25 µL	175 µL	1800 µL
25 µL/mL	50 µL	150 µL	1800 µL
50 µL/mL	100 µL	100 µL	1800 µL
75 µL/mL	150 µL	50 µL	1800 µL
100 µL/mL	200 µL	0 µL	1800 µL

Fonte: Autor (2022).

Seguindo os volumes da Tabela 4, em ambiente escuro foram transferidos para *ependorfs* de 2 mL alíquotas de extrato, etanol e do radical ABTS. Logo após os *ependorfs* foram mantidos na ausência de luz por 6 minutos, e em seguida realizada a leitura a 734nm em espectrofotômetro. Também foi feita uma solução controle que consiste em uma alíquota de 200 µL do solvente dos extratos adicionada de 1800 µL do radical ABTS. A solução “branco” é o solvente de cada extrato, utilizada para zerar o espectrofotômetro. Como referência, foram utilizados o Trolox (Tabela 5). A percentagem de atividade sequestradora (% AS) foi calculada pela equação:

$$\%AS = 100 \times (A_{\text{controle}} - A_{\text{amostra}}) / A_{\text{controle}}$$

Onde: A_{controle} é a absorvância do controle, contendo apenas a solução etanólica com o ABTS, e A_{amostra} é a absorvância do radical na presença do extrato ou do padrão trolox. Os resultados foram expressos em µM equivalente de Trolox/mL mais ou menos o desvio padrão (\pm D.P.).

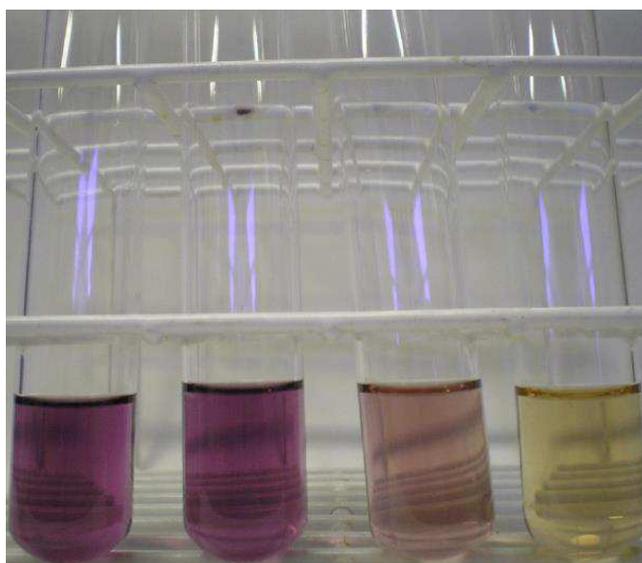
Tabela 5: Diluições utilizadas no ensaio para construção da curva padrão de Trolox.

Trolox			
Concentração de Trolox	Volume de Trolox	Volume de Etanol	Volume de Solução de ABTS
2 μ M	10 μ L	190 μ L	1800 μ L
4 μ M	20 μ L	180 μ L	1800 μ L
8 μ M	40 μ L	160 μ L	1800 μ L
12 μ M	60 μ L	140 μ L	1800 μ L
16 μ M	80 μ L	120 μ L	1800 μ L

Fonte: Autor (2022).

4.7 TESTE DE SEQUESTRO DO RADICAL LIVRE DPPH

A atividade antirradicalar foi determinada pelo método de doação de hidrogênio para o radical DPPH (coloração púrpura) que se reduz formando o DPPH-H (hidrazina) de coloração amarela (Figura 5), seguindo a metodologia descrita por Roncero-Ramos *et al.* (2017).

Figura 5: Coloração da solução antes e após redução.

Fonte: RUFINO *et al* (2007).

Para o preparo da solução de DPPH foi pesado 1,18 mg de DPPH, que foi transferido para balão volumétrico de 50 mL para solubilização com etanol. Como controle positivo foi

empregado o ácido ascórbico (Aa) e foi utilizado 1mg de Aa em 10 mL de etanol. Foram utilizadas diferentes concentrações para preparo da curva padrão de Aa (Tabela 6).

Tabela 6: Concentrações utilizadas no ensaio DPPH para curva padrão de ácido ascórbico.

Ácido ascórbico			
Concentração de Aa.	Volume de Ácido Ascórbico	Volume de Etanol	Volume de Solução de DPPH
3 μ M	10 μ L	190 μ L	1800 μ L
6 μ M	20 μ L	180 μ L	1800 μ L
11 μ M	40 μ L	160 μ L	1800 μ L
17 μ M	60 μ L	140 μ L	1800 μ L
23 μ M	80 μ L	120 μ L	1800 μ L

Fonte: Autor (2022).

Para os extratos foi utilizado o mesmo processo realizado no ensaio ABTS, mudando apenas a solução para DPPH (Tabela 7).

Tabela 7: Concentrações utilizadas no ensaio DPPH para curva padrão dos extratos.

Extratos			
Concentração da Amostra	Volume de Extrato	Volume de Etanol	Volume de Solução de DPPH
12,5 μ L/mL	25 μ L	175 μ L	1800 μ L
25 μ L/mL	50 μ L	150 μ L	1800 μ L
50 μ L/mL	100 μ L	100 μ L	1800 μ L
75 μ L/mL	150 μ L	50 μ L	1800 μ L
100 μ L/mL	200 μ L	0 μ L	1800 μ L

Fonte: Autor (2022).

Ambas as misturas de Aa e dos extratos ficaram sob agitação em aparelho ultrassônico durante 30 minutos, protegidas da luz e a absorbância foi detectada em espectrofotômetro a 517 nm. O controle consistiu em 200 μ L de etanol adicionado de 1800 μ L de DPPH. Todas as

determinações foram realizadas em triplicata. A percentagem de atividade sequestradora (% AS) foi calculada pela equação:

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

Onde: A_{controle} é a absorbância do controle, contendo apenas a solução etanólica do radical DPPH, e A_{amostra} é a absorbância do radical na presença do extrato ou do padrão ácido ascórbico. Os resultados foram expressos em μM equivalente de ácido ascórbico/mL, bem como, através da concentração da amostra necessária para inibir 50% da atividade sequestradora máxima dos radicais mais ou menos o desvio padrão ($\text{IC}_{50} \pm \text{D.P.}$).

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

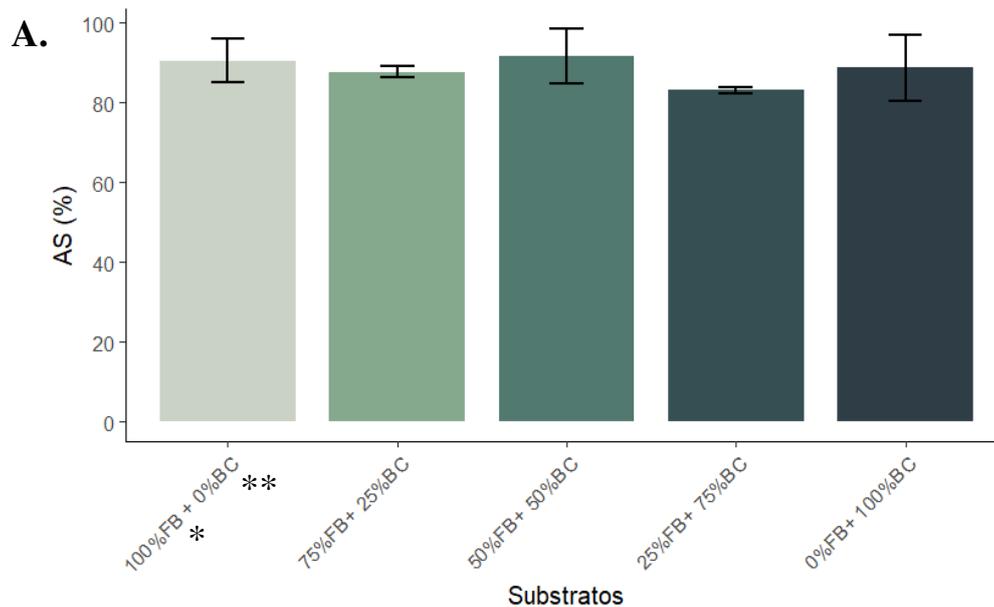
Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o software R versão 4.1.0 na interface RStudio. Os experimentos foram realizados em triplicata. A análise de variância one-way ANOVA foi realizada para determinar as diferenças significativas entre os tratamentos e, quando significativas, foram submetidos ao teste de médias de Tukey. O intervalo de confiança utilizado foi de 95%.

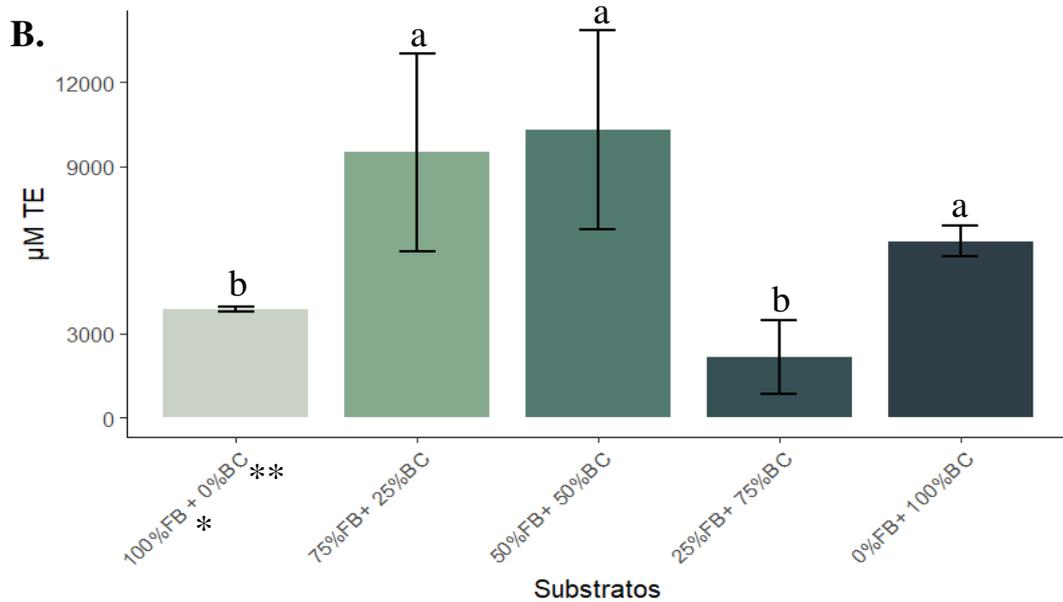
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foram realizados os testes de sequestro do radical ABTS e DPPH para obtenção dos valores de percentagem de inibição, bem como, a concentração de μM equivalentes de ácido ascórbico (AAE) e equivalentes de trolox (TE).

A percentagem de inibição dos extratos no teste ABTS variou de 83,01% a 91,6% e não houve diferenças significativas entre os diferentes extratos (Figura 6A). Já na concentração de μM TE houve diferenças significativas entre 100% FB e 50% FB (3889,98 μM TE e 10297,4 μM TE respectivamente), 75% FB e 25% FB (9492,04 μM TE e 2174,96 μM TE respectivamente) e por último 25% FB e 50% FB (2174,96 μM TE e 10297,4 μM TE respectivamente) (Figura 6B).

Figura 6 A e B: Percentagem de inibição no ensaio ABTS e μM equivalente de Trolox/mL (μM TE).



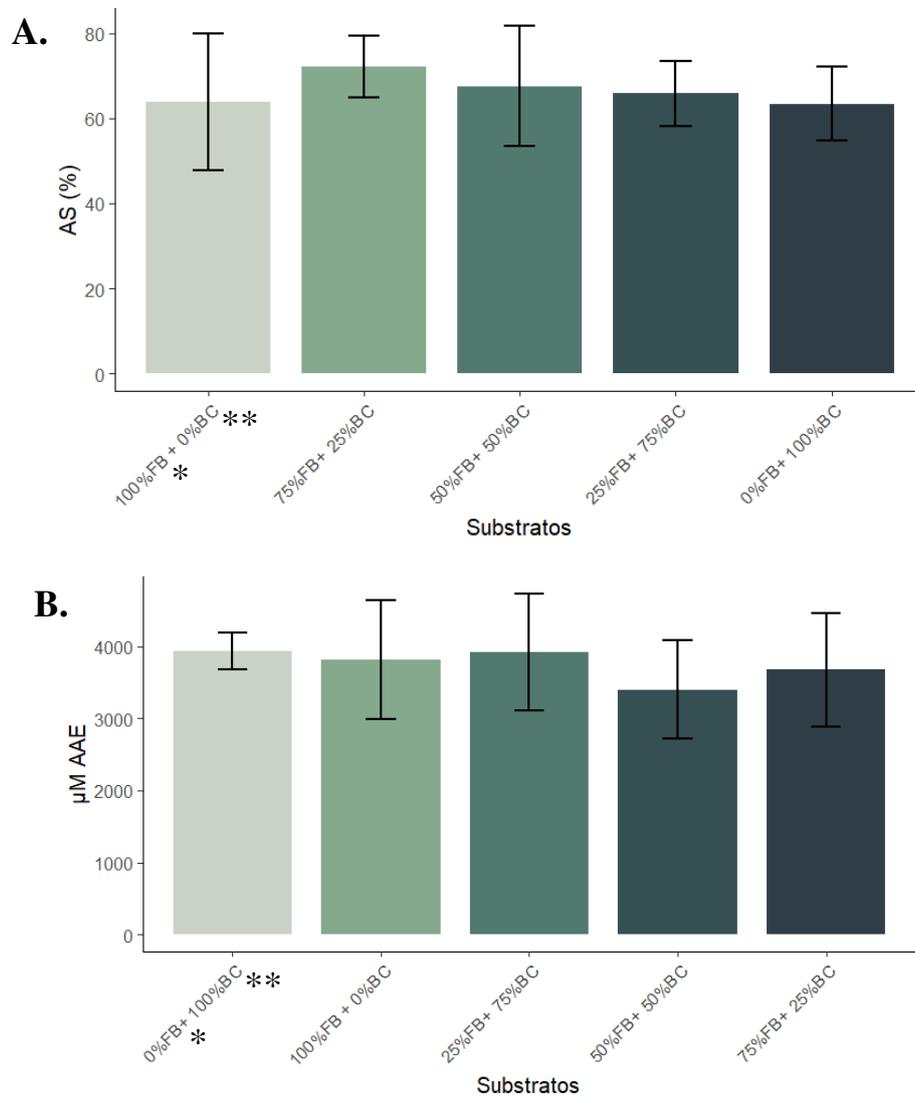


Fonte: Autor (2022). Dados expressos como média \pm desvio padrão. Letras diferentes (a-b) indicam diferenças significativas em $p < 0,05$. *FB: Folha de bananeira. **BC: Bagaço de cana.

Pode-se observar que as diferenças na percentagem de inibição são mínimas e o valor que mais se destaca é o extrato 50%FB, e mesmo o menor valor também apresenta uma percentagem considerável no extrato 25%FB, o que significa que a alteração do substrato não possui diferenças significativas na percentagem de inibição do ensaio ABTS, mas isso não se aplica a concentração $\mu\text{M TE}$, pois existem diferenças entre algumas concentrações do substrato. Como hipótese, esse efeito ocorre por existir um desvio padrão elevado, que é resultado de uma primeira coleta dos cogumelos, com percentuais muito destoantes das demais coletas.

Referente ao ensaio DPPH, a percentagem de inibição dos extratos variou de 52,7% a 65,8% e também não houve diferenças significativas entre os extratos (Figura 7A), bem como não houve diferenças na concentração de $\mu\text{M AAE}$, com valores que variaram de 3401,94 $\mu\text{M AAE}$ (50%FB) à 3932,22 $\mu\text{M AAE}$ (0%FB) (Figura 7B).

Figura 7 A e B: Percentagem de inibição no ensaio DPPH e μM equivalente de ácido ascórbico/mL (μM AAE).

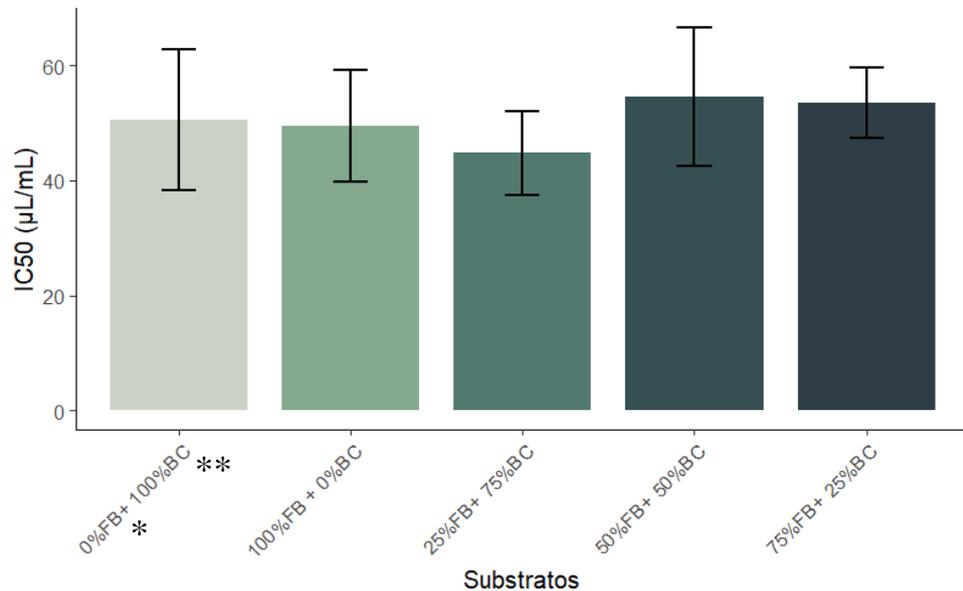


Fonte: Autor (2022). Dados expressos como média \pm desvio padrão. Não houve diferenças significativas em $p < 0,05$. *FB: Folha de bananeira. **BC: Bagaço de cana.

Assim como no ensaio ABTS as diferenças foram mínimas e não foram significativas na porcentagem de inibição, mas diferente do anterior em que houve diferença na quantidade de μM TE, neste não houve diferenças significativas, o que mostra que independente do substrato utilizado a porcentagem de inibição bem como a quantidade de μM AAE é a mesma em todas as diferentes concentrações do substrato, ponto positivo pois possibilita a utilização destes resíduos agrícolas na produção de cogumelos sem ocorrer perdas significativas nas suas propriedades antioxidantes. Os valores de IC50 do DPPH variam de 54,51 à 44,76 (Figura 8) e não há diferenças significativas entre os valores, o que está de acordo com a

literatura (SILVA, 2015) onde os valores variam de 42,2 à 57,3 mg/mL, valores obtidos ao analisar *P. eryngii* e *P. ostreatus*.

Figura 8: Valores de IC50 $\mu\text{g/mL}$ encontrados no ensaio DPPH.

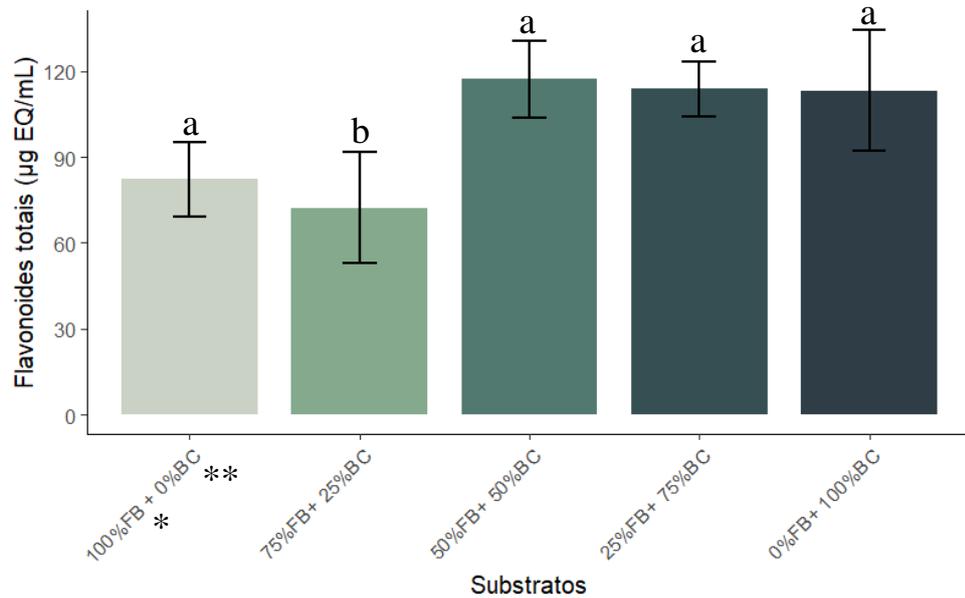


Fonte: Autor (2022). Dados expressos como média \pm desvio padrão. Não houve diferenças significativas em $p < 0,05$. *FB: Folha de bananeira. **BC: Bagaço de cana.

Os flavonóides possuem propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimutagênicas e vêm sendo considerados como componentes indispensáveis para aplicações nutricionais, farmacêuticas, medicinais e cosméticas, além disso, estudos mostram seu envolvimento na redução na taxa de mortalidade cardiovascular e auxílio na prevenção da doença isquêmica coronariana (COIMBRA, 2019). Diante disto, a análise de flavonóides se faz importante para agregar um maior valor terapêutico aos cogumelos, bem como mensurar a influência do substrato no teor destes compostos.

A concentração de flavonóides totais é expressa em μg equivalentes de quercetina/mL ($\mu\text{g EQ}$). O extrato 50%FB é o que apresenta maior concentração de $\mu\text{g EQ}$ com valor de 117,24 $\mu\text{g/mL}$ enquanto o menor valor é o extrato 75%FB com valor de 72,24 $\mu\text{g/mL}$ (Figura 9). A maioria dos dados não apresentam diferenças entre si, mas o extrato 75%FB apresenta diferença significativa entre o extrato 50%FB e 25%FB, todos os outros não possuem diferenças significativas.

Figura 9: Concentração de μg de equivalentes de quercetina/mL ($\mu\text{g EQ}$).



Fonte: Autor (2022). Dados expressos como média \pm desvio padrão. Letras diferentes (a-b) indicam diferenças significativas em $p < 0,05$. *FB: Folha de bananeira. **BC: Bagaço de cana.

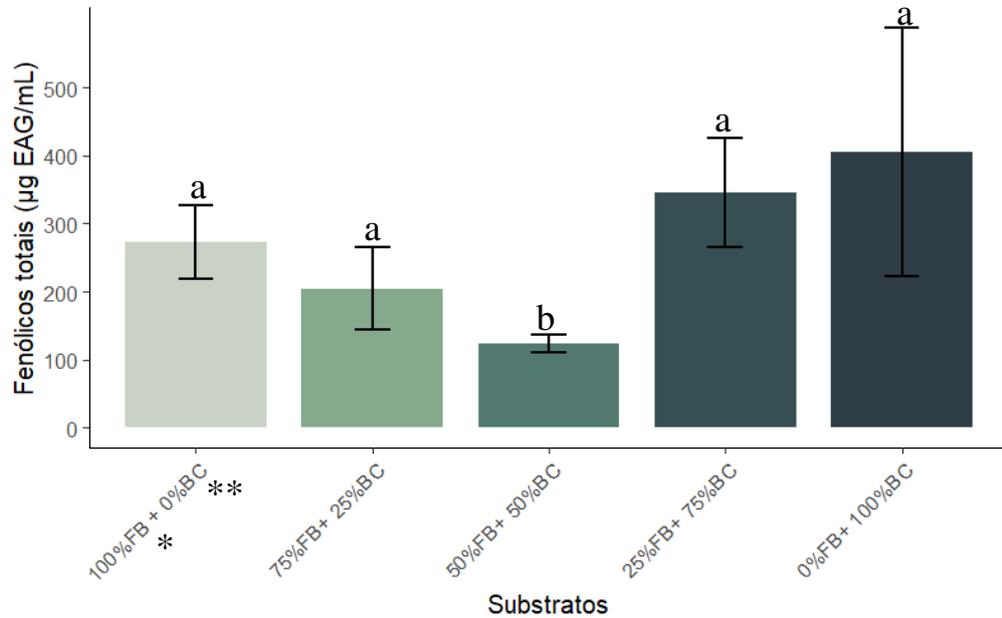
Apesar deste método de determinação de flavonóides não avaliar diretamente a capacidade antioxidante, ele possibilita a quantificação deste grupo específico de compostos fenólicos (SILVA, 2015). Os flavonóides não são encontrados em quantidades relevantes em cogumelos, seu conteúdo em cogumelos varia de 0,0 mg EQ até 4,76 mg EQ/mL (SILVA, 2015). Apesar disto, na concentração de flavonóides houve poucas diferenças significativas, o que reafirma que a diferença nos substratos não promove tantas mudanças nas propriedades antioxidantes dos cogumelos.

Os compostos fenólicos possuem elevada função antioxidante que promovem uma variedade de benefícios no corpo humano, como a diminuição no risco de doenças cardiovasculares, bem como do estresse oxidativo que está relacionado com diversas doenças crônico-degenerativas (ROCHA, 2011).

A concentração de fenólicos totais é expressa em μg equivalentes de ácido gálico/mL ($\mu\text{g EAG}$). O extrato 0%FB é o que apresenta maior concentração de $\mu\text{g EAG}$ com valor de 404,94 $\mu\text{g/mL}$ enquanto o menor valor foi o extrato 50%FB com valor de 123,65 $\mu\text{g/mL}$ (Figura 10). Dentre estes valores, o extrato 0%FB apresenta diferença significativa entre o extrato 50%. Esta diferença pode ocorrer devido aos compostos que estão presentes nos extratos, onde a menor concentração de FB e maior concentração de BC podem interagir melhor com este teste em específico, por este motivo são realizados diferentes ensaios

antioxidantes, pois um antioxidante pode apresentar alta atividade em um teste, mas em outros não (RONCERO-RAMOS *et al.*, 2017).

Figura 10: Concentração de μg de equivalentes de ácido gálico/mL (μg EAG).



Fonte: Autor (2022). Dados expressos como média \pm desvio padrão. Letras diferentes (a-b) indicam diferenças significativas em $p < 0,05$. *FB: Folha de bananeira. **BC: Bagaço de cana.

Pode-se observar que o teor de fenólicos totais é maior que o teor de flavonóides, o que está de acordo com a literatura onde os compostos fenólicos são os principais compostos antioxidantes que estão presentes no *Pleurotus djamor* (SÁNCHEZ, 2017). Em estudo realizado por Sánchez (2017) é possível observar que em todos os cogumelos estudados foram encontrados compostos fenólicos que normalmente contêm polifenóis nas concentrações de 6,25 e 3,62 mg/mL (SÁNCHEZ, 2017).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A percentagem de inibição mostrou valores consideráveis ao longo dos testes, bem como o teor AAE. Nos demais testes houve diferenças significativas principalmente no valor de TE com algumas variações. No que diz respeito aos teores de compostos fenólicos e de flavonóides, estes estiveram de acordo com a literatura prévia.

Considerando principalmente a concentração de equivalentes de compostos bioativos, a melhor proporção de substrato seria a de 0% FB, e além disso apresenta os resultados mais estáveis nos demais testes. Diante destes dados, o cogumelo *Pleurotus djamor* possui grande potencial antioxidante *in vitro* que podem potencialmente possuir efeito igual ou próximo *in vivo*. Como era esperado, a utilização de resíduos agrícolas no cultivo de cogumelos mostrou-se como um excelente método para fornecer destino a material lignocelulósico, possibilitou a produção de cogumelos com propriedades bioativos em quantidades de acordo com a literatura. Conclui-se que as diferentes proporções utilizadas nos substratos resultaram em pequenas variações não significativas quando se trata da percentagem de inibição.

REFERÊNCIAS

- ACHARYA, K.; KHATUA, S.; RAY, S. Quality assessment and antioxidant study of *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 7, n. 6, p. 105-110, 2017.
- ALEXANDRINO, A. M. *et al.* Aproveitamento do resíduo de laranja para a produção de enzimas lignocelulolíticas por *Pleurotus ostreatus* (Jack: Fr). **Food Science and Technology**, v. 27, n. 2, p. 364-368, 2007.
- BELLETTINI, M. B. *et al.* Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp. **Saudi Journal of Biological Sciences**, n. 26, p. 633–646, 2019.
- BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Rev Nutr**, v. 12, n. 2, p. 123-30, 1999.
- BONATTI, M. *et al.* Estudo da composição de cogumelos das espécies *Pleurotus ostreatus* e *Pleurotus sajor-caju* cultivados em palha de bananeira. **Health Environ J**, v. 4, p. 31-35, 2003.
- COIMBRA, E. Q. **Compostos fenólicos totais, flavonoides e atividade antioxidante de extratos metanólicos de *Senna rugosa***. 2019. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biotecnologia) – Universidade Federal de Uberlândia. 2019.
- CRUZ, M. A. *et al.* Análise da viabilidade do uso de resíduos de cana-de-açúcar para produção de aglomerantes sustentáveis. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 26, n. 4, p. 13, 2021.
- DIAS, E. S. Mushroom cultivation in Brazil: challenges and potential for growth. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 795-803, 2010.
- FIGUEIRÓ, G. G.; GRACIOLLI, L. A. Influência da composição química do substrato no cultivo de *Pleurotus florida*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 5, p. 924-930, 2011.
- FLORENTINO, J. T. *et al.* **Pragas e doenças associadas à cultura da bananeira no estado da Paraíba**. 2020. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba. 2020.
- KHAN, M. A. *et al.* An Investigation on the nutritional composition of mushroom (*Pleurotus florida*) Cultivated on Different Substrates. **Bangl J Mushroom**, v. 2, n. 2, p. 17-23, 2008.
- MAHARI, W. A. W. *et al.* A review on valorization of oyster mushroom and waste generated in the mushroom cultivation industry. **Journal of hazardous materials**, v. 400, p. 123156, 2020.
- MAITY, G. N. *et al.* Structural features and antioxidant activity of a new galactoglucan from edible mushroom *Pleurotus djamor*. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 168, p. 743-749, 2021.

- PAZZA, A. C. V. *et al.* Nutritional composition and functional physiological properties of edible mushrooms: *Agaricus brasiliensis* and *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.
- RAMAN, J. *et al.* Mycosynthesis and characterization of silver nanoparticles from *Pleurotus djamor* var. *roseus* and their in vitro cytotoxicity effect on PC3 cells. **Process Biochemistry**, v. 50, n. 1, p. 140-147, 2015.
- 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.
- ROCHA, W. S. *et al.* Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 1215-1221, 2011.
- RONCERO-RAMOS, I. *et al.* Effect of different cooking methods on nutritional value and antioxidant activity of cultivated mushrooms. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 68, n. 3, p. 287-297, 2017.
- RUFINO, M. D. S. M. *et al.* Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS+. p. 4, 2007.
- RUFINO, M. D. S. M. *et al.* Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. p. 4, 2007.
- SAHA, Ajay Krishna; ACHARYA, Sandeep; ROY, Aparajita. Antioxidant level of wild edible mushroom: *Pleurotus djamor* (Fr.) Boedijn. **Journal of Agricultural Technology**, v. 8, n. 4, p. 1343-1351, 2012.
- SALES-CAMPOS, C.; ANDRADE, M. C. N. Aproveitamento de resíduos madeireiros para o cultivo do cogumelo comestível *Lentinus strigosus* de ocorrência na Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 41, p. 1-8, 2011.
- SÁNCHEZ, C. Reactive oxygen species and antioxidant properties from mushrooms. **Synthetic and systems biotechnology**, v. 2, n. 1, p. 13-22, 2017.
- SANTOS, G. S.; CARVALHO, C. M. A Systematic Review on Bioactivity of Brazilian Mushrooms (*Agaricomycetes*). **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 23, n. 11, p. 27-36, 2021.
- 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.

SIES, H.; STAHL, W. Vitamins E and C, beta-carotene, and other carotenoids as antioxidants. **The American journal of clinical nutrition**, v. 62, n. 6, p. 1315S-1321S, 1995.

SILVA, N. G. **Estudo da capacidade antioxidante de cogumelos comestíveis**. 2015. Tese de Doutorado.

SURVESWARAN, S. *et al.* Systematic evaluation of natural phenolic antioxidants from 133 Indian medicinal plants. **Food chemistry**, v. 102, n. 3, p. 938-953, 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.

THAKUR, M. P. Advances in mushroom production: key to food, nutritional and employment security: A review. **Indian Phytopathology**, v. 73, p. 377-395, 2020.

VASCONCELOS, M. R. B. **Distribuição espacial da produção agrícola na Paraíba: uma análise para a produção de abacaxi, banana e cana de açúcar no período de 2003–2016**. 2018. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Economia) – Universidade Federal da Paraíba. 2018.

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. 2, n. 11, p. 1-10, 2020.

ZIĘBA, P. *et al.* Supplementation with Magnesium Salts—A Strategy to Increase Nutraceutical Value of *Pleurotus djamor* Fruiting Bodies. **Molecules**, v. 26, n. 11, p. 3273, 2021.