

# COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E PROPRIEDADES FUNCIONAIS FISIOLÓGICAS DE COGUMELOS COMESTÍVEIS: *AGARICUS BRASILIENSIS* E *PLEUROTUS OSTREATUS*

## NUTRITIONS COMPOSITION AND FUNCIONAL PHYSIOLOGICAL PROPERTIES OF EDIBLES MUSHROOMS: *AGARICUS BRASILIENSIS* AND *PLEUROTUS OSTREATUS*

Aline Carina Vieira Pazza<sup>1</sup>, Cinthia Zardo<sup>2</sup>, Rafaela Camila Martins Klein<sup>3</sup>, Tamira Michele Schuhli Da Cas<sup>2</sup>, Daniela Miotto Bernardi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduada em Ciências Biológicas e acadêmica de Nutrição do Centro Universitário Assis Gurgacz.

<sup>2</sup> Graduada em Educação Física e acadêmica de Nutrição do Centro Universitário Assis Gurgacz.

<sup>3</sup> Acadêmica de Nutrição do Centro Universitário Assis Gurgacz, <sup>4</sup> Nutricionista. Doutora em Alimentos e Nutrição Professora do curso de Nutrição do Centro Universitário Assis Gurgacz

\* Autor correspondente: [cinthiazardo@outlook.com](mailto:cinthiazardo@outlook.com), <https://orcid.org/0000-0001-9517-5054>

### RESUMO

**Introdução:** A população mundial encontra-se em busca por um estilo de vida saudável e com isso a procura por alimentos que ofereçam benefícios à saúde, além das suas funções nutricionais básicas. Os cogumelos pertencem ao reino *Fungi* e algumas espécies são utilizadas na gastronomia, dentre eles o *Agaricus brasiliensis* e o *Pleurotus ostreatus* que fazem parte dos mais consumidos no Brasil e possuem valores nutricionais e funcionais fisiológicos. **Objetivo:** Consiste em uma revisão da literatura, compilando informações para estimular o consumo. **Metodologia:** Utilizou-se 55 artigos da base de dados do Pub Med, Scielo, Google Acadêmico, Ebesco e 2 livros. **Conclusão:** Os cogumelos trazem benefícios nutricionais, terapêuticos e funcionais, dos quais destacam-se: atividade antimicrobiana, efeito antioxidante, potencial anticarcinogênico, efeito imunomodulador e efeito hipolipidemiante, apresentando alto teor de micronutrientes como potássio e fósforo, os macronutrientes como carboidratos e proteínas, bem como as fontes antioxidantes.

**Palavras-chave:** *Agaricus brasiliensis*, *Pleurotus ostreatus*, alimento funcional, antioxidante.

### ABSTRACT

**Introduction:** World population are looking for a healthier lifestyle and with that the research for foods that have benefits for human health, besides the nutritional ones. Mushrooms belong to funghi kingdom and some species are used in gastronomy, among them are *Agaricus brasiliensis* and *Pleurotus ostreatus* that are two of the most consumed in Brazil and have nutritional and funcional properties. **Objective:** consists of a literature review, compiling information to stimulate consumption. **Methodology:** were used 55 articles from Pub Med, Scielo, Academic Google, Ebesco and two books. **Conclusion:** the mushrooms have nutritional, therapeutic and funcional benefits, among them: antimicrobial activity, antioxidant effect, anticancer potential, immunomodulating effect and hipolipidemiante effect, it has high values of micronutrients like potassium and phosphor and macronutrients like carbohydrate and protein, besides the antioxidants nutrients.

**Palavras chaves:** *Agaricus brasiliensis*, *Pleurotus ostreatus*, funcional food, antioxidante.

Recebido: 24/06/2019  
Revisado: 13/07/2019  
Aceito: 15/09/2019

## 1. INTRODUÇÃO

Os fungos são seres uni ou multicelulares, eucariotos e heterótrofos, ou seja, se alimentam de matéria viva ou morta e crescem no interior do alimento que irão consumir, desempenham um importante papel ecológico de decomposição do meio ambiente. Devido as suas peculiaridades possuem um reino específico, o *Fungi* (MARGULIS e SCHWARTZ, 2001; SANO et al., 2004).

Os cogumelos fazem parte desse reino, pertencentes às classes dos *Ascomycetes* e *Basidiomycetes*. Eles constituem um grupo de seres vivos com grande diversidade de formas, cores e tamanhos, seu corpo de frutificação pode apresentar duas formações acima do solo (epígeos) e abaixo do solo (hipógeos), como as trufas. Algumas espécies são comestíveis, porém outras espécies apresentam efeitos tóxicos e alucinógenos (CHANG e MSHIGENI, 2013; SANO, et al., 2004).

Sabe-se que o consumo de cogumelo é milenar para fins medicinais. Os egípcios consideravam-no um alimento, no qual somente os nobres eram dignos e os romanos acreditavam ser como comida dos Deuses, isso graças ao alto valor nutricional e aroma agradável caracterizado (EL ENSHASY, et al. 2013).

Atualmente, considera-se que as espécies comestíveis apresentam um elevado teor proteico, bem como uma ampla fonte de vitaminas (vitaminas B1 e C, riboflavina, biotina e niacina, algumas espécies possuem a capacidade de produzir vitamina D quando exposta ao sol), minerais e fibras (SOCCOL, et al., 2016).

Segundo Sano et al. (2004), os cogumelos comestíveis são cultivados em estufas, dos quais utilizam-se vários tipos de substratos agrícolas e industriais. O cultivo é feito com o micélio pré-cultivado do cogumelo (isento de quaisquer contaminantes) ou com a semente, o qual é inoculado o micélio ou semente em um substrato esterilizado, feito isso, é deixado em incubação por um período de 7 a 8 dias, sem agitar. O ambiente deve ser higienizado, arejado, com temperatura (22 a 25°), luz ideal e umidade de 70% (DA SILVA e NEUZA, 2011).

No Brasil, em razão à falta de conhecimento, de tradição e o elevado valor de mercado, o consumo em média é de apenas 200 gramas per capita por ano, o que é considerado baixo quando comparado aos países asiáticos que consomem 4 quilogramas anualmente. Os cogumelos comestíveis mais consumidos são o *Agaricus bisporus* (champignon de Paris), *Pleurotus ostreatus* (cogumelo ostra ou shimeji), *Agaricus brasiliensis* (cogumelo do sol, anteriormente conhecido pelo nome científico *Agaricus blazei*) e *Lentinula edodes* (shiitake) (CHIAVEGATTI et al, 2018; LARGETEAU et al., 2011).

Este estudo consiste em uma revisão da literatura dos cogumelos *Agaricus brasiliensis* e *Pleurotus ostreatus*, buscando compilar o maior número de informações, com objetivo de promover o conhecimento sobre as propriedades nutricionais e funcionais fisiológicas.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo trata-se de uma revisão bibliográfica integrativa da literatura científica, a fim de analisar as propriedades presentes nos cogumelos *Pleurotus ostreatus* e *Agaricus brasiliensis*. A pesquisa foi ordenada em inglês e português utilizando como base de dados online nos sites como: Pub Med, Scielo, Google Acadêmico, Ebesco, utilizando como palavra-chave as seguintes palavras: “cultivo de cogumelos comestíveis”, “história dos cogumelos comestíveis”, “mushrooms immune system”, “shimeji”, “*Agaricus brasiliensis / blazei*”, “composição

nutricional do *Agaricus brasiliensis / blazei*”, “*nutricional composition Pleurotus ostreatus*”, “*compostos bioativos do Agaricus brasiliensis / blazei*”, “*efeito antioxidante do Agaricus brasiliensis / blazei*”, “*atividade antimicrobiana do Agaricus brasiliensis / blazei*”, “*imunidade Agaricus brasiliensis / blazei*”, “*câncer Agaricus brasiliensis / blazei*”, “*microbiota Agaricus brasiliensis / blazei*”, “*bioactive compounds Pleurotus ostreatus*”, “*anticancer Pleurotus ostreatus*”, “*antimicrobial activity of Pleurotus ostreatus*”, “*oxidative stress Pleurotus ostreatus*”, “*antioxidante effect Agaricus brasiliensis*”, “*mushroom obesity*”, “*cholesterol mushroom*”, “*mushrooms immune system*”.

Feito isso, também se realizou pesquisas reversas no Google Acadêmico dos artigos contidos nas referências dos artigos citados acima, a fim de ampliar o universo da pesquisa.

Foram encontrados um universo de aproximadamente 38478 artigos no idioma inglês e português, dos quais selecionou-se pelos títulos e resumos 145 trabalhos para o banco de dados, posteriormente, observou-se o ano de publicação do artigo, dando prioridade as publicações mais recentes (2002 a 2019), mas também foram utilizadas publicações de pesquisadores influentes no tema de datas anteriores, totalizando 55 artigos e 2 livros para esta pesquisa. Estabeleceu-se relevância no tema através da leitura íntegra da metodologia empregada no estudo, adquirindo um olhar crítico sobre os temas estudados.

Além disso, implementou-se também como fonte de dados o livro Bases Bioquímicas e Fisiológicas da Nutrição, nas diferentes fases da vida, na saúde e na doença e Biotecnologia Aplicada à Agro e Indústria Fundamentos e Aplicações.

### 3. DESENVOLVIMENTO

#### 3.1. COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL

Segundo Helm, Coradin e Kestring (2009), a composição dos cogumelos comestíveis pode variar de acordo com a variedade, substrato utilizado, época e condições de cultivo, da maneira como foi manuseado e colhido, modo de armazenamento e transporte, entre outros.

Sob o mesmo prisma, em seus estudos Helm, Coradin e Kestring (2009), concluíram que os cogumelos, apesar de possuírem elevado valor nutricional, possuem também alto teor de umidade, contribuindo para uma menor quantidade de nutrientes por porção e a porcentagem de valor diário de referência (%VD). Ademais, continuam sendo excelentes opções de alimento, por possuírem baixo teor de gorduras, resultando em baixo valor energético, alto teor proteico e de carboidratos, valor considerável de fibras e minerais como potássio e fósforo.

#### 3.2. COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO *AGARICUS BRASILIENSIS*

A tabela a seguir apresenta os dados de macronutrientes do *Agaricus brasiliensis* propostos por dois autores Oliveira et al. (1999) e Carneiro et al. (2013).

Com a análise do composto seco, observou-se uma diferença entre o carboidrato de 24,64% entre os autores, fator que influenciou também no nível energético total. Os teores de macronutrientes são maiores em Carneiro (2013) e o de micronutrientes em Oliveira et al. (1999), averiguados pelos valores das cinzas. O cogumelo do sol apresenta teor proteico maior que os outros fungos, porém o teor de

fibras é mais baixo e o resultado das cinzas se equivale aos demais (LARGETEAU et al., 2011).

**Tabela 1.** Composição centesimal (em 100 gramas de base seca) do *Agaricus bisporus*.

Composto	Oliveira et al. (1999)	Carneiro et al. (2013)	Média	VD*
Energia (kcal)	272,96	379	325,98	2000
Proteínas (g)	30,13	31,29	30,71	100 a 175
Carboidratos (g)	34,78	59,42	47,1	225 a 325
Lipídios (g)	1,48	1,82	1,65	22 a 77
Fibras (g)	14,57	-	14,57	25 a 30
Cinzas (g)	9,37	7,47	8,42	-
Umidade (g)	9,67	-	9,67	-

\* Valores diários para uma dieta de 2000kcal seguindo a distribuição recomendada pela *Dietary Reference Intakes* (DRI) 2002/2005, onde a quantidade da energia proveniente de proteínas deve ser de 20 a 35%, carboidratos 45 a 65% e lipídios 10 a 35%.

\* Valores em média de triplicata.

Braga et al. (1998), relatou que o substrato influencia na composição de nutrientes dessa espécie de cogumelos, principalmente no conteúdo proteico. Também descreveu que quanto mais velho o fungo for, menos teor proteico.

Em estudo realizado por Shibata e Demiate (2003), observaram uma diferença entre os valores nutricionais de cogumelo *Agaricus brasiliensis* de acordo com a linhagem. O tipo AbM apresentou teores de fibras (9,53%) e cinzas (7,66%) superiores a variante Jun-17 (fibras 8,11% e cinzas 7,31%). Relataram também, a análise da composição de acordo com o tamanho, sendo a parte do Píleo de ambos os tamanhos a estrutura mais proteicas (valor médio 52,51%) do basidiocarpo, bem como a Estirpe (valor médio 50,98%) a maior quantidade de carboidrato que o restante. Aqueles com tamanho menores, apresentaram um teor proteico maior, quando comparado com aos maiores.

As recomendações dietéticas de macronutrientes e micronutrientes são feitas de acordo com a *Dietary Reference Intakes* (DRI) 2002/2005, ao observar os valores apresentados na tabela acima observamos o cogumelo *Agaricus brasiliensis* uma ótima fonte de nutrientes, porém para atingir as necessidades nutricionais, deve-se complementar a dieta com outros alimentos.

### 3.3. COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO *PLEUROTUS OSTREATUS*

A tabela a seguir apresenta a composição nutricional do *Pleurotus ostreatus* demonstrada por três estudos, Prado, Furlani e Godoy (2007), Helm, Coradin e Kestring (2009), e Silva (2013) e a média dos valores.

De acordo com a Tabela 2, nota-se que há uma variação significativa dos macronutrientes entre os estudos, destacando-se o carboidrato, para Helm, Coradin

e Kestring (2009) e Prado, Furlani e Godoy (2007), que obtiveram uma composição de 28,57g e 65,82g respectivamente, com uma diferença de 130% entre eles. Para a composição de lipídeos Helm, Coradin e Kestring (2009), obtiveram apenas 1,32g e SILVA (2013) obteve 9,4g, ou seja, uma diferença de 612%. Essas diferenças contribuíram significativamente no valor energético do cogumelo estudado.

**Tabela 2.** Composição centesimal (em 100 gramas de base seca) do *Pleurotus ostreatus*.

Composto	Prado, Furlani e Godoy (2007)	Helm, Coradin e Kestring (2009)	Silva (2013)	Média*	VD*
Energia (kcal)	390,86	276,2	385	350,69	2000
Proteínas (g)	22,22	37,51	20,3	26,68	100 a 175
Carboidratos (g)	65,82	28,57	54,8	49,73	225 a 325
Lipídios (g)	4,3	1,32	9,4	5,01	22 a 77
Fibras (g)	39,62	21,49	56,3	39,14	25 a 30
Cinzas (g)	7,65	11,11	6,8	8,52	-

\* Valores diários para uma dieta de 2000kcal seguindo a distribuição recomendada pela DRI 2002/2005, onde a quantidade da energia proveniente de proteínas deve ser de 20 a 35%, carboidratos 45 a 65% e lipídios 10 a 35%.

\*\* Valores em média de triplicata.

De acordo com a Tabela 2, nota-se que há uma variação significativa dos macronutrientes entre os estudos, destacando-se o carboidrato, para Helm, Coradin e Kestring (2009) e Prado, Furlani e Godoy (2007), que obtiveram uma composição de 28,57g e 65,82g respectivamente, com uma diferença de 130% entre eles. Para a composição de lipídeos Helm, Coradin e Kestring (2009), obtiveram apenas 1,32g e SILVA (2013) obteve 9,4g, ou seja, uma diferença de 612%. Essas diferenças contribuíram significativamente no valor energético do cogumelo estudado.

Já na composição de proteínas houve uma variação menor comparando com os demais macronutrientes, sendo que, para Helm, Coradin e Kestring (2009) obtiveram 37,51g e Silva (2013), obteve 20,3g, ou seja, uma diferença de 84,7%.

Os teores de fibras encontrados por Prado, Furlani e Godoy (2007), comparado com Helm, Coradin e Kestring (2009) e Silva (2013) foi de 7,65g, 11,11g e 6,8g respectivamente.

Ao analisar essas três estudos, visto que Prado, Furlani e Godoy (2007) adquiriram suas amostras de *Pleurotus ostreatus* na cidade de Campinas em São Paulo, Helm, Coradin e Kestring (2009) na cidade de Curitiba no Paraná e Silva (2013) na cidade de Mogi das Cruzes - São Paulo. Nota-se que os dados referentes nessa tabela para Helm, Coradin e Kestring (2009) que situa-se no Paraná, observa-se valores mais diferenciados ao comparar Prado, Furlani e Godoy (2007) com Silva (2013), o que comprova a influência da região e clima do cultivo.

O *Pleurotus ostreatus* é uma excelente fonte de macronutrientes, porém para atingir as recomendações nutricionais diárias estabelecidas pelas DRIs se faz necessário a utilização de outros alimentos, a fim de complementar a dieta.

### 3.4. COMPOSIÇÃO DE MICRONUTRIENTES: *AGARICUS BRASILIENSIS*, *PLEUROTUS OSTREATUS*

Os micronutrientes são fatores essenciais no desenvolvimento do organismo, quando em concentrações abaixo do recomendado há um prejuízo no crescimento e na atividade cognitiva, principalmente de crianças.

A tabela abaixo indica os valores de vitaminas e minerais (micronutrientes) presentes em 100g de cogumelo *Pleurotus ostreatus*, relatado pelos autores, Helm, Coradin e Kestring, bem como os valores diários de referência para um homem entre a faixa etária de 31 a 50 anos.

**Tabela 3.** Micronutrientes presentes em 100 gramas de extrato seco dos cogumelos: *Agaricus brasiliensis*, *Pleurotus ostreatus* e valores diários de referências para homem de 31 a 50 anos, segundo DRI.

Mineral	<i>Agaricus brasiliensis</i>	%VD*	<i>Pleurotus ostreatus</i>	%VD*	DRI**
Cu (µg)	760	84,44	450	50,00	900
Fe (mg)	0,93	11,63	2,16	27,00	8
Zn (mg)	1,31	11,91	1,66	15,09	11
Mn (mg)	0,09	3,91	0,29	12,61	2,3
Ca (mg)	4,35	0,44	7,63	0,76	1000
Mg (mg)	6,26	1,57	13,43	3,36	400
K (mg)	243,31	5,18	274,42	5,84	4700
Na (mg)	12,94	0,56	27,58	1,20	2300
P (mg)	91,33	13,05	158,23	22,60	700

\* Valores diários recomendados para uma dieta para homens na faixa etária de 31 à 50 anos de idade

\*\*As DRIs estabelecidas na tabela são para homens na faixa etária do 31 à 50 anos de idade.

O cogumelo *Agaricus brasiliensis* apresenta uma quantia alta de cobre, bem próxima dos valores estabelecidos pela DRI para (900µg). Esse mineral é de extrema importância para o organismo, pois atua em processos biológicos envolvidos na respiração, transporte de ferro, na proteção contra o estresse oxidativo, na formação óssea e de vasos sanguíneos, na coagulação sanguínea e no crescimento celular (COZZOLINO e COMINETTI, 2013).

Além disso, Helm, Coradin e Kestring (2009) relatam que, entre os minerais mais abundantes nos cogumelos estão o fósforo e o potássio. Ao analisar os valores de potássio do *Agaricus brasiliensis* e do *Pleurotus ostreatus*, pode-se confirmar, pois apresentam significativa quantidade como 243,31 mg / 100g e 274,42 mg / 100g, respectivamente. Porém, para atingir as necessidades diárias recomendadas, torna-se necessário a ingestão de outros alimentos fontes, a fim de obter 4700 mg. A baixa concentração desse mineral no organismo afeta a transmissão neuronal, a contração e o tônus muscular (COZZOLINO e COMINETTI, 2013).

O cogumelo *Pleurotus ostreatus* apresentou um alto valor de fósforo, 158,23 mg / 100g, porém ao comparar com o valor indicado 700 mg / dia, também se verificou a necessidade de aumentar a ingestão do cogumelo ou de completar a dieta com outros alimentos fontes. Visto que, esse elemento é de suma importância para o funcionamento do organismo, pois ele está presente nas membranas fosfolipídicas, no tamponamento dos fluídos corporais, na composição estrutural de tecidos ósseos, na transferência de energia, na constituição de coenzimas, na transdução de sinal entre as células e os tecidos e na regulação do metabolismo (COZZOLINO e COMINETTI, 2013).

#### 4. COMPOSTOS BIOATIVOS

Os cogumelos comestíveis possuem várias propriedades nutricionais, funcionais e fisiológicas. Essas propriedades existem por causa dos compostos bioativos, que são responsáveis pela atividade antioxidante e antibiótica, sendo eles: polissacarídeos e glicoproteínas, ergosterol (precursor da vitamina D2), compostos fenólicos, tocoferóis, ácido ascórbico e carotenoides (DA SILVA e NEUZA, 2011).

Esses compostos bioativos fazem desses cogumelos, além de um alimento, uma excelente fonte funcional, destacando-se como possíveis efeitos benéficos, incluindo aumento da imunidade, redução dos níveis sanguíneos de colesterol e lipídeos, redução da pressão sanguínea, atenuação dos níveis sanguíneos de glicose, entre várias outras ações (SOARES, 2007).

As substâncias antioxidantes:  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E),  $\beta$ -caroteno, ascorbato (vitamina C) e os compostos fenólicos, inibem a formação de radicais livres, também chamados de substâncias reativas, sendo relacionado a uma menor incidência de doenças correlacionadas com o estresse oxidativo (DE MORAIS et al., 2009).

Os compostos fenólicos (ácidos fenólicos) possuem propriedades antioxidante, anti-inflamatória, antibacteriana e antimutagênica. Além destas atividades, possuem propriedades pró-inflamatória e atividade modeladora carcinogênica aos compostos fenólicos, pois alguns deles têm capacidade pró-oxidante podendo reduzir, em algumas situações, danos oxidativos no DNA, proteínas e lipídeos celulares (SOUSA, 2008 *apud* TANG, HAMINIUK e VOLPE, 2012).

##### 4.1. *AGARICUS BRASILIENSIS*

A tabela 4 quantifica os compostos bioativos contidos no *Agaricus brasiliensis* de acordo com Carneiro et al. (2013). Os cogumelos apresentam grande concentração de compostos fenólicos, sabe-se que os compostos fenólicos são responsáveis por diminuir os radicais livres  $H^+$  presentes no organismo, diminuindo o efeito nocivo gerado por esse íon. Esses ativos podem agir pelo mecanismo de transferência de hidrogênio ou de elétrons (MIN-YOUNG et al., 2008; DA SILVA e NEUZA, 2011).

O tocoferol também possui o efeito de diminuir a peroxidação lipídica, protegendo as membranas celulares de ataque desses radicais e deixando o corpo menos suscetível a doenças pulmonares, inflamatórias e Alzheimer, por exemplo (COZZOLINO e COMINETTI, 2013). Segundo Carneiro et al. (2013), o tocoferol presente no cogumelo é um composto que, devido ao processamento utilizado, apresenta uma maior facilidade em se oxidar, podendo variar de acordo com o composto analisado como é o caso do pó do cogumelo em relação ao corpo frutífero.

**Tabela 4.** Análise de compostos bioativos do *Agaricus brasiliensis* em 100 gramas de extrato seco.

Composto	Valores µg / 100g
Alfa tocoferol	77,79
Beta Tocoferol	nd
Gama Tocoferol	46,47
Total de tocoferol (Micro/100g)	124,25
Ácido p-Hidroxibenzóico	0,64
Ácido trans-p- cumárico	0,08
Ácido Vanílico	Nd
Ácido Cinâmico	0,05
Total de fenólico e compostos relacionados	0,77

nd: não determinado.

Carjal et al. (2012) ao analisarem o corpo de frutificação desse cogumelo também observaram que o micélio mais velho apresentava um maior teor de ácido oxálico (6,66 µg / mg extrato), ácido alfa-cetoglutarato (6,90 µg / mg extrato), ácido trans-aconítico (1,00 µg / mg extrato), quando comparado com o extratos do corpo de frutificação e do micélio jovem. Porém, o micélio jovem apresentava maior teor de ácido málico (19,5 µg / mg extrato) e ácido benzóico (4,30 µg / mg extrato) quando comparado aos demais. Já o corpo de frutificação não apresentava ácido alfa-cetoglutarato em níveis significantes e tinha os maiores valores de ácido acético (17,8 µg / mg extrato).

Com isso, observa-se que o *Agaricus brasiliensis* fornece um bom teor de compostos fenólicos, porém deve-se atentar para a parte utilizada e o método de preparo, pois esses fatores influenciam diretamente na sua composição bioativa.

#### 4.2. PLEUROTUS OSTREATUS

Um estudo realizado por Koutrotsios et al. (2017) com 16 cepas de *Pleurotus ostreatus* foram examinadas, destas, três são amplamente utilizadas comercialmente, nomeadas no artigo como CS1, CS2 e CS3, onde CS vem do inglês *Commercial Strains* que significa “Cepa Comercial”. Todo o material foi mantido em ágar batata-dextrose (PDA, Disco) e preservadas na Coleção de Culturas Fúngicas do Laboratório Microbiologia Geral e Agrícola (Agropecuária) da Universidade de Atenas, Grécia.

A tabela 5 mostra os compostos fenólicos individuais, ácidos terpênicos e teor fenólico total de 3 linhagens comercialmente utilizados de *Pleurotus ostreatus*. De acordo com a tabela, se verifica que há uma variação dos compostos bioativos na mesma espécie de cogumelos *Pleurotus ostreatus*. O teor fenólico total em corpos frutíferos das três cepas utilizadas comercialmente de *Pleurotus ostreatus* variou de 3,32 a 7,79 mg GAE / 100 g f.w. Entre os ácidos hidroxibenzóicos, o ácido p-OH-benzóico e o ácido p-OH-fenilacético foram os mais abundantes, com concentrações médias de 17,46 e 6,43 respectivamente. Enquanto o 3-4-Di OH-ácido fenilacético,

ácido cinâmico e o tirosol foram encontrados em uma cepa de *Pleurotus ostreatus* sendo 2,15, 0,89 e 0,11 respectivamente. O resveratrol foi detectado em todas as cepas em concentrações que variaram de 1,36 a 2,82 µg / 100 g f.w. A cepa CS1 continha as maiores quantidades Ácido-*p*-OH-benzóico, ácido-*p*-OH-fenilacético, ácido siríngico, ácido vanílico, ácido cafeico e teor fenólico total.

**Tabela 5.** Compostos fenólicos individuais, ácidos terpênicos e teor fenólico total de 3 linhagens comercialmente utilizados de *Pleurotus ostreatus*.

Ácidos fenólicos (µg / 100 g f.w)				
COMPOSTO	CS1	CS2	CS3	MÉDIA
Ácido- <i>p</i> -OH-benzóico	27,66	7,26	Nd	17,46
Ácido- <i>p</i> -OH-fenilacético	11,26	6,92	1,11	6,43
3-4-Di OH-ácido fenilacético	nd	2,15	Nd	2,15
Ácido protocatecuico	nd	nd	Nd	nd
Ácido siríngico	0,89	0,19	0,2	0,43
Ácido vanílico	0,3	0,2	0,06	0,19
Ácido cafeico	0,32	0,28	0,08	0,23
Ácido cinâmico	nd	0,89	Nd	0,89
Ácidos ferúlicos	nd	0,07	0,13	0,10
Fenólicos (µg / 100 g f.w)				
COMPOSTO	CS1	CS2	CS3	MÉDIA
Tirosol	nd	0,11	Nd	0,11
Vanilina	nd	0,23	0,07	0,15
Estilbenos (µg / 100 g f.w)				
COMPOSTO	CS1	CS2	CS3	MÉDIA
Resveratrol	1,39	1,36	2,82	1,86
Terpênico (µg / 100 g f.w)				
COMPOSTO	CS1	CS2	CS3	MÉDIA
Ácido oleanólico	nd	nd	Nd	nd
Ácido ursólico	nd	nd	Nd	nd
Teor fenólico total (mg / GAE* 100g f. w.)	7,79	5,16	3,32	5,42

\*GAE: Ácido Gálico Equivalente

nd: não determinado

CS: Commercial Strains (cepa comercial)

Chowdhury, Kubra e Ahmed (2015) utilizaram o extrato metanólico *Pleurotus ostreatus* isolados. Os compostos fenólicos foram estimados por um ensaio colorimétrico. Os fenóis totais são os principais componentes bioativos encontrados nos extratos de isolados expressos em mg de GAE por grama de corpo frutífero, foi de  $3,20 \pm 0,05$  mg/ml. Não foram identificadas concentrações de flavonoides e uma concentração muito pequena de ácido ascórbico  $0,06 \pm 0,00$  mg / ml.

Um estudo realizado por LAM e OKELLO (2015), quantificaram os compostos bioativos do *Pleurotus ostreatus* e os efeitos do processamento de branqueamento. O composto lovastatina não foi detectada neste estudo. O conteúdo de  $\beta$ -glucano de 23,9% e o conteúdo total de polifenol de 487,12 mg equivalente de ácido gálico / 100 g de matéria seca, foram obtidos em *Pleurotus ostreatus* crua. O branqueamento não afetou significativamente o conteúdo de  $\beta$ -glucana. Os resíduos de cogumelos produzidos a partir de cogumelos branqueados e água de branqueamento continham quantidades significativamente maiores de  $\beta$ -glucano e teor total de polifenóis.

## 5. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Antioxidantes são definidos como um conjunto diversificado de substâncias compostas por vitaminas, minerais, compostos vegetais, pigmentos naturais e enzimas que bloqueiam o efeito dos radicais livres, os quais são danosos para as células do corpo humano, deixando-o propenso a doenças como aterosclerose, envelhecimento, doenças neurológicas e imunológicas, entre outros. Podem ser encontrados naturalmente nos alimentos, principalmente nos de origem vegetal como frutas, hortaliças, legumes. Além dos vegetais, também são encontrados nos cogumelos, auxiliando na prevenção e tratamento das consequências causadas pelos radicais livres (DAVY, 2009).

Segue abaixo a relação da atividade antioxidante do *Agaricus brasiliensis* e do *Pleurotus ostreatus*.

### 5.1. AGARICUS BRASILIENSIS

A tabela abaixo apresenta o efeito antioxidante presente no cogumelo *Agaricus brasiliensis*, mostrando ter ótimos efeitos na redução de radicais livres.

**Tabela 6.** Análise da atividade antioxidante do extrato seco do *Agaricus brasiliensis*, segundo Carneiro et al. 2013.

Atividade	Valor segundo o ensaio realizado
Poder redutor	Folin-Ciocalteu(mg GAE/g extrato) 31,98 Ferricianeto/Azul Prussiano (EC <sub>50</sub> , mg/ml) 2,23 FRAP (EC <sub>50</sub> , mg/ml) 11,15
Atividade de eliminação de radicais	ABST ( EC <sub>50</sub> , m/ml) 5,02 DPPH ( EC <sub>50</sub> , mg/ml) 6,77
Inibição da peroxidação Lipídica	Beta Caroteno inibição branqueamento (EC <sub>50</sub> , mg/ml) 0,30

\*GAE: Ácido Gálico Equivalente

Carneiro et al. (2013) observaram um ótimo poder redutor do *Agaricus brasiliensis* por meio do ensaio Folin-Ciocalteu (31,98 Mg GAE/g extrato), já a atividade de eliminação de radicais pelo método DPPH, apresentou 6,77 EC<sub>50</sub>, mg/ml.

O extrato empregado para análise influencia diretamente nos valores obtidos como relatado por Carjal et al. (2012), ao comparar a análise em extrato aquoso e extrato alcóolico, verificou-se que o extrato alcóolico apresenta um valor maior de poder redutor e capacidade de quelação de íons ferrosos (6,97 mg/ml e 11,41mg/ml, respectivamente). No entanto, o extrato aquoso apresenta maior atividade de eliminação de radicais (DPPH 13,72mg/ml e OH 20,26mg/ml).

O tempo do cogumelo utilizado para análise também influencia diretamente na atividade antioxidante, devido a sua composição os micélios jovem apresentam maior atividade de eliminação de DPPH (CE<sub>50</sub> 1413µg/ml) e maior capacidade de quelação Fe<sup>++</sup> (CE 1,325µg/ml) (CARJAL, 2012).

Da Silva e Neuza (2011), também quantificaram que as substâncias oxidantes sofreram influência do tipo de cogumelo e solvente usado para extração destes compostos.

## 5.2. PLEUROTUS OSTREATUS

Abbasi et al. (2012) identificaram a atividade antioxidante (atividade de eliminação do radical DPPH (AERD) em extrato de *Pleurotus ostreatus*. Revelaram que a atividade antioxidante (% AERD) significativamente elevada (<37%) foi registrada em 1000 mg. Entretanto, atividade significativamente similar também foi observada em 800 mg de porção etanólica. Além disso, a atividade de > 20% foi registrada nas frações de 400 e 600mg de *Pleurotus ostreatus*. Atividade mais pobre (> 10%) em termos de porcentagem foi registrada na fração de 200mg de *Pleurotus ostreatus*. % AERD revelou que à medida que a concentração do extrato aumenta, a atividade também aumenta.

Lam e Okello (2015), quantificaram a atividade antioxidante do cogumelo *Pleurotus ostreatus* e os efeitos do processamento de branqueamento. Atividade antioxidante avaliada por 1,1-difenil-2-picrilhidrazila, capacidade antioxidante equivalente a Trolox e poder antioxidante redutor de ferro em *Pleurotus ostreatus* foram 14,46, 16,51 e 11,21µmol / g, respectivamente. O branqueamento causou uma diminuição significativa no teor de matéria seca, teor de polifenóis e atividades antioxidantes. Os resíduos de cogumelos produzidos a partir de cogumelos branqueados e água de branqueamento continham quantidades significativamente maiores de atividade antioxidante da FRAP, em comparação com cogumelos branqueados.

Chowdhury, Kubra e Ahmed (2015) buscaram identificar a atividade antioxidante do extrato metanólico de *Pleurotus ostreatus* isolado. Explicam que, no ensaio de DPPH, os antioxidantes são capazes de reduzir o radical DPPH estável (púrpura) para a forma não radical DPPH-H (amarelo). As atividades de antioxidantes do DPPH são atribuídas às suas habilidades de doação de hidrogênio. A eficiência antioxidante encontrada pela concentração inibitória em 1,1-Difenil-2-picrilhidrazil (DPPH) foi de 100 ± 1,20 µg/ml que demonstra um valor significativo ao comparar com o antioxidante padrão ácido ascórbico.

## 6. PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO *AGARICUS BRASILIENSIS* e *PLEUROTUS OSTREATUS*

A presença de compostos fenóis e flavonóides nos cogumelos indicam que são fonte biologicamente ativa de compostos com propriedades antioxidantes, anticancerígenas, anti-inflamatórias, imunomoduladoras, as quais serão discutidas adiante, uma vez que apresentam grande importância em nutrição e farmacologia (AO E DEB, 2019).

### 6.1. ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

Nos dias atuais, há um interesse crescente no estudo de novas substâncias farmacológicas e agrícolas, devido ao problema global em relação à resistência antimicrobiana. Os fungos, especificamente os cogumelos, produzem metabólitos secundários em abundância, possuindo várias aplicações, sendo alvo de vários estudos para investigar a aplicação de tais compostos (ROSENBERGER, 2018).

#### 6.1.1. *Agaricus brasiliensis*

Mazzutti (2012) em estudo com o cogumelo do sol com diferentes tipos de extração (supercrítica, soxhlet, hidrodestilação e maceração), testou-se a atividade antibacteriana com as bactérias Gram negativas (*E. coli* e *P. aeruginosa*) e duas bactérias Gram-positivas (*S. aureus* e *B. cereus*) por meio da determinação da concentração mínima inibitória (CMI) e a atividade antifúngica com três espécies de *Candida*: *C. albicans* ATCC 14053, *C. parapsilosis* ATCC 22019 e *C. krusei* ATCC 6258, pelo método de difusão em gel. Como resultado da ação antibacteriana, verificou-se que as bactérias Gram-positivas foram as mais afetadas pelo composto obtido em extração supercrítica a baixa pressão, e apenas os extratos obtidos pelo método extração supercrítica (20 MPa/50 °C e 20 MPa/60 °C) apresentaram uma fraca atividade antifúngica frente a espécie *Candida albicans*.

Lima, Gris e Karnikowski (2016) avaliaram em um estudo *in vitro*, a ação antimicrobiana de extratos aquoso e metanólico com 80% do *Agaricus brasiliensis murrill* sobre *Pseudomonas aeruginosa* multirresistente. Avaliou-se pelo ensaio modificado de inibição do crescimento por microdiluição em caldo, de acordo com o NCCLS (159) e determinou-se a concentração inibitória mínima (CIM). Concluíram que, o extrato metanólico apresentou inibição da atividade bacteriana nas concentrações de 350 mg.ml<sup>-1</sup>, ao passo que o extrato aquoso induziu apenas uma redução do crescimento bacteriano nas concentrações iguais e/ou superior a 300 mg.ml<sup>-1</sup>. No estudo *in vivo* realizado pelos autores acima citado, com camundongos Balb/c submetidos à infecção com a *Pseudomonas aeruginosa* multirresistente e tratados com extratos aquoso e metanólico do cogumelo nas concentração de 50 mg/kg, verificaram um aumento na sobrevida dos animais submetidos a infecção.

Outro estudo proposto por Bernardshaw, Johnson e Hetland (2005), utilizaram o extrato aquoso do cogumelo antes (2h e 24h) de inocular *Streptococcus pneumoniae 6B* em camundongos, fato que aumentou a sobrevida dos animais em 38% até o sexto dia de tratamento e em 25% até o sétimo dia, sendo que o maior período de administração prolongou a vida dos animais por até 10 dias.

Segundo Regis et al. (2012), a administração da infusão do cogumelo do sol em ratos Wistar, propiciaram um menor número de bactérias presentes nas fezes dos animais, quando realizado análise *in vitro* demonstrou-se que o cogumelo possui

potencial antimicrobiano contra diferentes linhagens bacterianas. Porém, não foram detectados efeitos sobre as principais linhagens da microbiota endógena.

Um estudo com camundongos ICRM (machos) realizou 2 tipos de testes para verificar as alterações imunológicas em vacinas subcutâneas composta por ovalbumina (OVA)-100 µl com solução salina a 0,9% contendo 100 µg de OVA - e ova com o adjuvante alumínio - 100 µg OVA em solução salina + 200 µg alumínio (Sigma)-ou ovalbumina com polissacarídeo extraído do *Agaricus brasiliensis* (ABP-AW1) - 100 µg OVA em solução salina + ABP-AW1 (50, 100 e 200 µg) - observou que essa última apresentou um aumento nos linfócitos esplênicos e mobilizou uma maior quantidade de antígenos específicos, melhorando significativamente o humoral e celular, respostas imunes da ovalbumina nos camundongos, sugerindo que o cogumelo pode estimular células do tipo Th1, melhorando a resposta imunológica em relação a vacina (CUI et al., 2013).

No entanto, Lima, Gris e Karnikowski (2016) afirmam que para confirmar os efeitos antimicrobianos do *Agaricus brasiliensis*, se faz necessário mais estudos principalmente *in vivo*, visto que há uma carência sobre esse tema.

### 6.1.2. *Pleurotus ostreatus*

Chowdhury, Kubra e Ahmed (2015) realizaram um estudo para identificar a atividade antimicrobiana do extrato metanólico do *Pleurotus ostreatus*, através de um método de difusão em ágar com pequena modificação. A determinação da atividade antimicrobiana indicou atividade considerável contra todas as bactérias e fungos revelando zona de inibição variando de  $7 \pm 0,2$  a  $20 \pm 0,1$  mm. Os valores mínimos de concentração inibitória dos extratos mostraram que eles também são ativos mesmo em concentrações mínimas variando de 1 mg / ml a 9 mg / ml. *Lentinula edodes* apresentou a melhor atividade antimicrobiana que outros. *Pseudomonas aeruginosa* foi bastante resistente e *Saccharomyces cerevisiae* foi mais sensível que outros isolados microbianos.

Abbasi et al. (2012) identificaram as atividades antimicrobianas, o extrato etanólico de *Pleurotus ostreatus* foi melhor ativo contra *C. albicans* e *A. tumifaciens* formando uma zona de 13 mm em cada caso, seguido por *E. carotovora* formando 12,16 mm de zona. Além disso, para as atividades antimicrobianas, o extrato etanólico de *Pleurotus ostreatus* foi melhor ativo contra *C. albicans* e *A. tumifaciens* formando uma zona de 13 mm em cada caso, seguido por *E. carotovora* formando 12,16 mm de zona. Foram criadas zonas de 12 mm contra três tipos de bactérias, incluindo *P. aeruginosa*, *B. subtilis* e *B. atrophaeus*, 11,33 mm contra *K. pneumoniae* seguidas de 11 mm contra *S. aureus*. *Pleurotus ostreatus* foi menos ativo contra *S. typhi* (6,75 mm) e foi encontrado inativo contra *E. coli*.

Desta maneira, os estudos mostram que o *Pleurotus Ostreatus* possui considerável atividade antimicrobiana contra todas as bactérias e fungos, exceto contra *E. coli*. E continuam ativos mesmo em concentrações mínimas.

## 6.2. EFEITO ANTIOXIDANTE

O estresse oxidativo ocorre quando há um aumento no número de radicais livres presentes no organismo que causam malefícios a saúde, deixando mais propenso a doenças degenerativas como envelhecimento, aterosclerose, processos degenerativos do sistema nervoso central, aterosclerose e alterações imunológicas (ZIMMERMANN e KIRSTEN, 2008; SANDOVAL, 2005).

O quadro clínico de pessoas portadoras de doenças degenerativas pode ser agravado com o estresse oxidativo, por isso a ingestão adequada de alimentos com função antioxidante como o cogumelo, têm um importante papel no tratamento dessas doenças (ZIMMERMANN e KIRSTEN, 2008).

### 6.2.1. *Agaricus brasiliensis*

Hu et al. (2017) analisaram a produção de enzimas antioxidantes em 80 galinhas poedeiras submetidas a dieta de acordo com os seguintes grupos: grupo I alimentado com uma dieta básica e 0,2 ml de solução salina por dia, o grupo II alimentado com uma dieta de base contendo 140 mg / kg de cloreto de cádmio ( $CdCl_2$ ) e 0,2 ml de solução salina por dia, o grupo III alimentado com uma dieta de base contendo 140 mg / kg de  $CdCl_2$  e 0,2 ml de solução polissacarídeos de *Agaricus Brasiliensis* (PAF) - 30 mg / ml - por dia por gavagem oral, e grupo IV alimentado com 0,2 - ml de solução de PAF - 30 mg / ml - por dia através de sonda oral. Observou-se que a ação das enzimas antioxidantes endógenas glutatona peroxidase (GSH-Px) e as superóxido dismutase (SOD) tinham sua atividade reduzida na presença de um estresse prolongado (no caso, exposição ao Cádmio), porém a suplementação do extrato polissacarídeo de *Agaricus brasiliensis* favoreceu a atividade dessas enzimas, diminuindo o dano causado pelo cádmio.

Sob o mesmo prisma, Souza et al. (2015) analisaram as atividades das enzimas catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD), glicose-6-fosfato desidrogenase (G6PDH) glutatona peroxidase (GPx) e glutatona redutase (GR) em cérebros de ratos Holtzman machos, submetidos a um modelo semelhante a artrite, induzido por meio de injeção do adjuvante completo de Freund e tratados com 400mg de extrato de *Agaricus brasiliensis* durante 28 dias, visto que a progressão da doença promove um desequilíbrio das espécies reativas de oxigênio presente nos organismo, constatou-se que o cogumelo é um composto eficaz para preservar as defesas antioxidantes do cérebro de animais com artrite, normalizando a atividade enzimática.

O revestimento celular sofre drástica influência das Espécies Reativas de Oxigênios (EROs), alterando a estrutura e permeabilidade. Porém, além dos antioxidantes presentes no *Agaricus brasiliensis* que evitam esse processo, também se encontram os ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) cerca de 73.58%, os quais atuam na constituição da membrana celular (ZIMMERMANN, KIRSTEN, 2008; CARNEIRO et al., 2013).

Com isso, observa-se que a ingestão do *Agaricus brasiliensis*, propõe uma significativa defesa antioxidante ao organismo de forma exógena e endógena. Pois, a atividade antioxidante exógena ocorre devido aos compostos fenólicos, ácidos orgânicos e PUFA, presentes em sua composição bioativa, além disso estimula a atividade antioxidante de enzimas endógenas do organismo que têm essa função.

### 6.2.2. *Pleurotus ostreatus*

Naguib et al. (2014) aplicaram um estudo com 90 camundongos albinos Swiss machos adultos para avaliar o papel do *Pleurotus ostreatus* na proteção contra a toxicidade hepato-renal induzida por acetaminofeno (APAP), em que a toxicidade de APAP começa com um metabólito reativo que se liga às proteínas levando à disfunção mitocondrial e à fragmentação do DNA nuclear, resultando em morte celular necrótica. Os 90 camundongos foram divididos em três grupos, sendo: dieta normal com grupo controle; dieta normal e APAP; dieta suplementada com 10% *Pleurotus ostreatus*. Por

um período de 10 dias os ratos foram tratados por injeção intraperitoneal 500 mg/kg, 24 horas após a última refeição. Observou-se através de uma avaliação histopatologia que a suplementação com *Pleurotus ostreatus* reduziu significativamente os níveis elevados de alanina aminotransferase induzidos por APAP, aspartato aminotransferase, glutamato desidrogenase, creatinina, nitrogênio uréico, molécula de lesão renal urinária-1 e malondialdeído hepático e renal, enquanto o nível de glutatona hepática e renal e as atividades de glutatona peroxidase e superóxido dismutase aumentaram significativamente. Concluindo que o efeito antioxidante de *Pleurotus ostreatus* se opõe à disfunção mitocondrial e ao estresse oxidativo que acompanham a super dosagem de APAP, com efeitos clinicamente benéficos subsequentes nos tecidos hepáticos e renais.

Thomas, Geraldine e Jayakumar (2014) realizaram um estudo com 18 ratos Wistar machos, para identificar se o tratamento com *Pleurotus ostreatus* pode melhorar o dano oxidativo em ratos idosos, pois sabe-se que o envelhecimento está associado a uma elevação no dano oxidativo às macromoléculas e a níveis aumentados de inflamação. Os ratos foram divididos em três grupos: grupo 1, ratos jovens normais; grupo 2, ratos normais não tratados; grupo 3, ratos normais envelhecidos tratados com *Pleurotus ostreatus*, este foi administrado por acesso intraperitoneal 200 mg/kg de peso corporal durante 21 dias. Ao término foram feitas análises bioquímicas e isoenzimáticas das enzimas antioxidantes glicose 6-fosfato desidrogenase, ascorbato peroxidase e xantina desidrogenase no fígado, rins, coração e cérebro. Observou-se uma elevada atividade de xantina desidrogenase no fígado (G2: 13,72 → G1: 7,57), rins (G2: 101,48 → G1: 31,15), coração (G2: 63,21 → G1: 37,3) e cérebro (G2: 39,02 → G1: 19,84), sendo assim, concluiu-se que o extrato de *Pleurotus ostreatus* pode proteger o dano oxidativo relacionado à idade em importantes órgãos de ratos Wistar, aumentando as enzimas antioxidantes glicose 6-fosfato desidrogenase e ascorbato peroxidase e reduzindo a xantina desidrogenase.

Por conseguinte, através dos estudos apresentados, é possível concluir que o cogumelo *Pleurotus ostreatus* possui importante efeito antioxidante, protegendo os ratos envelhecidos do dano oxidativo, aumentando enzimas antioxidantes, diminuindo os níveis de APAP e consequentemente trazendo benefícios para os tecidos hepáticos e renais.

### 6.3. POTENCIAL ANTICARCINOGENICO

As alterações neoplásicas celulares podem surgir devido a mudanças que ocorrem no organismo, por meio de mutações nos genes de forma espontânea ou induzida, as quais interferem diretamente no ciclo de desenvolvimento normal da célula. Muitos estudos relatam os alimentos como fonte de substâncias capazes de inibir as alterações celulares, entre eles carotenoides, vitamina C, fito estrógenos da soja entre outros (FERRARI E TORRES, 2002).

#### 6.3.1. *Agaricus brasiliensis*

Ribeiro e Moreira (2016) associaram o cogumelo do sol com a dexorubicina (substância utilizada como quimioterápico, porém induz o desenvolvimento de câncer secundário), observaram uma diminuição gradual na frequência de tumores induzidos pela dexorubicina, quanto maior era a concentração de cogumelo menores os índices tumorais.

A infusão do cogumelo também apresentou atividade antineoplásica, por ter uma concentração maior de ativos, comparando seus efeitos ao do chá verde. Além disso, ao confrontar os resultados da infusão com o do pó umedecido, observou que o chá feito do cogumelo tinha uma maior atividade antineoplásica ao comparar com o pó, além de diminuir a demanda metabólica do baço e manter os níveis normais de sangue (BERTÉLI et al., 2014).

Em estudos realizados por Matsushita et al. (2018) as células cancerígenas do pâncreas sofreram uma atenuação significativa de sua proliferação sob o efeito do extrato de *Agaricus brasiliensis*. Testou-se duas concentrações 0,005% e 0,015%, ambas atuaram na inibição, porém a segunda bloqueou quase que completamente a proliferação das células malignas. Também se observou que o fungo induzia a apoptose celular das células cancerosas.

Ao utilizar um micro arranjo de genoma humano completo para analisar o efeito do cogumelo na expressão gênica em células de câncer de pâncreas humano, detectou-se pelo menos uma alteração significativa na expressão gênica parecendo reprimir genes especificamente associados à função do cinetócoro, formação de fusos, manutenção do centrômero e regulação de ciclínas (Matsushita et al., 2018).

O complexo de  $\alpha$ -1,6- e  $\alpha$ -1,4-glucano é um dos componentes relacionados com a atividade antitumoral do *Agaricus brasiliensis*, pois ele estimula a produção dos linfócitos como as células T citotóxicas, podendo ser usado como profilático. Outro composto dessa espécie de cogumelo, a agaratina, também apresenta ação direta contra as células tumorais leucêmicas *in vitro*, não mostrando efeito tóxico para os linfócitos normais (MIZUNO et al., 1998; ENDO et al., 2010).

Com isso, observou-se que o *Agaricus brasiliensis* possui atividade antineoplásica, significativa atenuação na proliferação de células tumorais e estimula a produção de linfócitos como as células T citotóxicas.

### 6.3.2. *Pleurotus ostreatus*

Sarangi et al. (2006), realizaram um estudo *in vitro* para identificar a efeitos imunomoduladores e anticancerígenos em camundongos albinos (Swiss) de 6 a 8 semanas de vida pesando  $18 \pm 2$  g. Os ratos foram alojados em gaiolas de topo abertas e mantidos com comida e água *ad libitum*. Frações de proteoglicanos solúveis em água de micélios de *Pleurotus ostreatus* foram purificadas por precipitação com álcool, permuta iônica e seguidas por cromatografia de permeação em gel (Sephadex G-100). Três frações neutras foram encontradas, as quais tinham razão polissacarídeo / proteína 14.2, 26.4 e 18.3, respectivamente. Estas frações foram injetadas nos camundongos portadores de Sarcoma-180, obteve-se uma diminuição do número de células tumorais e a análise do ciclo celular mostrou que a maioria das células foi detida na fase pré-G<sub>0</sub> / G<sub>1</sub> do ciclo celular. Todas as três proteoglicanos elevaram a citotoxicidade das células *natural killer* (NK) dos camundongos.

Krishnamoorthy e Sankaran (2016) verificaram o efeito de *Pleurotus ostreatus* no estado oxidante / antioxidante em 7,12-dimetilbenz (a) de carcinoma mamário antraceno induzida em ratos Sprague Dawley fêmeas. Foram tratadas oralmente com extrato etanólico de *Pleurotus ostreatus* (150, 300 e 600 mg / kg de peso corporal) durante 16 semanas. Os dados obtidos no estudo indicam que o extrato etanólico de *Pleurotus ostreatus* na dose de 600 mg / kg de peso corporal, possui ótimos efeitos anticancerígenos contra o câncer mamário induzido.

Sharif et al. (2018) realizaram um estudo com quatro cogumelos comerciais: *Pleurotus ostreatus*, *Volvariella volvacea*, *Hericium*, *Lentinus edodes* em sangue

venoso de voluntários humanos saudáveis de ambos os sexos sem histórico de contraceptivos orais ou terapia anticoagulante. Foi utilizado 10mg de extrato de cada cogumelo 1ml de dimetilsulfido (1%), foram identificadas as atividades biológicas, tais como anticancerígeno, antityrosinase, anti- $\alpha$ -glicosidase e atividades antitrombóticas a partir de seus extratos metanol, etanol e água. Os cogumelos demonstram um elevado potencial de inibição enzimática variando de 19,00% a 80,91%, e 32,85% a 83,38% para tirosinase e  $\alpha$ -glicosidase, respectivamente. A melhor inibição da tirosinase foi mostrada por *Pleurotus ostreatus* L. *edodes*, considerando-o  $\alpha$ -glicosidase melhor inibidor. Estes cogumelos foram testados contra linhas de células cancerígenas HT-29 de cólon, incluindo linhas celulares H-1299 de câncer de pulmões.

Através dessas pesquisas, pode-se verificar que o cogumelo *Pleurotus ostreatus*, possui efeitos na inibição da tirosinase nas células cancerígenas HT-s9 de cólon, incluindo celulares H-1299 de câncer de pulmões, diminui as células tumorais e elevam a citotoxicidade das células *natural killer* (NK), demonstrando grande efeito anticancerígeno.

#### 6.4. EFEITO IMUNOMODULADOR

Os seres humanos e outros seres vivos eliminam agentes e moléculas estranhas através do sistema imune, que consiste no conjunto de células, tecidos, órgãos e moléculas capazes de produzir resposta coordenada e específica em confronto à microrganismos infecciosos (SILVA, FERNADEZ E TEVA, 2010). Estudos recentes demonstram que diversos alimentos contêm nutrientes com capacidade de modular o sistema imunológico, através da ativação de macrófagos e linfócitos, estímulo hormonal, inibição de neutrófilos e produção de moléculas vasodilatadoras (PIOVACARI et al., 2008).

##### 6.4.1. *Agaricus brasiliensis*

Segundo Santa (2006) o extrato do micélio do *Agaricus brasiliensis* apresenta um efeito estimulante sobre o sistema imunológico quando incluído na alimentação de animais, aumentando as células B (CD19+) e as células *natural killer* (NK) (CD16:32+), quando em concentrações de 29% e 14,5%. Outra alteração é a produção de TNF- $\alpha$  e redução de células T-helper (CD4+) e de células citotóxicas ativadas (CD8:25+) nos linfonodos axilares. Todavia, quando submetidos a dosagem de 2,9%, foi obtido um aumento na concentração da IL-6 e IFN- $\gamma$ .

Um estudo *in vitro* em esplenócitos estimulados por Concanavalina A (ConA) de 6 camundongos BALB/ c normais realizado por Tang et al. (2009), verificaram diferentes dosagens do extrato de *Agaricus brasiliensis*. Já o estudo *in vivo* realizado pelas mesmas espécies de camundongos, os quais foram tratados individualmente com 0, 3 ou 6 mg / kg / dia de extrato de cogumelo em sua dieta por 0, 4, 9 ou 14 dias e então os baços foram estimulados com ConA por 72 h para exame de proliferação celular. No estudo *in vitro* a atividade fagocítica também foi estudada, utilizando fagócitos das células mononucleares de sangue periférico (PBMcs) e as porcentagens de fagócitos com partículas fluorescentes verdes fagocintetizadas (FITC-E. coli), após o tratamento com o extrato, determinando os efeitos por análise citométrica de fluxo. Observou-se uma alteração na atividade fagocítica de modo significativo após 14 dias em doses 3 e 6 mg / kg / dia. Constatou-se também que o extrato afeta os níveis de IL-4, IL-6 e IFN- $\gamma$  dos esplenócitos *in vitro*, relatando que

aparentemente esses efeitos estão associados às células T e aos macrófagos em camundongos após a exposição ao cogumelo. Como observação final do estudo, verificou-se que os dados apresentados estabeleceram a promoção da atividade de células *natural killer* e a fagocitose, bem como aumentou a liberação de citocinas associadas (IL-6, IFN- $\gamma$ ), mas reduziu os níveis de IL-4.

SHIBATA et al. (2008) testaram em camundongos, via gavagem, duas amostras de cogumelo do sol comercializadas (A – E), apenas uma (A) teve um efeito protetor significativo quando inoculado bactérias, como demonstrado pela redução da bacteremia e aumento da taxa de sobrevivência em 38% ratos em um dia, porém nenhum sobreviveu ao final do experimento, atribuindo o fato de somente uma amostra apresentar efeito positivo devido a muitos produtos de cogumelo do sol comercializados não serem puros.

#### 6.4.2. *Pleurotus ostratus*

As propriedades imunonutricionais do cogumelo *Pleurotus ostratus* possuem potencial na aplicação de imunoterapia durante a recuperação de distúrbios metabólicos associadas à desnutrição (LLAURADÓ et al. 2016).

Bobovčák et al. (2010) utilizaram o suplemento imunomodulador  $\beta$ -glucano feito com extrato insolúvel de *Pleurotus ostreatus* para avaliar as respostas imunológicas induzidas pelo exercício de alta intensidade. O teste duplamente cego foi realizado com 20 atletas de elite, 9 com uso de placebo e 11 com o uso do suplemento de 100mg/dia durante 2 meses. Após avaliação dos exames de sangue do início do estudo e depois de 2 meses, verificou-se que o grupo de atletas que recebeu o suplemento, não tiveram redução de células *Natural killer* (NK) durante o período de recuperação, enquanto o grupo que não recebeu a suplementação teve uma redução de 28% das células NK. Os resultados deste estudo sugerem que a suplementação de  $\beta$ -glucano insolúvel de cogumelos pode impedir a redução induzida pelo exercício na atividade das células *natural killer* intensivamente em atletas de treinamento.

Bergendiova et al. (2011) também em estudo duplo cego controlado por placebo e outro grupo que utilizou um complexo de polissacarídeos biologicamente ativos obtidos a partir do isolamento de *Pleurotus ostreatus* (Imunoglukan®) com suplementação de 200mg/dia do suplemento imunomodulador  $\beta$ -glucano derivado do cogumelo *Pleurotus ostreatus*, a fim de verificarem as respostas imunes celulares selecionadas e incidência de sintomas de infecção do trato respiratório superior em 26 atletas homens e 24 atletas mulheres. No estudo, vários agentes nutricionais diferentes foram testados na sua capacidade de ajudar a restaurar o sistema imunológico fraco e diminuir a incidência de infecção das vias aéreas superiores após o exercício intenso. Como resultado, constataram um aumento de células *natural killer* (NK) circulante nos atletas do grupo *Imunoglukan®* e diminuiu significativamente a incidência de infecção das vias aéreas superiores, além disso melhorou significativamente a fagocitose. Com isso, identificou-se que a suplementação de  $\beta$ -glucano derivado do cogumelo *Pleurotus ostreatus* pode ter a capacidade de atenuar as alterações imunitárias e diminuir os sintomas em treinamento intensivo de atletas.

#### 6.5. EFEITO HIPOLIPIDEMIANTE

Os distúrbios metabólicos resultam em alterações no metabolismo lipídico, onde as concentrações séricas das lipoproteínas são alteradas, caracterizando as

dislipidemias. Considera-se tais alterações um fator de risco alto para o desenvolvimento da aterosclerose, condição responsável pelo aumento das patologias cardiovasculares e a maioria das mortes relacionadas. Dessa forma, para que haja a prevenção das doenças cardíacas e mortalidades relacionadas, é fundamental que as concentrações séricas das lipoproteínas sejam controladas (FERREIRA, 2010).

#### 6.5.1. *Agaricus brasiliensis*

O estudo realizado por De Miranda et al. (2014) analisou o efeito do cogumelo *Agaricus brasiliensis* no perfil lipídico de 32 ratos *Fisher* fêmeas. Os ratos foram divididos em 4 grupos de 8 animais cada. O primeiro grupo recebeu a dieta padrão AIN-93 M (grupo controle), o segundo grupo recebeu dieta modificada hipercolesterolêmica com 25% de óleo de soja e 1% de colesterol, o terceiro recebeu a dieta AIN-93 M + 1% de *Agaricus brasiliensis* e o quarto grupo foi alimentado com dieta modificada hipercolesterolêmica + 1% de *Agaricus brasiliensis*, todos os grupos alimentados por período de 6 semanas. Os animais tratados com dieta hipercolesterolêmica obtiveram aumento no colesterol sérico total e diminuição do HDL. Já a dieta hipercolesterolêmica + 1% *Agaricus brasiliensis* foi capaz de reduzir o colesterol total, comparado ao grupo hipercolesterolêmico, mostrando resultados similares ao grupo controle e grupo com dieta padrão + 1% *Agaricus brasiliensis*.

Outro estudo analisou a capacidade hipolipidemiante do cogumelo do sol. Foi dividido em 4 grupos de 6 animais cada: o grupo controle recebeu dieta padrão; o segundo grupo recebeu dieta hipercolesterolêmica; o terceiro grupo recebeu dieta hipercolesterolêmica mais sinvastatina (em forma de tablete macerado); o quarto grupo recebeu dieta hipercolesterolêmica mais *Agaricus brasiliensis*. O grupo controle recebeu a dieta padrão e os demais grupos receberam dieta hipercolesterolêmica por 2 semanas, após esse período cada grupo recebeu a dieta designada por 6 semanas. Foi analisado o colesterol total, HDL e LDL. No grupo hipercolesterolêmico houve aumento do colesterol total e LDL e diminuição do HDL, já no grupo com sinvastatina e *Agaricus brasiliensis* valores de colesterol total e LDL foram reduzidos e HDL foram elevados. O estudo também mostrou que tanto o *Agaricus brasiliensis* quanto a sinvastatina alteraram a expressão dos níveis de mRNA das proteínas relacionadas com o metabolismo do colesterol (DE MIRANDA, 2017).

Portanto, os dois estudos presentes demonstram que o cogumelo *Agaricus brasiliensis* possui efeito, semelhante ao medicamento Sinvastatina, de redução do colesterol total e LDL, além disso propicia o aumento do HDL.

#### 6.5.2. *Pleurotus ostreatus*

Schneider (2011) realizou o primeiro estudo avaliando o efeito do *Pleurotus ostreatus* sobre o perfil lipídico de humanos. O estudo foi executado com 20 indivíduos, maiores de 18 anos e com hiperlipidemia, sendo que nenhum aspecto nutricional ou prática de atividade física foi alterado durante o período de intervenção, apenas adicionada a sopa de cogumelo ostra e sopa de tomate, usada como placebo. A sopa de cogumelo foi feita com 30 gramas de cogumelos secos e congelados, equivalente a 300 gramas de cogumelos frescos por porção (33 kcal por dia ou 1,65% do consumo calórico diário). Os participantes foram randomizados, sendo que 10 indivíduos foram instruídos a consumir 600ml da sopa de cogumelo por dia, por 21

dias e os outros 10 indivíduos consumiram 600 ml de sopa de tomate, produzida com a mesma quantidade de fibras e valores nutricionais da sopa com cogumelos.

Extratos lipofílicos do *Pleurotus ostreatus* foram analisados por ORAC (Capacidade de Absorção de Radical de Oxigênio), encontrando altas quantidades de ácido linoleico, ácido oleico, lumisterol e dehidroergosterol, confirmando sua alta capacidade antioxidante. Em relação ao perfil lipídico, a dieta com a sopa de cogumelo diminuiu significativamente os níveis de triglicerídeos séricos durante toda a intervenção ( $p=0,015$ ), enquanto que a sopa de tomate aumentou o nível sérico de triglicerídeos durante o tratamento ( $p=0,011$ ). Os níveis de colesterol sérico diminuíram levemente durante a intervenção com cogumelo ( $p=0,059$ ), sendo que não houve mudanças significativas na dieta placebo. Os níveis de LDL e HDL não foram significativamente alterados em ambos os grupos. Os níveis de oxidação do LDL reduziram na dieta com *Pleurotus ostreatus* ( $p=0,013$ ), enquanto que na dieta placebo não houve redução.

Um estudo com ratos, comparou três tipos de dietas: uma dieta padrão (ratos normocolesterolemicos), uma dieta padrão com 1% de colesterol (ratos hipercolesterolemicos) e uma dieta padrão com 1% de colesterol mais 5% de pó de *Pleurotus ostreatus*, em um período de 42 dias. Analisou o perfil lipídico plasmático (colesterol total, triglicerídeo, HDL, LDL, VLDL, lipídio total e fosfolipídio) dos três grupos, sendo que o grupo dos ratos hipercolesterolemicos aumentou o perfil lipídico em 17,09; 36,68; 12,23; 22,35; 19,01; 19,82 e 16,14%, respectivamente, comparado ao grupo dos ratos normocolesterolemicos, enquanto que no grupo hipercolesterolemico + 5% de *Pleurotus ostreatus* houve redução significativa de 30,18; 52,75; 19,9; 59,62; 27,08; 34,15 e 23,89%, respectivamente, comparado com o grupo apenas hipercolesterolemico. O presente resultado conclui que o cogumelo melhorou significativamente o perfil lipídico sérico de ratos experimentais induzidos a hipercolesterolemia (ALAM, 2011).

Ademais, o estudo de Dos Santos (2013), feito com 40 ratos Wistar, divididos em 4 grupos (10 cada grupo): um grupo alimentado com dieta padrão sem nenhuma modificação (grupo controle), um com dieta modificada hiperlipídica, um com dieta modificada hiperlipídica + sinvastatina (10,36 mg/kg) e um grupo com dieta modificada hiperlipídica + *Pleurotus ostreatus* (biomassa de 10%), alimentados por 14 semanas. Foi usado o método de colorimetria enzimática para determinar os níveis de lipídios séricos. Nos ratos alimentados com dieta hiperlipídica houve um aumento do colesterol plasmático e LDL, o HDL e triglicerídeos não foram alterados comparado com o grupo controle. Já os ratos com dieta hiperlipídica + *Pleurotus ostreatus* mostraram redução de triglicerídeos e LDL, resultado semelhante aos alimentados com dieta hiperlipídica + sinvastatina, mostrando que o cogumelo pode complementar o uso dos medicamentos para tratamento de hiperlipidemias.

Dessa forma é possível verificar através dos estudos citados que o cogumelo *Pleurotus ostreatus*, em dietas hiperlipídicas, possui efeito na redução do triglicerídeo sérico e oxidação do LDL. Porém não houve mudanças significativas no HDL.

## 7. CONCLUSÃO

Os cogumelos comestíveis selecionados, *Pleurotus ostreatus* e *Agaricus brasiliensis*, traz uma série de benefícios tanto do ponto de vista nutricional como terapêuticos e funcional, dentre elas: atividade antimicrobiana, efeito antioxidante, potencial anticarcinogênico, efeito imunomodulador e efeito hipolipemiante. Eles

apresentam alto teor de micronutrientes como potássio e fósforo, os macronutrientes como carboidratos e proteínas, bem como as fontes antioxidantes.

Percebeu-se com a análise dos dados de diversos autores que há uma influência sobre o modo de cultivo, destacando-se local, clima e substrato utilizado, que interfere na composição química de sua estrutura e conseqüentemente afeta as propriedades funcionais fisiológicas. Sob o mesmo prisma, constatou-se que o tipo de extrato, teor de umidade, bem como as partes estruturais interferem nos resultados.

Ao realizar essa revisão literária, identificou-se que vários estudos não apresentavam de forma precisa e detalhada o modo de cultivo do cogumelo analisado, influenciando na comparação de dados dos autores, com isso verifica-se a necessidade da apresentação dessas informações.

Sugere-se novas pesquisas na área de atividade antimicrobiana e modulação intestinal de ambos os cogumelos estudados, pois verificou-se poucos estudos dentro dessa temática, necessitando de investigações adequadas e detalhadas para serem mais utilizados como meio profilático.

## 8. REFERÊNCIAS

ABBASI, B. H.; ZAMIR, R.; KHALIL, S. A.; et al. Antioxidant activity via DPPH, gram-positive and gram-negative antimicrobial potential in edible mushrooms. **Toxicology and Industrial Health**, v. 30, n. 9, p. 826–834, 2012.

ALAM, N. et al. Hypolipidemic activities of dietary *Pleurotus ostreatus* in hypercholesterolemic rats. **Mycobiology**, v. 39, n. 1, p. 45–51, 2011.

AO, T.; DEB, C. R. Nutritional and antioxidant potential of some wild edible mushrooms of Nagaland, India. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, n. 2, p. 1084–1089, 2019.

BERGENDIOVA, K.; TIBENSKA, E.; MAJTAN, J. Pleuran ( $\beta$ -glucan from *Pleurotus ostreatus*) supplementation, cellular immune response and respiratory tract infections in athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 9, p. 2033–2040, 2011.

BERNARDSHAW, S.; JOHNSON, E., HETLAND, G. An extract of the mushroom *Agaricus brasiliensis murrill* administered orally protects against systemic *Streptococcus pneumoniae* infection in mice. **Scandinavian Journal Immunology**. v. 62, p. 393–8, 2005.

BERTÉLI, M. B. D. B.; UMEO, S. H.; BERTÉLI, A.; VALLE, J. S.; LINDE, G. A.; COLAUTO, N. B. Mycelial antineoplastic activity of *Agaricus blazei*. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**. v. 30, p. 2307–2313, 2014.

BOBOVČÁK, M.; KUNIAKOVÁ, R.; GABRIŽ, J.; MAJTÁN, J. Effect of pleuran ( $\beta$ -glucan from *Pleurotus ostreatus*) supplementation on cellular immune response after intensive exercise in elite athletes. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 35, n. 6, p. 755–762, 2010.

BRAGA, G.C.; EIRA, A.F.L.; CELSO, G.P., et al. **Manual de cultivo de *Agaricus blazei murill* “cogumelo do sol”**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, p. 44, 1998.

CARJAL, A. E. S.S.; KOEHNLEIN, E. A., SOARES, A. A., ELER, G. J., ALIKA T.A., NAKASHIMA, BRACHT, A.; PERALTA, R. M. Bioactives of fruiting bodies and submerged culture mycelia of *Agaricus brasiliensis* (*A. blazei*) and their antioxidant properties. **LWT - Food Science and Technology**. Maringá, v.46, n. 2, p. 493 e 499, 2012.

CARNEIRO, A. A. J.; FERREIRA, I. C. F. R.; DUEÑAS, M.; et al. Chemical composition and antioxidant activity of dried powder formulations of *Agaricus blazei* and *Lentinus edodes*. **Food Chemistry**, v. 138, n. 4, p. 2168–2173, 2013.

CHANG, S.T.; MSHIGENI, K.E. Mushroom Farming: life-changing humble creatures. **Dar es Salaam**, Tanzania: Mkuki na Nyota Publishers Ltd, p. 84, 2013.

CHIAVEGATTI, B., AKITI. B. T., GIANNOTI. I., PERAZZOLO, I. N., KAMI. L. K. **Cogumelos Comestíveis: Produção e Mercado Brasileiros**. Instituto de Biociência da USP. 2018.

CHOWDHURY, H. M. H.; KUBRA, K.; AHMED, R. R. Screening of antimicrobial, antioxidant properties and bioactive compounds of some edible mushrooms cultivated in Bangladesh. **Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials**, v. 14, n. 1, p. 1–6, 2015.

COZZOLINO, S. M. F.; COMINETTI, C. **Bases bioquímicas e fisiológicas da nutrição: nas diferentes fases da vida, na saúde e na doença**. 1ª edição, Barueri, SP: Manole, 2013.

CUI, L.; SUN, Y; XU, H.; XU, H, CONG, H.; LIU, J. A polysaccharide isolated from *Agaricus brasiliensis murill* (ABP AW1) as a potential Th1 immunity stimulating adjuvante. **Oncology Letters**, v. 6, p. 1039-1044, 2013.

DA SILVA, A. C.; NEUZA, J. Cogumelos: compostos bioativos e propriedades antioxidantes Mushrooms: Bioactive Compounds and Antioxidant Properties. **Ciências biológicas e da saúde**, v. 13, p. 375–384, 2011.

DAVY, H. Os antioxidantes. **Food Ingredients Brasil**, v. 6, n. 6, p. 16–31, 2009.

DE MIRANDA, A. M. et al. *Agaricus brasiliensis* (sun mushroom) affects the expression of genes related to cholesterol homeostasis. **European Journal of Nutrition**, v. 56, n. 4, p. 1707–1717, 2017.

DE MIRANDA, A. M.; RIBEIRO, G. M.; CUNHA, A. C.; et al. Hypolipidemic effect of the edible mushroom *Agaricus blazei* in rats subjected to a hypercholesterolemic diet. **Journal of Physiology and Biochemistry**, v. 70, n. 1, p. 215–224, 2014.

DE MORAIS, S. M.; CAVALCANTI, E. S. B.; COSTA, S. M. O.; AGUIAR, L. A. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. **Brazilian Journal**

of **Pharmacognosy**, v. 19, n. 1 B, p. 315–320, 2009.

DOS SANTOS, L. F. et al. Hypolipidemic and antiatherosclerotic potential of *Pleurotus ostreatus*, cultivated by submerged fermentation in the high-fat diet fed rats. **Biotechnology and Bioprocess Engineering**, v. 18, n. 1, p. 201–208, 2013.

EL ENSHASY, H.; ELSAYED, E. A.; AZIZ, R.; WADAAN, M. A. Mushrooms and Truffles: Historical Biofactories for Complementary Medicine in Africa and in the Middle East. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2013, p. 1–10, 2013.

ENDO, M.; BEPPU, H.; AKIYAMA, H.; WAKAMATSU, K.; ITO, S.; KAWAMOTO, Y. et al. Agaritine purified from *Agaricus blazei murrill* exerts antitumor activity against leukemia cells. **Biochim Biophys Acta**. v. 1800, n. 7, p. 669-673, 2010.

FERRARI, C. K. B.; TORRES, E. A. F. S. Novos compostos dietéticos com propriedades anticarcinogênicas. **Revista Brasileira de Cancerologia**. v. 48, n. 3, p. 375-382, 2002.

FERREIRA, E. A. Efeitos hipolipemiante e hepatoprotetor da 2',4',6' - trihidroxiacetofenona isolada de *Myrcia multiflora*. Dissertação (Pós-graduação) - **Universidade Federal de Santa Catarina**. Centro de Ciências da Saúde. Florianópolis, SC, 2010.

HELM, C. V. CORADIN, J.H., KESTRING, D.R. **Avaliação da Composição Química dos Cogumelos Comestíveis *Agaricus bisporus*, *Agaricus brasiliensis*, *Agaricus bisporus portobello*, *Lentinula edodes* e *Pleurotus ostreatus***. Colombo-PR, 2009.

HETLAND, G.; JOHNSON, E., LYBERG, T., BERNARDSHAW, S., TRYGGESTAD, A. M. A.; GRINDE, B. Effects of the Medicinal Mushroom *Agaricus brasiliensis* Murill on Immunity, Infection and Cancer. **Scandinavian Journal of Immunology**, v. 68, n.4, p. 363–370, 2008.

HU, X.; ZHANG, R.; XIE, Y.; WANG, H.; GE, M. The Protective Effects of Polysaccharides from *Agaricus blazei murill* Against Cadmium-Induced Oxidant Stress and Inflammatory Damage in Chicken Livers. **Biological Trace Element Research**, v. 178, n. 1, p. 117–126, 2017.

KOUTROTSIOS, G.; KALOGEROPOULOS, N.; STATHOPOULOS, P.; KALIORA, A. C.; ZERVAKIS, G. I. Bioactive compounds and antioxidant activity exhibit high intraspecific variability in *Pleurotus ostreatus* mushrooms and correlate well with cultivation performance parameters. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 33, n. 5, p. 0, 2017.

KRISHNAMOORTHY, D.; SANKARAN, M. Modulatory effect of *Pleurotus ostreatus* on oxidant/antioxidant status in 7, 12-dimethylbenz (a) anthracene induced mammary carcinoma in experimental rats - A dose-response study. **Journal of Cancer Research and Therapeutics**, v. 12, n. 1, p. 386, 2016.

LAM, Y.S.; OKELLO, E.J. Determination of lovastatin,  $\beta$ -glucan, total polyphenols, and antioxidant activity in raw and processed oyster culinary-medicinal mushroom, *Pleurotus ostreatus* (higher basidiomycetes). **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 17, n.2, p. 117-128, 2015.

LARGETEAU, M. L.; LLARENA-HERNÁNDEZ, R. C.; REGNAULT-ROGER, C.; SAVOIE, J. M. The medicinal *Agaricus* mushroom cultivated in Brazil: Biology, cultivation and non-medicinal valorisation. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 92, n. 5, p. 897–907, 2011.

LIMA, C. U. J. O.; GRIS, E. F.; KARNIKOWSKI, M. G. O. Antimicrobial properties of the mushroom *Agaricus brasiliensis* – integrative review. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 26, n. 6, p. 780-786, 2016.

LLAURADÓ, G.; MORRIS, H. J.; LEBEQUE, Y.; et al. Oral administration of an aqueous extract from the oyster mushroom *Pleurotus ostreatus* enhances the immunonutritional recovery of malnourished mice. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, v. 83, p. 1456–1463, 2016.

MARGULIS, L.; SCHWARTZ, K. V. **Cinco Reinos - Um Guia Ilustrado dos Filos da Vida na Terra**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2001.

MATSUSHITA, Y.; FURUTANI, Y.; MATSUOKA, R.; FURUKAWA, T. Hot water extract of *Agaricus blazei murrill* specifically inhibits growth and induces apoptosis in human pancreatic cancer cells. **BMC Complementary and Alternative Medicine**. v. 18, n. 1, p. 319, 2018.

MAZZUTTI, S. **Obtenção de extrato de Cogumelo do Sol (*Agaricus brasiliensis*): atividade antioxidante, antibacteriana e antifúngica**. Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis-SC, p. 119, 2012.

MIN-YOUNG, K.; PHILIPPE, S.; JOUNG-KUK, A.; et al. Phenolic compound concentration and antioxidant activities of edible and medicinal mushrooms from Korea. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n.16, p. 7265–7270, 2008.

MIZUNO, M.; MORIMOTO, M.; MINATO, K.; TSUCHIDA, H. Polysaccharides from *Agaricus blazei* stimulate lymphocyte T-cell subsets in mice. **Bioscience Biotechnology Biochemistry**. v.62, n.3, p.434–437, 1998.

NAGUIB, Y. M.; AZMY, R. M.; SAMAKA, R. M.; SALEM, M. F. *Pleurotus ostreatus* opposes mitochondrial dysfunction and oxidative stress in acetaminophen-induced hepato-renal injury. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 14, n. 1, p. 1–12, 2014.

OLIVEIRA, E. C. M.; DE OLIVEIRA, E. R.; LIMA, L. C. O.; et al. Composição centesimal do cogumelo do sol (*Agaricus blazei*). **Revista Universidade Federal de Alfenas**, v. 5; p. 169-172, 1999.

PIOVACARI, S. M. F. SHIMA, M. CARDOSO, R., OLIVEIRA, R. M. C. Saúde Alimentar. **Educação Continuada em Saúde**, v. 6, p. 41–43, 2008.

PRADO, R.; FURLANI, Z.; GODOY, H. T. Valor nutricional de cogumelos comestíveis Nutritional value of edible mushrooms. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 154–157, 2007.

REGIS, W. C. B.; ROSA, A. de A; PEREIRA, PEREIRA, N. C. de J. **Agaricus brasiliensis para a microbiota endógena: análise de efeitos *in vivo* e *in vitro* sobre diferentes linhagens bacterianas**. Percurso Acadêmico, Belo Horizonte, v. 2, n. 3, p. 10-18, 2012.

RIBEIRO, C. R.; MOREIRA, N. **Avaliação do efeito anticarcinogênico do cogumelo do sol (*Agaricus blazei*), por meio do teste para detecção de clones de tumores epiteliais (warts) em *Drosophila melanogaster***. Perquirere, v.13, n. 2, p. 203-217, 2016.

ROSENBERGER, M. G. Atividade antimicrobiana de cogumelos (agariles) nativos da floresta estacional do oeste do Paraná. Dissertação (Mestrado) - **Universidade Federal do Paraná**. Palotina, PR, 2018.

SANDOVAL, A. E. P. Estresse oxidativo metabólico e doenças crônicas não-transmissíveis uma proposta de estilo de vida. **Medicina do esporte: princípios e prática** - Porto alegre: Artmed, 2005.

SANO, P. T. et al. Cogumelos, bolores e outros fungos – o poder de transformar até esterco em coisas gostosas de comer. **Biologia Botânica**. 6 módulo. São Paulo. 2004.

SANTA, H. S. D. **Efeitos no metabolismo e ação imunomoduladora em camundongos do micélio de *Agaricus brasiliensis* produzido por cultivo no estado sólido**. Curitiba, 2006.

SARANGI, I.; GHOSH, D.; BHUTIA, S. K.; MALLICK, S. K.; MAITI, T. K. Anti-tumor and immunomodulating effects of *Pleurotus ostreatus* mycelia-derived proteoglycans. **International Immunopharmacology**, v. 6, n. 8, p. 1287–1297, 2006.

SCHNEIDER, I. et al. Lipid lowering effects of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in humans. **Journal of Functional Foods**, v. 3, n. 1, p. 17–24, 2011.

SHARIF, S.; ATTA, A.; HUMA, T.; et al. Anticancer, antithrombotic, antityrosinase, and anti- $\alpha$ -glucosidase activities of selected wild and commercial mushrooms from Pakistan. **Food Science and Nutrition**, v. 6, n. 8, p. 2170–2176, 2018.

SHIBATA, C. K. R.; DEMIATE, I. M. Cultivo e análise da composição química do cogumelo do sol (*Agaricus blazei murrii*). **Revista Publicatio UEPG - Ciências Biológicas e da Saúde**, Ponta Grossa, v. 9, n. 2, p. 21-32, 2003.

SILVA, L. C. Determinação da composição química e de Compostos bioativos em cogumelos comestíveis. Dissertação (Mestrado) – **Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia**, Itapetinga-BA, 2013.

SILVA, V. L.; FERNADEZ, J. C. C.; TEVA, A. Capítulo 1: **Imunologia. Conceitos e Métodos para a Formação de Profissionais em Laboratórios de Saúde**, v. 1, p. 19–124, 2010.

SOARES, A. A. Atividade antioxidante e compostos fenólicos do cogumelo *Agaricus blazei Murill*. Dissertação (Mestrado) – **Universidade estadual de Maringá**, Maringá-PR, 2007

SOCOL, C. R.; VÍTOLA, F. M. D.; RUBEL, R.; et al. Cogumelos: uma fonte promissora de compostos ativos para o desenvolvimento de bioprodutos farmacêuticos e nutracêuticos. **Biotecnologia Aplicada à Agro e Indústria Fundamentos e Aplicações**. v. 4, p. 315-360, 2016.

SOUSA, J. B. A. S. P. Atividade Biológica de derivados do ácido cafeico: Efeito antioxidante e anti-inflamatório. Dissertação (Mestrado) - **Universidade do Porto**, Portugal, 2008.

SOUZA, A. C. DA S. DE; GONÇALVES, G. DE A.; KATO, C.; et al. **Efeito do extrato aquoso de *Agaricus blazei* sobre as enzimas antioxidantes do cérebro de ratos com artrite induzida por adjuvante**. , v. 55, n. 43, p. 336–336, 2015.

STAFUSSA, A. P.; HAMINIUK, C. W. I.; VOLPE, T. C. Compostos fenólicos totais, flavonóides e antocianinas de três variedades de cogumelos. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. Campo Mourão-PR, Brasil, 2012.

TANG, M. J. F. N; LIN, J. J; WENG, S.W; et al. Effects of *Agaricus brasiliensis murill* Extract on Immune Responses in Normal BALB/c Mice. **International Journal of Experimental and Clinical Pathophysiology and Drug Research**, v. 23, n. 5, p. 761-766, 2009.

THOMAS, P. A.; GERALDINE, P.; JAYAKUMAR, T. *Pleurotus ostreatus*, an edible mushroom, enhances glucose 6-phosphate dehydrogenase, ascorbate peroxidase and reduces xanthine dehydrogenase in major organs of aged rats. **Pharmaceutical Biology**, v. 52, n. 5, p. 646–654, 2014.

ZIMMERMANN, A. M.; KIRSTEN, V. R. Alimentos com função antioxidante em doenças crônicas: uma abordagem clínica. **Disciplinarum Scientia. Série: Ciências da Saúde**. Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 51-68, 2008.