



UnB

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CEILÂNDIA
CURSO DE FARMÁCIA**

Larissa Silva Fonseca

**FENÓIS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE COGUMELOS
DESTOXIFICANTES E SEUS RESÍDUOS PÓS-CULTIVO**

BRASÍLIA - DF

2017



Universidade de Brasília
Faculdade de Ceilândia

Trabalho de Conclusão de Curso
Julho de 2017

FENÓIS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE COGUMELOS DESTOXIFICANTES E SEUS RESÍDUOS PÓS-CULTIVO

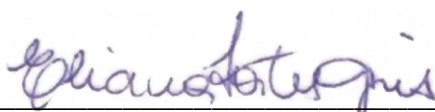
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Farmácia da Faculdade de Ceilândia da Universidade de Brasília, parcial para obtenção do título de Bacharel em Farmácia.

Orientadora: Profa. Dra. Eliana Fortes Gris
Coorientadora: Dra. Simone Mendonça

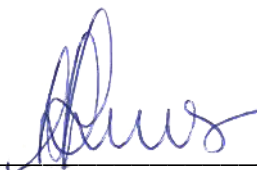
BRASÍLIA - DF
2017

**FENÓIS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE COGUMELOS
DESTOXIFICANTES E SEUS RESÍDUOS PÓS-CULTIVO.**

BANCA EXAMINADORA



Orientadora: Profa. Dra. Eliana Fortes Gris
(FCE/ Universidade de Brasília)



Dra. Marivane Lemos
(Embrapa Agroenergia)

Dr. Félix Gonçalves de Siqueira
(Embrapa Agroenergia)



BRASÍLIA - DF

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UnB, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

FF676f Fonseca, Larissa
Fenóis totais e atividade antioxidante de
cogumelos destoxicantes e seus resíduos pós-cultivo
/ Larissa Fonseca; orientador Eliana Fortes Gris; co
orientador Simone Mendonça. -- Brasília, 2017.
64 p.

Monografia (Graduação - Farmácia) -- Universidade
de Brasília, 2017.

1. Cogumelos. 2. Composição química. 3. Atividade
antioxidante. 4. SMS (Spent Mushroom Substrate). 5.
Resíduo da agroindústria. I. Fortes Gris, Eliana,
orient. II. Mendonça, Simone, co-orient. III. Título.

A minha mãe Verônica, ao meu Pai Neves, que sempre apoiaram e incentivaram os meus estudos. A minha irmã Thaisa e amigos queridos pelo tempo que deixamos de estar juntos.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas do laboratório LQB (Laboratório de Química e Biomassa) da Embrapa Agroenergia, pela amizade, companheirismo e ajuda mútua.

A Profa. Dra. Eliana Fortes Gris, Dra. Simone Mendonça, Dr. Félix Siqueira, Dra. Marivane Lemos, pela dedicação nas correções e orientações neste período de aprendizado.

Agradeço a disponibilidade de infraestrutura, bem como a significativa credibilidade em meu trabalho por meio de suportes financeiros:



Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico – CNPq
Projeto CNPq/Embrapa
FungiDetox



Empresa Brasileira de Pesquisa
Agropecuária – Embrapa Agroenergia

“A leitura após certa idade distrai excessivamente o espírito humano das suas reflexões criadoras. Todo o homem que lê demais e usa o cérebro de menos adquire a preguiça de pensar.”

Albert Einstein.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Aspecto geral do corpo de frutificação de *Pleurotus ostreatus*..... 16
- Figura 2.** Aspecto geral do corpo de frutificação de *Pleurotus eryngii*..... 17
- Figura 3.** Aspecto geral do corpo de frutificação de *Fistulina hepatica*..... 20
- Figura 4.** Aspecto geral do corpo de frutificação de *Panus lecomtei*. 21
- Figura 5.** Gráfico da concentração de fenólicos totais (mg EAG/ g de extrato seco) nos extratos obtidos nas misturas (1), cogumelos (2) e SMS (3). Cada barra representa a média \pm desvio padrão. Diferença significativa entre os grupos representado por diferentes letras ($p < 0,05$), ANOVA, e teste de Tukey. Ver tabela 1.42
- Figura 6.** Gráfico da atividade antioxidante expressa em equivalente de trolox (μM TEAC/ g de extrato) nos extratos obtidos nas misturas (1), cogumelos (2) e SMS (3), pelo método de DPPH. Cada barra representa a média \pm desvio padrão. Diferença significativa entre os grupos representado por diferentes letras ($p < 0,05$), ANOVA e teste de Tukey. 44
- Figura 7.** Gráfico da atividade antioxidante expressa em equivalente de trolox (μM TEAC/ g de extrato seco) nos extratos obtidos nas misturas (1), cogumelos (2) e SMS (3), pelo método de ABTS. Cada barra representa a média com \pm desvio padrão. Diferença significativa entre os grupos representado por diferentes letras ($p < 0,05$), ANOVA e teste de Tukey. 45
- Figura 8.** Esquema do processo de peroxidação lipídica. 46
- Figura 9.** Gráfico da porcentagem de inibição da peroxidação lipídica em gema de ovo nos extratos (na concentração de 5mg/mL) obtidos nas misturas (1), cogumelos (2) e SMS (3). Cada barra representa a média com \pm desvio padrão. Diferença significativa entre os grupos representado por diferentes letras ($p < 0,05$), ANOVA e teste de Tukey. 48
- Figura 10.** Gráfico do tempo de inibição da oxidação lipídica em banha de porco nos extratos obtidos nas misturas (1), cogumelos (2) e SMS (3). Cada barra representa a média com \pm desvio padrão. Diferença significativa entre os grupos representada por diferentes letras ($p < 0,05$), ANOVA e teste de Tukey. BHT: 100ppm; Extratos: 200ppm. 50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição e códigos das amostras utilizadas no estudo.....	28
Tabela 2. Composição centesimal dos cogumelos e das misturas antes e após cultivo do micélio (mistura e SMS).	39

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	V
LISTA DE TABELAS	VI
SUMÁRIO	7
RESUMO	9
ABSTRACT	10
1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 Cogumelos	13
2.1.1 <i>Pleurotus ostreatus</i> e <i>Pleurotus eryngii</i>	15
2.1.2 <i>Fistulina hepatica</i>	19
2.1.3 <i>Panus lecomtei</i>	20
2.2 Resíduos lignocelulósicos e o <i>Spent Mushroom Substract</i> (SMS).....	21
2.3 Composição química dos cogumelos	23
2.4 Substâncias fenólicas e atividade antioxidante	24
3 JUSTIFICATIVA	25
4 OBJETIVOS	26
4.1 Objetivo geral	26
4.2 Objetivos específicos.....	26
5 MATERIAIS E MÉTODOS	27
5.1 Materiais.....	27
5.2 Métodos.....	28
5.3 Composição centesimal	28
5.3.1 Preparo dos extratos	29
5.4 Determinação de fenólicos e flavonoides totais.....	29
5.4.1 Determinação da atividade antioxidante.....	30

5.5	Análises Estatísticas.....	33
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
6.1	Composição centesimal	34
6.2	Determinação de fenólicos e flavonoides totais.....	40
6.3	Atividade Antioxidante	42
6.3.1	Efeito sequestrante de radicais livres no teste de DPPH	42
6.3.2	Efeito sequestrante de radicais livres no teste de ABTS	44
6.3.3	Efeito antioxidante sobre a peroxidação lipídica.....	46
6.3.4	Efeito antioxidante no teste de oxidação acelerada - Rancimat	48
6.4	Análise de correlação	50
7	CONCLUSÕES	51
	REFERÊNCIAS.....	52

RESUMO

Os cogumelos são utilizados pelos povos asiáticos a milhares de anos, tanto na medicina quanto na culinária. O cogumelo *Agaricus bisporus* (Champignon de Paris) é o mais comercializado, seguido do *Lentinus edodes* (Shiitake) e do *Pleurotus ostreatus* (cogumelo ostra). No Brasil, o consumo ainda é baixo quando comparado com países da Europa e da Ásia. Apesar de serem pouco utilizados na alimentação brasileira, os cogumelos possuem excelente valor nutricional, com baixos teores de lipídeos e grandes quantidades de carboidratos e de proteínas, apresentando, também, todos os aminoácidos essenciais. Além das características nutricionais, os cogumelos possuem várias substâncias bioativas, possibilitando, assim, seu uso terapêutico. A identificação e quantificação dessas substâncias gerou um aumento no cultivo das variedades de cogumelos estudadas e comercializadas. De acordo com a FAO (Food and Agriculture Organization of the United States), em 2013, a produção mundial de cogumelos frescos foi de aproximadamente 10 milhões de toneladas por ano. A produção de 1 kg de cogumelos gera de 5 a 10 kg de material pós-cultivo, conhecido pela sigla em inglês como SMS (*Spent Mushroom Substrate*), que depois de um ou mais ciclos de colheita, é descartado. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar como as formulações contendo torta de caroço de algodão e as diferentes espécies de macrofungos estudados (*Pleurotus ostreatus* FPB-123, *Pleurotus eryngii* FPB-124, *Panus lecomtei* cc040 e *Fistulina hepatica* cc102) afetam a composição centesimal, compostos fenólicos e propriedades antioxidantes do SMS. A composição centesimal foi determinada pelo teor de cinzas, extrato etéreo, proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina. Para avaliar a atividade antioxidante dos extratos metanólicos dos cogumelos, substratos e SMS, foram realizados os testes de inibição dos radicais livres DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) e ABTS ((2,2-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido-sulfônico)), peroxidação lipídica e estabilidade oxidativa em Rancimat. De acordo com a composição centesimal, os fungos *F. hepatica* cc102 e *P. lecomtei* cc040 demonstraram capacidade de diminuir o teor de lignina nos substratos, tornando o SMS um material mais digerível, para alimentação de ruminantes, por exemplo. O *P. ostreatus* FPB-123 e *P. lecomtei* cc040 foram os fungos que apresentaram melhor atividade antioxidante nos testes realizados, assim como seus respectivos pós-cultivos (SMS), com exceção do teste de estabilidade oxidativa em Rancimat, os fungos que apresentaram melhor atividade contra a oxidação lipídica foram o *F. hepatica* cc102 e o *P. eryngii* FPB-124. Foi possível concluir que os fungos apresentam diferentes características antioxidantes que estão relacionadas com a composição de substâncias fenólicas e o tipo de substrato de cultivo, assim como os resíduos do cultivo desses cogumelos (SMS).

Palavras-chave: Cogumelos. Composição química. Atividade antioxidante. SMS (*Spent Mushroom Substrate*). Resíduo da agroindústria.

ABSTRACT

Asian people have used mushrooms for thousands of years, both in medicine and in culinary. The mushroom *Agaricus bisporus* (Champignon de Paris) is the most commercialized, followed by *Lentinus edodes* (Shiitake) and *Pleurotus ostreatus* (oyster mushroom). In Brazil, consumption is still low when compared to countries in Europe and Asia. Although it is poorly used in Brazilian culinary, mushrooms have excellent nutritional value, with low levels of lipids and large amounts of carbohydrates and proteins, and also all essential amino acids. Besides the nutritional characteristics, the mushrooms present several bioactive substances related to therapeutic uses. Identification and quantification of these substances increased interest in studying and production of a wider variety of mushrooms. According to FAO (Food and Agriculture Organization of the United States), in 2013, the world production of fresh mushrooms was approximately 10 million tonnes per year. The production of 1 kg of mushrooms generates 5 to 10 kg of post-cultive material, known as SMS (spent mushroom substrate), which after one or more crop cycles is discarded. Thus, the objective of this work was to evaluate how different macrofungi (*Pleurotus ostreatus* FPB-123, *Pleurotus eryngii* FPB-124, *Panus lecomtei* cc040 e *Fistulina hepatica* cc102) affect proximate analysis, phenolic compounds and antioxidant properties of their SMS. The proximate analysis was determined as ash content, ether extract, crude protein, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and lignin. To evaluate the antioxidant activity of the methanolic extracts of mushroom, substrate and SMS, DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) and ABTS ((2,2-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido-sulfônico)) radical scavenging activity, lipid peroxidation and oxidative stability in Rancimat were performed. According to proximate analysis, fungi *F. hepatica* cc102 and *P. lecomtei* cc040 demonstrated the ability to reduce lignin content in substrate, making SMS a more digestible material for animal feed. *P. ostreatus* FPB-123 and *P. lecomtei* cc040 had the best antioxidant activity in the tests performed, as well as their SMS's, except for oxidative stability test in Rancimat; fungi that showed better activity against lipid oxidation were *F. hepatica* cc102 e o *P. eryngii* FPB-124.. It was possible to conclude that different fungi presents different antioxidant characteristics that are related to their chemical composition and the type of substrate, as well as the SMS.

Key words: Mushrooms. Proximate analysis. Antioxidant activity. SMS (Spent Mushroom Substrate). Agroindustry's residue.

1 INTRODUÇÃO

Os cogumelos são muito apreciados pelos povos asiáticos e europeus como suplemento alimentar devido ao seu alto teor de aminoácidos, proteínas, fibras e minerais, e também por apresentarem baixo teor de lipídios e poucas calorias. Os cogumelos mais cultivados no mundo são o *Agaricus bisporus* (champignon de Paris), seguido do *Lentinus edodes* (shiikate), *Pleurotus* spp. (cogumelo ostra), e *Flammulina velutipes* (Enokitake), sendo a China o maior produtor mundial. No Brasil, o consumo *per capita* ainda é baixo (aproximadamente 0,6 kg/ano) quando comparado com países da Europa e da Ásia (onde esse número varia de 3 a 3,5 kg/ano) (EMBRAPA, 2009). De acordo com a Associação Nacional dos Produtores de Cogumelos (ANPC), estima-se que a produção brasileira chegue a 12000 toneladas de cogumelos frescos por ano, sendo a região de Mogi das Cruzes – SP, a maior produtora nacional.

Além das características nutricionais, os cogumelos possuem várias substâncias bioativas, possibilitando seu uso nutraceutico. A identificação e quantificação dessas substâncias gerou um aumento no cultivo das variedades de cogumelos estudadas e comercializadas. O uso terapêutico ou nutraceutico dos cogumelos está ligado às propriedades anti-tumorais presentes em diversas espécies, e também a outros benefícios como as propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antivirais, imunomoduladoras, hipocolesterolemiantes e regulação dos níveis glicêmicos em diabéticos, entre outras. Além disso, podem ser utilizados contra doenças auto-imunes como a artrite reumatoide e o lúpus.

Estudos vêm demonstrando os danos que os radicais livres podem fazer ao organismo, desde o envelhecimento precoce até doenças graves como é o caso do câncer. Os antioxidantes têm o poder de combater os radicais livres que causam danos ao organismo, pois protegem as células do “estresse oxidativo”. Exemplos de antioxidantes são as vitaminas A, C e E, os flavonoides, os fenólicos e os carotenoides, presentes naturalmente em alimentos como frutas e verduras.

Os fenólicos são substâncias formadas por, no mínimo, um anel aromático, em que pelo menos um hidrogênio é substituído por um grupo hidroxila. São metabólitos secundários gerados pelas plantas e fungos, sendo considerado um dos grupos mais importantes associados ao poder antioxidante, já tendo sido descrita

sua capacidade de quelar metais, inibir a lipoxigenase e os radicais livres. Dentre os antioxidantes fenólicos mais comuns advindos de fontes naturais destacam-se os ácidos fenólicos, os taninos, os flavonóides e os tocoferóis. Existem vários trabalhos a respeito da determinação de fenólicos totais em cogumelos e suas propriedades antioxidantes.

Resíduos agroindustriais e madeireiros não têm sido totalmente aproveitados, apesar de oferecerem diferentes possibilidades de utilização e, uma das alternativas para o seu aproveitamento seria seu uso na fungicultura. Alguns fungos, como os basidiomicetos da espécie de *Pleurotus* spp., têm a capacidade de degradar substâncias tóxicas presentes em resíduos da agroindústria, como por exemplo a torta de algodão. Assim, o cultivo de cogumelos comestíveis em resíduos agroindustriais pode ser promissor no ponto de vista econômico, ambiental e farmacêutico, por meio de suas características e estruturas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Cogumelos

Os cogumelos são as estruturas reprodutivas (corpo de frutificação), dos fungos pertencentes às classes ascomicetos e basidiomicetos. São conhecidas aproximadamente 140.000 espécies de cogumelos no mundo, sendo 2.000 consideradas seguras para o consumo, somente 25 são utilizadas na alimentação e um número ainda menor tem sido comercializado (FURLANI; GODOY, 2007).

O cogumelo mais cultivado no mundo é o *Agaricus bisporus*, seguido do *Lentinus edodes*, *Pleurotus* spp., e *Flammulina velutipes*, sendo a China o maior produtor mundial (ERGÖNÜL et al., 2013).

Os povos asiáticos e europeus utilizam os cogumelos como suplemento alimentar devido ao seu alto teor de aminoácidos, proteínas, fibras e minerais, e também por apresentarem baixo teor de lipídios e poucas calorias (REIS; ROCHA, 2015). No Brasil, a maior produção de cogumelos é na região de Mogi das Cruzes - SP, que representa em média 80% da produção nacional (BETT; PERONDI, 2011; SILVA; JORGE, 2011). De acordo com a Associação Nacional dos Produtores de Cogumelos (ANPC), estima-se que a produção brasileira chegue a 12000 toneladas por ano (ANPC, 2017).

Os cogumelos podem ser considerados também, produtos funcionais, pois além do valor nutricional, podem aumentar o bem estar e a saúde e reduzir o risco de doenças (SILVA; JORGE, 2011). Segundo Patel e Goyal (2012), os alimentos funcionais compreendem produtos de origem microbiana, vegetal e animal contendo substâncias fisiologicamente ativas benéficas para a saúde humana e reduzindo o risco de doenças crônicas.

É importante observar que diferenças de substrato, práticas de cultivo, estágio de desenvolvimento, condições de armazenamento e processamento e práticas de culinária, podem influenciar na composição química e no valor nutricional dos cogumelos (VALVERDE; HERNÁNDEZ-PEREZ; PAREDES-LÓPEZ, 2015).

Os cogumelos perdem água muito facilmente, diminuindo o tamanho e o peso, por isso, são consumidos normalmente desidratados, sendo que a desidratação a vácuo, em baixa temperatura e protegida de luz, é mais eficaz para

manter presentes substâncias bioativas e com isso preservar a atividade antioxidante (SILVA; JORGE, 2011).

Além das características nutricionais, os cogumelos possuem várias substâncias bioativas, possibilitando, assim, seu uso terapêutico. A identificação e quantificação dessas substâncias gerou um aumento no cultivo das variedades de cogumelos estudadas e comercializadas. O cogumelo do sol, *Agaricus blazei*, por exemplo, já é vendido em cápsulas, como suplemento alimentar, imunomodulador e previne também o envelhecimento precoce (BARROS et al., 2007; CAI et al., 2015; CHEUNG; CHEUNG; OOI, 2003; FRIEDMAN, 2015; KITZBERGER et al., 2007). De acordo com a Resolução ANVS/MS n. 19/2016, os cogumelos comercializados em forma de pó, cápsulas e comprimidos, são considerados como novo alimento (ANVISA, 1999).

O uso terapêutico dos cogumelos está ligado às propriedades anti-tumorais presentes em diversas espécies, e também a outros benefícios como as propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antivirais, imunomoduladoras, diminuição do colesterol e regulação dos níveis glicêmicos em diabéticos, entre outras. Além disso, tem sido utilizados contra doenças auto-imunes como a artrite reumatoide e o lúpus (FIRENZUOLI; GORI; LOMBARDO, 2008; LEE et al., 2008; LLAURADÓ et al., 2016; MAITY et al., 2013; PUTTARAJU et al., 2006; SMITH; ROWEN; SULLIVAN, 2002; WANG et al., 2004; WASSER, 2003).

Vários fatores influenciam diretamente o cultivo de cogumelos comestíveis. As fontes de carbono e nitrogênio são responsáveis pelo aporte energético para as reações químicas e estruturais das células fúngicas (CHANG; MILES, 2004). Substratos como palhas, bagaços e serragens, em quantidades variadas, são fontes lignocelulósicas para bioconversão. Os cogumelos dispõem enzimas capazes de hidrolisar tais substâncias, de modo a facilitar sua absorção e/ou utilização por esses organismos (AGUIAR, 2016; CHANG; MILES, 2004; GABRIEL, 2004). O nitrogênio, é essencial para a síntese de proteínas e outras substâncias nitrogenadas. Quando dosado corretamente pode aumentar o rendimento da produção de cogumelos, porém, em altas dosagens pode ter o efeito contrário (CHANG; MILES, 2004). Variações no pH podem afetar processos metabólicos e a habilidade de utilização de nutrientes disponíveis pelos fungos. A faixa ideal de pH para o crescimento e/ou desenvolvimento fúngico varia de 4,0 a 7,0. A temperatura de colonização influencia

sobre o metabolismo das células dos organismos vivos, afetando a atividade enzimática. A faixa de temperatura favorável para a etapa de frutificação do cogumelo depende da espécie, podendo variar de 10 a 28°C (ROYSE; SANCHEZ-VAZQUEZ, 2001). O teor de umidade é responsável por afetar a disponibilidade de nutrientes. O ideal é manter a umidade relativa do ambiente em torno de 90% e do substrato variando de 50 a 75%. Substratos com valores de umidade abaixo do recomendado podem interferir no desenvolvimento do fungo, ao passo que, teores elevados afetam negativamente a disponibilidade de oxigênio, além de favorecer o desenvolvimento de contaminantes (CHANG; MILES, 2004).

2.1.1 *Pleurotus ostreatus* e *Pleurotus eryngii*

O gênero *Pleurotus*, pertencente à família Pleurotaceae, que inclui um dos cogumelos mais amplamente consumidos, como o shimeji-preto (Brasil) ou cogumelo ostra que é o *Pleurotus ostreatus* (**Figura 1**). A palavra *Pleurotus* é derivada do grego e significa “orelha de lado” (*pleure*: lado; *otos*: orelha), devido ao formato do píleo, que é em forma de orelha ou concha. Ainda são conhecidos como cogumelos ostra, abalone, cogumelo-do-cardo, tamogitake ou cogumelos de árvores, dependendo da espécie. A coloração do corpo de frutificação do *Pleurotus* spp. esta relacionada com a intensidade de luz, podendo variar do branco, amarelo, rosa, salmão e marrom, até o azul-escuro e cinza-escuro (CHANG; MILES, 2004).

Os *Pleurotus* são fungos saprófitas, ou seja, não conseguem sintetizar seu próprio alimento, são parasitas de árvores. Podem ser cultivados em vários tipos de agroresíduos lignocelulósicos como serragem, palha de arroz, bagaço, farinha de milho, resíduos de algodão, talos e folhas de bananas. Os cogumelos são ricos em proteínas e fibras solúveis, além de vitaminas (do complexo B e A) e minerais (potássio e selênio), contém pouca quantidade de carboidratos livres de lipídeos, entre eles o colesterol, sendo que sua composição é variável e dependente da região de cultivo e substrato utilizado (SYNYTSYA et al., 2008, 2009). O selênio, em especial, é um nutriente essencial para atividade catalítica de proteínas, aumento de funções do sistema imune e redução do risco de câncer, além de ser o componente essencial da enzima antioxidante glutathione peroxidase (SILVA, 2009). São considerados alimentos funcionais pois possuem efeito positivo sobre o organismo

humano de várias maneiras. Segundo Patel e Goyal (2012) os alimentos funcionais compreendem produtos de origem microbiana, vegetal e animal contendo substâncias fisiologicamente ativas e benéficas para a saúde humana e reduzindo o aparecimento de doenças crônicas. Inclui os suplementos dietéticos, nutriceuticos, alimentos medicinais, fitoquímicos, entre outros.



Figura 1. Aspecto geral do corpo de frutificação de *Pleurotus ostreatus*.
Fonte: <http://www.mykoweb.com>

Além do seu valor nutricional, possuem diversas propriedades terapêuticas como anti-inflamatórias, imunomoduladoras, antibacterianas, antitífingicas e antitumorais (CARBONERO et al., 2012; NGAI; NG, 2004; SMIDERLE et al., 2008; SYNYTSYA et al., 2009).

Estudos demonstram que os cogumelos do gênero *Pleurotus* spp., se consumidos regularmente, reduzem o colesterol total e suas frações, triglicerídeos, já que são produtores de lovastatina, um fármaco da classe das estatinas amplamente utilizado na terapia antihipercolesterolêmica. Dentre os cogumelos estudados, o *Pleurotus ostreatus* é o que possui maior concentração desta substância (ALARCÓN et al., 2003; ALARCÓN; AGUILA, 2006; CHEN et al., 2012; GUNDE-CIMERMAN; CIMERMAN, 1995; LAKSHMANAN; RADHA, 2012; SAMIEE et al., 2003).

A espécie *P. eryngii* (**Figura 2**) é disseminada em todo o mundo, é encontrada principalmente no Mediterrâneo, na Europa Central, na Ásia Central e no Norte da África. A ampla distribuição geográfica resultou em variações morfológicas,

bioquímicas (como isoenzimas) e genéticas significativas, portanto Zervakis e Balis (1996), classificaram o *P. eryngii* com duas variações: *ferule* e *nebrodensis* (ZERVAKIS et al., 2001). Devido ao sabor e características próprias e notáveis, associadas ao alto valor nutritivo, a produção comercial de *P. eryngii* tem aumentado rapidamente, em todo o mundo (MANZI et al., 1999). Além disso, possui valor nutracêutico agregado, com presença de substâncias biologicamente ativas e um perfil de sistema enzimático lignolítico bem desenvolvido, que participa na degradação da lignina e de diferentes substâncias aromáticas, tais como fenólicas (COHEN; PERSKY; HADAR, 2002).



Figura 2. Aspecto geral do corpo de frutificação de *Pleurotus eryngii*.

Fonte: <https://mycotopia.net>

De acordo com Manzi e colaboradores (1999 e 2004) os cogumelos frescos do *P. eryngii* são ricos em carboidratos (9,6%), apresentam 4,11% de fibras insolúveis e 0,53% de fibras solúveis e 0,41% de polissacarídeos. O teor de nitrogênio total é aproximadamente 5,30% e o teor de proteína varia entre 22,74% e 23,21%. Os aminoácidos mais abundantes são ácido aspártico, ácido glutâmico e arginina. Encontram-se também concentrações significativas de vitaminas C, A, B₂, B₁, D e B₃ e minerais como K, Mg, Na e Ca. Possuem alta umidade variando entre 86,6% e 91,7% (MANZI et al., 1999).

Outra substância presente em cogumelos, e que esta ligada a redução do colesterol sérico é a β -glucana. As beta-glucanas são monopolissacarídeos de D-

glucose, unidos por ligações β -glicosídicas encontradas no corpo de frutificação dos cogumelos, e além de combaterem as células cancerígenas, ainda produzem o agente antiviral pleuromutilina, que combate infecções virais, tais como a gripe (MAITY et al., 2013; SMIDERLE et al., 2008; SYNYTSYA et al., 2009; ZHANG et al., 1994).

As demais substâncias presentes nos cogumelos de *Pleurotus* spp. apresentam atividades imunomoduladoras, aumentando as defesas do organismo (LLAURADÓ et al., 2016; SUN; LIU, 2009; TANAKA et al., 2015; XIAO; ZHANG; LIU, 2006; XU et al., 2016).

Possuem efeitos antineoplásicos relacionados com a presença de alcaloides, promovendo a inibição da proliferação de células tumorais, sem prejuízo para células normais (GU; SIVAM, 2006; HUANG et al., 2016; PANTHONG; BOONSATHORN; CHUCHAWANKU, 2016; REN et al., 2016; ZHANG et al., 1994).

Possuem boa atividade antioxidante (ABIDIN; ABDULLAH; ABIDIN, 2016; GONZÁLEZ-PALMA et al., 2016; LI; SHAH, 2016; PANTHONG; BOONSATHORN; CHUCHAWANKU, 2016; RONCERO-RAMOS et al., 2016; TAOFIQ et al., 2016; ZHANG et al., 2016), promovendo o aumento da glutatona e diminuindo a formação da peroxidação (DOGAN; COTELI; KARATAS, 2016).

Ainda atuam na resolução de processos dolorosos e inflamatórios, no controle dos níveis glicêmicos, efeitos hepatoprotetores, pré-bióticos, antimicrobianos frente a cepas resistentes, adjuvante no tratamento de osteoporose e melhoram a atividade cognitiva no Alzheimer (AIDA et al., 2009; BADOLE et al., 2008; CHEN et al., 2016; ERJAVEC et al., 2016; GANESHPURKAR et al., 2016; MIYAZAWA; OKAZAKI; OHGA, 2008; PAUKNER; RIEDL, 2016; SKARIYACHAN et al., 2016; SMIDERLE et al., 2008; SUSEEM et al., 2011; SYNYTSYA et al., 2009; TAOFIQ et al., 2016)

Do ponto de vista culinário, o *P. ostreatus* ocupa a terceira posição no consumo. No entanto, há um crescente número de pesquisas a cerca de suas aplicações, como na reciclagem de resíduos agrícolas, na bioconversão de resíduos lignocelulósicos, na produção ou melhoramento da alimentação animal, na biorremediação de ambientes contaminados por derivados do petróleo e hidrocarbonetos, na degradação de xenobióticos, na degradação de corantes industriais e produção de enzimas (COHEN; PERSKY; HADAR, 2002;

DREVINSKAS et al., 2016; KOGBARA et al., 2016; PATEL; GOYAL, 2012; ROBINSON et al., 2001; STAMETS, 2005). São capazes de utilizar lignina, celulose e hemicelulose como fonte de carbono e nutrientes, possibilitando que sejam cultivados em grande variedade de materiais ligninocelulósicos, como os resíduos agroindustriais, ou seja, substratos alternativos de baixo custo para a produção de cogumelos (HIMMEL et al., 2007; KELLER; HAMILTON; NGUYEN, 2003; NEELY et al., 1991; RIBEIRO, 2009; SÁNCHEZ, 2009).

2.1.2 *Fistulina hepatica*

O cogumelo *Fistulina hepatica* (**Figura 3**), popularmente conhecido como língua de boi ou cogumelo bife, é um fungo saprófita e as vezes parasita, que vive nas bases de árvores, principalmente carvalhos e castanheiras, crescendo sozinho ou em pequenos grupos, durante o verão e o outono europeu. Como o nome comum sugere, o cogumelo se semelha à carne crua. No passado, era frequentemente utilizado como um substituto para a carne. É vendido em vários mercados e pode ser comido cru na salada ou cozido (KIRK et al., 2008; RIBEIRO et al., 2007).

De consistência rígida e sabor ligeiramente agriamargo, sendo que sua forma lembra os cogumelos orelha-de pau, sendo de textura áspera e coloração variante entre o vermelho claro e marrom avermelhado (KNUDSEN; VESTERHOLD, 2008; PALAZZOLO; GARGANO; VENTURELLA, 2012).

Embora amplamente utilizado como alimento, não existem na literatura muitos estudos sobre suas atividades biológicas, sendo reportado como tendo efeitos antimicrobianos e antinematocidas (ALVES et al., 2014a, 2014b; DONG et al., 2006; LIKTOR-BUSA et al., 2016; TSUGE et al., 1999) e atividades antioxidantes associadas às substâncias fenólicas (RIBEIRO et al., 2007).



Figura 3. Aspecto geral do corpo de frutificação de *Fistulina hepatica*.

Fonte: <http://images.mushroomobserver.org>

O elevado consumo de cogumelos silvestres comestíveis requer um melhor conhecimento da sua composição química e potencial biológico. De acordo com Ribeiro e colaboradores (2007), o teor de substâncias fenólicas encontradas no cogumelo *F. hepatica* variaram de 367 a 549 mg/kg, sendo o ácido elágico o componente mais abundante, representando em média 49% do teor total de substâncias. Foi encontrado também 24% e 26% de ácido cafeico e ácido *p*-cumarico, respectivamente do total de fenólicos.

2.1.3 *Panus lecomtei*

É um fungo pertencente à família Polyporaceae, muito similar morfológicamente ao *Panus strigellus*. Nas Américas, o *P. strigellus* e o *P. lecomtei* (**Figura 4**) ocorrem no mesmo hábitat, sob vegetação densa e em áreas abertas (PEGLER, 1983). A similaridade das características macromorfológicas pode levar a confusão na identificação das espécies, porém, com base nas características micromorfológicas, Pegler (1983) considerou duas espécies diferentes.

A comestibilidade de *P. lecomtei* é conhecida em vários países. No Japão é conhecido como Aragekawakitake. Em Roraima (Brasil), nas aldeias Yanomamis de Uauaris e Xitei/Xidea, o cogumelo *P. lecomtei* é conhecido como Shio-koni-amo e Kasikoirima (VARGAS-ISLA et al., 2015).

Possui coloração levemente rosa ao roxo, chegando ao marrom, mudando conforme a maturidade. O corpo de frutificação é resistente, esbranquiçada e suave, de sabor levemente amargo (ARORA, 2003; KIRK et al., 2008). Existem poucos estudos na literatura acerca de *Panus lecomtei*. As atividades relatadas são quimioterápicas (citotóxica e antimicrobiana) (VARGAS-ISLA et al., 2015; ZMITROVICH; KOVALENKO, 2016)



Figura 4. Aspecto geral do corpo de frutificação de *Panus lecomtei*.
Fonte: <http://www.biolib.cz>

2.2 Resíduos lignocelulósicos e o *Spent Mushroom Substrate* (SMS)

Segundo (FAOSTAT, 2016) a produção mundial de cogumelos frescos, em 2012, foi cerca de 7,9 milhões de toneladas. Para seu cultivo é utilizado um substrato rico em material lignocelulósico como serragem, palha de arroz, bagaço de cana, cacho vazio de dendê, palha de trigo, feno, esterco de galinha, espigas de milho, farelo de algodão, cascas de cacau e outros resíduos agrícolas (JORDAN; MULLEN; MURPHY, 2008). No Brasil a serragem de eucalipto é o substrato mais utilizado pela facilidade de ser encontrado e pelo baixo custo (RAMAMURTHY et al., 1996; SILVEIRA RUEGGER et al., 2001)

O bagaço de cana-de-açúcar é um importante resíduo da agricultura no Brasil, sendo bastante empregado na produção de compostos fertilizantes e podendo ser utilizado na produção de cogumelos, principalmente do gênero *Pleurotus* spp. Contém mais de 70% de celulose na matéria seca, porém sua

digestibilidade é reduzida devido à alta porcentagem de lignina presente no material. Uma alternativa para a quebra da lignina é o uso de fungos basidiomicetos, como os cogumelos do gênero *Pleurotus* spp., que podem degradar o complexo lignocelulósico da cana-de-açúcar (BUSWELL et al., 1996; QUIROZ-CASTAÑEDA et al., 2011; SÁNCHEZ, 2009; ZERVAKIS et al., 2001).

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é bastante cultivado no Brasil, nas regiões centro-oeste e nordeste do Brasil. Entre os estados produtores de pluma e caroço de algodão, o Mato Grosso e a Bahia são os maiores produtores nacionais. O caroço de algodão é muito utilizado pelas indústrias para a produção de óleos. A torta de algodão, subproduto gerado pela produção de algodão, é rica em proteína e extrato etéreo, podendo ser usada na alimentação animal (KWAK; JUNG; KIM, 2008; SHASHIREKHA; RAJARATHNAM; BANO, 2002; ZHANG; GONG; LI, 1995). O elevado teor de lipídeos e de gossipol, um fator antinutricional, presente na torta de algodão, pode causar efeitos nocivos, limitando sua inclusão na dieta animal. Apesar das prováveis vantagens econômicas e nutricionais dos subprodutos do algodão para alimentação de ruminantes, as condições de segurança para o uso deste alimento ainda não foram bem estabelecidas no Brasil (ARAUJO et al., 2015).

A produção de 1 kg de cogumelos frescos, dependendo da espécie e das técnicas de cultivo, pode gerar de 5 a 10 kg de material pós-cultivo, conhecido como SMS (do inglês, *Spent Mushroom Substrate*). O SMS é o subproduto da indústria de produção de cogumelos (fungicultura), que depois de uma ou várias colheitas, a produtividade do substrato diminui e é descartado.

Após o cultivo, devido à fixação biológica de nitrogênio e conversão enzimática, a proteína bruta e o teor de lipídeos aumenta mais de duas vezes, enquanto a celulose diminui mais de 50%, a lignina 30% e o gossipol 60% (ZHU et al., 2012). Além disso, o micélio que cresceu nesta biomassa, também gerou novos componentes como polissacarídeos, vitaminas e alguns oligoelementos tais como Fe, Ca, Zn e Mg (ZHU et al., 2012).

Em geral, as estratégias de eliminação atual de SMS na Malásia, por exemplo, são a incineração, o espalhamento em terra, compostagem com esterco animal ou aterramento (MAGETTE, SMYTH, DODD, 1998). Como descrito anteriormente, devido ao metabolismo dos cogumelos, o SMS torna-se mais digerível por animais e pode conter substâncias bioativas, com propriedades

nutricionais e antioxidantes, tornando-se alvo na produção de extratos ou alimentos com atividades nutracêuticas.

2.3 Composição química dos cogumelos

A umidade é um dos fatores mais importantes quando se fala em valor nutricional, pois esta diretamente relacionada com a quantidade de matéria seca e nutrientes presentes. Os cogumelos possuem em torno de 90% de umidade (CHEUNG, 2013; JORDAN; MULLEN; MURPHY, 2008), que pode variar de acordo com diferentes fatores ambientais.

Em peso seco, os cogumelos contêm aproximadamente 60% de carboidratos, 34% de fibras e 23% de proteínas, incluindo todos os aminoácidos essenciais e minerais, em menores quantidades, e algumas vitaminas como riboflavina, niacina e folato (CARNEIRO et al., 2013; ZERVAKIS et al., 2001), além de baixos teores de lipídeos (~5%). Esses valores variam muito de acordo com a espécie e o substrato usado, as condições de cultivo e frutificação e o estágio de desenvolvimento do cogumelo (QUIROZ-CASTAÑEDA et al., 2011; ZERVAKIS et al., 2001).

As fibras também estão presentes em quantidades consideráveis, tanto na forma solúvel como insolúvel. A parede celular dos cogumelos é composta principalmente por quitina, que é uma fibra insolúvel e dentre as solúveis, a mais conhecida é a β -glucana (CHEUNG, 2013; MANZI et al., 2004).

Polissacarídeos (β -glucana), glicoproteínas, vitaminas, substâncias fenólicas e outros, presentes nos cogumelos, apresentam diversas propriedades medicinais, tais como atividades antioxidantes, antimicrobianas, imunomoduladoras e antitumorais, bem como regulação do metabolismo lipídico e do diabetes *mellitus* (REIS; ROCHA, 2015).

Portanto, uma dieta rica em antioxidantes associada aos mecanismos de defesa endógenos (catalase, peroxidase, metaloproteínas e superóxido dismutase) pode ser eficiente no combate de processos oxidativos naturais do organismo e proteger contra disfunções neurológicas, doenças cardiovasculares e câncer (VALVERDE; HERNÁNDEZ-PEREZ; PAREDES-LÓPEZ, 2015), que ocorrem devido à formação de espécies reativas de oxigênio (EROs).

2.4 Substâncias fenólicas e atividade antioxidante

As substâncias fenólicas são amplamente distribuídas em plantas e estão presentes na alimentação humana e animal. Nas plantas, estão envolvidas no crescimento e reprodução, na pigmentação, na proteção contra patógenos e em situações de estresse (BALASUNDRAM; SUNDRAM; SAMMAN, 2006; RICE-EVANS; MILLER; PAGANGA, 1997). Atualmente estão descritos cerca de 200000 metabólitos secundários, sendo que 20% destes são substâncias fenólicas (PEREIRA et al., 2009)

Dentre os antioxidantes de fontes naturais, destacam-se os ácidos fenólicos, os taninos, os flavonoides e os tocoferóis (DAI; MUMPER, 2010). Os ácidos fenólicos, substâncias formadas por, no mínimo, um anel aromático, em que pelo menos um hidrogênio é substituído por um grupo hidroxila, são metabólitos secundários das plantas e dos fungos. Juntamente com os tocoferóis e carotenoides, se encaixam no grupo de compostos antioxidante naturais, todos com propriedades redutoras, além de ações biológicas importantes como sequestro de radicais livres, quelantes de metais e inibição da oxidação do LDL. Eles podem neutralizar os radicais livres, retardar ou inibir a oxidação (ELMASTAS et al., 2007; FARASAT et al., 2014; KOSANIĆ; RANKOVIĆ; DAŠIĆ, 2012).

A formação de radicais livres está associada ao metabolismo normal do organismo, porém quando em desequilíbrio, estão associados a doenças como o câncer. A ingestão de antioxidantes de fontes como frutas e vegetais pode minimizar a ação dos radicais livres e, conseqüentemente, reduzir os riscos dessas doenças. Por isso, o consumo de fontes naturais de antioxidantes e os estudos dessas substâncias tem sido aumentado (ABDULLAH et al., 2012; LEE et al., 2008b; MATSUZAWA, 2006).

3 JUSTIFICATIVA

Os cogumelos são consumidos na alimentação humana devido ao seu alto valor nutricional e sua atividade antioxidante. Os fungos têm sido utilizados também na bioremediação, destoxificação e capacidade enzimática de digerir celulose, hemicelulose e lignina. O farelo ou torta da semente de algodão é uma fonte potencial para alimentação animal devido seu alto teor proteico (acima de 26%) e lipídico, mas possui limitações de uso, devido à presença do fator tóxico e antinutricional, gossipol. Estudos anteriores realizados pela Embrapa Agroenergia demonstraram a capacidade de algumas espécies de fungos em destoxificar da torta de caroço de algodão, de forma que a biomassa passe ser favorável para a nutrição de monogástricos.

A indústria de cogumelos vem crescendo cada vez mais e, conseqüentemente, a produção do SMS. Após uma ou várias colheitas, esse material é descartado. Portanto, há a necessidade de estudos que caracterizem esse material, para indicar possíveis aplicações como ingredientes no setor de alimentos, ração animal, como aditivo de biocombustíveis ou outras aplicações, bem como caracterizar os cogumelos produzidos a partir desses.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Avaliar a composição centesimal, substâncias fenólicas e as propriedades antioxidantes da biomassa pré e pós-cultivo de cogumelos comestíveis cultivados com a torta de caroço de algodão na formulação inicial.

4.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar as misturas pré-cultivo, os cogumelos e seus respectivos SMS quanto à composição centesimal para verificar como o processamento pode influenciar nas propriedades do SMS
2. Quantificar espectralmente fenólicos e flavonoides totais nas misturas, nos cogumelos e em seus respectivos SMS para avaliar quais espécies de fungos são maiores produtores de substâncias fenólicas
3. Avaliar a atividade antioxidante das misturas, dos cogumelos e dos SMS pelos métodos de DPPH, ABTS, peroxidação lipídica e Rancimat.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Materiais

Foram analisadas as misturas pré-cultivo, diferentes espécies de cogumelos comestíveis e a biomassa pós-cultivo (SMS), como mostra a **Tabela 1**. A Embrapa Agroenergia forneceu três pré-cultivos. O primeiro contendo mistura de 70% de torta de caroço de algodão e 30% de serragem de *Eucalyptus* spp, onde foi inoculado o fungo *Pleurotus ostreatus* cc389, que gerou cogumelos e SMS. O segundo pré-cultivo contendo mistura de 70% de torta de caroço de algodão e 30% de bagaço de cana de açúcar, onde foi inoculado o fungo *Fistulina hepatica* cc102, neste caso o basidiomiceto não frutificou, por isso foi analisado gerou apenas o SMS. O terceiro contendo mistura de 20% de torta de caroço de algodão e 80% de serragem de *Eucalyptus* spp, onde foram inoculados os fungos *Fistulina hepatica* cc102 e *Panus lecomtei* cc040, que geraram cogumelos e SMSs, respectivamente. A Hochibra Cogumelos Exóticos, empresa localizada no município de Vitória da Conquista (BA) forneceu os cogumelos *Pleurotus ostreatus* e *Pleurotus eryngii* e seus respectivos pós-cultivos, cultivados em meio contendo torta de caroço de algodão. Os fungos *P. ostreatus* cc389, *F. hepatica* cc102 e *P. lecomtei* cc040 foram selecionados por apresentarem resultados significantes (acima de 95%) quanto a destoxificação do fator antinutricional gossipol presente na torta de caroço de algodão, em trabalhos anteriores. Com exceção dos fungos comerciais, todas as coletas dos fungos silvestres foram realizadas sob a autorização de bioprospecção SISBIO / IBAMA n. 41346-1.

Tabela 1. Descrição e códigos das amostras utilizadas no estudo.

Origem	Código	Amostra	Descrição
Embrapa ¹	M1	Pré-Cultivo	70% TCA + 30% SER
	SMS1	Pós-cultivo	Biomassa vegetal + biomassa microbiana
	Cog1	Cogumelo	<i>Pleurotus ostreatus</i> cc389
	M2	Pré-Cultivo	70% TCA + 30% BAG
	SMS2	Pós-cultivo	Biomassa vegetal + biomassa microbiana
	Cog2*	Cogumelo	<i>Fistulina hepatica</i> cc102 (não houve corpo de frutificação)
	M3	Pré-Cultivo	20% TCA + 80% SER
	SMS3	Pós-cultivo	Biomassa vegetal + biomassa microbiana
	Cog3	Cogumelo	<i>Fistulina hepatica</i> cc102
	M3	Pré-Cultivo	20% TCA + 80% Serragem
	SMS4	Pós-cultivo	Biomassa vegetal + biomassa microbiana
	Cog4	Cogumelo	<i>Panus lecomtei</i> cc040
Hochibra ²	M5**	Pré-Cultivo	Contém TCA (não fornecido)
	SMS5	Pós-cultivo	Biomassa vegetal + biomassa microbiana
	Cog5	Cogumelo	<i>Pleurotus eryngii</i>
	M6**	Pré-Cultivo	Contém TCA (não fornecido)
	SMS6	Pós-cultivo	Biomassa vegetal + biomassa microbiana
	Cog6	Cogumelo	<i>Pleurotus ostreatus</i>

* O basidiomiceto não frutificou. **As amostras não foram fornecidas. ¹: Embrapa Agroenergia – DF, projeto FungiDetox, CNPJ n. 00348003001788. ²: Hochibra Cogumelos Exóticos – BA, CNPJ n. 11.719.923/0001-14. TCA: Torta de caroço de algodão; SER: serragem de *Eucalyptus*; BAG: bagaço de cana de açúcar.

5.2 Métodos

5.3 Composição centesimal

Os materiais foram seco em estufa com ventilação forçada a 65°C, por 48 horas, moído em moinho ultracentrífugo (ZM 200, Retsch, Germany) e caracterizado quanto a composição centesimal (matéria seca, matéria mineral, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, proteína bruta e lignina), de acordo com Nogueira e Souza (2005). Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os valores foram expressos em média \pm desvio padrão, em base seca.

5.3.1 Preparo dos extratos das amostras

O extrato etanólico 80 % foi obtido de acordo com Kwak et al (2015), com modificações. Foram pesados 2 g de cada amostra em tubo cônico e adicionado 40 mL da solução alcoólica. Os tubos foram colocados em banho ultrassônico (USC480A, Unique, SP, BRA) por 20 minutos, agitados em shaker (Benchtop Shaking Incubator, 222-DS, LabNet International, Inc) por 10 minutos e centrifugados (Centrífuga, Universal 230, Hettich Lab Technology, TUT, GER) por 10 minutos a 4000 rpm. O sobrenadante foi recolhido e armazenado sobre abrigo de luz. Essa extração foi realizada cinco vezes. A solução extraída foi concentrada em concentrador centrífugo a vácuo (CentriVap®, Labconco, MO, USA).

5.4 Determinação de fenólicos e flavonoides totais

A determinação dos fenólicos totais seguiu o método descrito por Folin e Ciocalteu (1927), com algumas modificações (FARASAT et al., 2014).

Foram preparadas soluções de extratos na concentração de 3 mg/mL. Em microplaca de 96 poços foram pipetadas 20 µL de cada solução das amostras, 100 µL de reagente Folin-Ciocalteu (1:10) e 80 µL de carbonato de sódio a 7,5 % (p/v), em quadruplicata. As placas foram agitadas por 10s em leitor de microplaca (SpectraMax M3, Molecular Devices, CA, USA) e deixadas em repouso por 150 min (2,5 h) à temperatura ambiente e protegidas da luz. A leitura foi realizada em 765 nm (SpectraMax M3, Molecular Devices, CA, USA). Foi utilizado metanol para o preparo do branco e os dados foram interpolados em curva analítica de ácido gálico com oito concentrações de 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500 e 1000 µg/mL, sendo os resultados expressos mg de equivalente de ácido gálico (EAG)/ g de extrato seco.

A determinação dos flavonoides totais seguiu o método descrito por Deutsches Arzneibuch (1978) com algumas modificações (FARASAT et al., 2014). O extrato foi preparado conforme descrito anteriormente e em microplaca de 96 poços foram pipetadas 20 µL de cada solução das amostras e 20 µL de solução AlCl₃ 10% em metanol:ácido acético (p/v), 20 µL acetato de potássio 1 M, e 180 µL de água. As placas foram agitadas por 10 s em leitor de microplaca (SpectraMax M3, Molecular Devices, CA, USA) e deixadas em repouso por 30 min à temperatura ambiente e

protegidas da luz. A leitura foi realizada em 415 nm (SpectraMax M3, Molecular Devices, CA, USA). Foi utilizado metanol para o preparo do branco e os dados foram interpolados em curva analítica de quercetina com oito concentrações de 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500 e 1000 µg/mL), sendo os resultados expressos mg de equivalente de quercetina (EQ)/ g de extrato seco. Para todas as amostras foram realizadas leituras de compensação, onde a solução de AlCl₃ 10% foi substituída por água, e descontada após a leitura. As análises foram realizadas com três repetições em quadruplicata.

5.4.1 Determinação da atividade antioxidante

A atividade antioxidante foi avaliada empregando diferentes métodos descritos a seguir.

a. Captura do radical DPPH: O método é baseado na redução do radical DPPH• (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) a DPPH^H (difenil-picrilhidrazil) que leva a diminuição da absorvância e alteração colorimétrica (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995). Foram preparadas soluções de 5 mg/mL em metanol. Em microplaca de 96 poços, foram pipetados 100 µL de cada solução da amostra, 100 µL da solução de DPPH• 20 µM. Após 30 min com a placa protegida da luz, em temperatura ambiente, a absorvância foi medida em 518 nm em espectrofotômetro (SpectraMax M3, Molecular Devices). Como branco, foi utilizado metanol (200 µL). Foram realizadas três repetições em quadruplicata. A % de inibição foi calculada de acordo com a **Equação 1**. A atividade antioxidante foi expressa como µM de Eq TEAC/ g de extrato seco.

$$\% DPPH_{Eliminado} = 100 \times \left[\frac{(ABS_{Amostra} - ABS_{Branco da amostra})}{(ABS_{DPPH} - ABS_{Branco do solvente})} \right]$$

Equação 1. Fórmula para determinação da porcentagem de eliminação de radicais livres.

Onde, ABS_{amostra}: absorvância da amostra com DPPH, ABS_{branco da amostra}: absorvância da amostras sem DPPH, ABS_{DPPH}: absorvância do DPPH em 0,1 mM e ABS_{branco do solvente}: absorvância do solvente.

b. Captura do radical ABTS: O método é baseado na captura do radical ABTS ((2,2-azinobis(3-etilbenzotiazolína-6-ácido-sulfônico)), que pode ser gerado através de uma reação química, eletroquímica ou enzimática (ARNAO; CANO; ACOSTA, 2001; RE et al., 1999). Com esse método pode-se mensurar a atividade de substâncias com natureza hidrofílica e lipofílica, limitante no ensaio de DPPH, que apresenta pouca reprodutibilidade para substâncias com natureza hidrofílica. O radical ABTS foi preparado em ambiente protegido da luz, a partir da mistura de 10 mL de solução de ABTS 7 mM em água, e 10 mL de persulfato de potássio 2,45 mM, em água. Essa solução foi mantida em escuro por 16 horas. Em seguida, foi diluído 10 mL desta mistura em etanol até obter uma absorvância de 0,70 nm ± 0,05 nm a 734 nm. A curva de Trolox foi preparada com diferentes concentrações (150uM a 1200 uM). Em microplaca, foram pipetados 10 µL de cada solução e 190 µL da solução radical de ABTS. A absorvância foi medida em 734 nm no tempo 0 e depois de 6 minutos, em espectrofotômetro (SpectraMax M3, Molecular Devices, CA, USA). Como branco, foi utilizado metanol (200 µL). Foram realizadas três repetições em quadruplicata. A porcentagem de inibição foi calculada de acordo com a **Equação 2**. A atividade antioxidante será expressa como µM de Eq TEAC/ g de extrato seco.

$$\% \text{ABTS}_{\text{Eliminado}} = 100 \times \left[\frac{(\text{ABS}_{\text{Amostra}} - \text{ABS}_{\text{Branco da amostra}})}{(\text{ABS}_{\text{ABTS}} - \text{ABS}_{\text{Branco do solvente}})} \right]$$

Equação 2. Fórmula para determinação da porcentagem de eliminação de radicais livres.

Onde, $\text{ABS}_{\text{amostra}}$: absorvância da amostra com ABTS, $\text{ABS}_{\text{branco da amostra}}$: absorvância da amostras sem ABTS, ABS_{DPPH} : absorvância do ABTS em 0,1 mM e $\text{ABS}_{\text{branco do solvente}}$: absorvância do solvente

c. Atividade inibidora da peroxidação lipídica: o ensaio foi realizado de acordo com Hazzit e colaboradores (2009), através da determinação do conteúdo de substâncias reativas com o ácido tiobarbitúrico (TBARS), utilizando a gema de ovo como substrato lipídico. A inibição da peroxidação lipídica foi determinada pela diminuição da formação de malondialdeído (MDA), um aldeído que reage com duas moléculas do ácido tiobarbitúrico (TBA), gerando um cromóforo rosa que é detectado espectrofotometricamente. Foram preparadas soluções de 5 mg/mL em metanol para cada amostra avaliada. As amostras foram adicionadas em tubos, sendo o

metanol evaporado à temperatura ambiente, em capela. Foi preparado uma solução de gema de ovo (10 % p/v) em solução de tampão fosfato 20 mM (pH 7,4). Para a indução da peroxidação lipídica, em microtubos, foi adicionado 1 mL da solução de gema de ovo (10 % p/v), 100 µL das amostras e 100 µL de solução de sulfato de ferro (II) 0,07 M. Os microtubos foram mantidos em banho-maria a 37°C por 30 minutos. Em seguida, em temperatura ambiente, foram adicionados 2 mL de solução de ácido tricloroacético (15 %) em cada tubo. As amostras foram centrifugadas (Centrífuga Heraeus Megafuge16, Thermo Scientific, GER) a 1200 rpm por 10 minutos. Após a centrifugação, uma alíquota de 50 µL do sobrenadante de cada microtubo foi transferida para placa de PCR. Foi adicionado 50 µL de uma solução de ácido tiobarbitúrico (0,67 %) em solução de dodecil sulfato de sódio (1,1 %). As placas foram então levadas para aquecimento em termociclador a 95 °C por 30 minutos. O conteúdo de cada placa foi transferido para uma microplaca de 96 poços e a absorbância foi determinada através de espectrofotômetro (SpectraMax M3, Molecular Devices, CA, USA), em comprimento de onda de 532 nm. Um controle branco foi preparado da mesma forma, apenas substituindo o sulfato de ferro (II) 0,07 M por água. O controle negativo foi preparado substituindo a amostra por água e um controle positivo utilizando-se uma solução de Tween 80% (0,05 %), dissolvida em solução salina (0,9 %) e uma curva de Trolox (40 a 5000 µM). Foram realizadas três repetições em quadruplicata. A atividade antioxidante foi expressa em porcentagem de inibição da peroxidação lipídica de acordo com **Equação 3**.

$$I = \{[(1 - ABS_{Amostra})/ABS_{Controle}] - 100\}$$

Equação 3. Fórmula para a determinação da porcentagem da inibição da peroxidação lipídica.

Legenda: $ABS_{Amostra}$: absorvância da amostra;
 $ABS_{Controle}$: absorvância do controle peroxidado;

e. Estabilidade oxidativa em aparelho Rancimat: O princípio desse teste se baseia na determinação da condutividade de ácidos voláteis formados durante o processo da oxidação lipídica. O tempo necessário para produzir um aumento da condutividade devido à formação desses ácidos determina o tempo de indução (TI), que pode ser definido como uma medida da estabilidade de uma gordura ou óleo (LÄUBLI; BRUTTEL, 1986). A capacidade antioxidante dos extratos foi determinada

pela medição do tempo de indução para oxidação da banha de porco comercial, sem adição de antioxidante, através do equipamento Rancimat (873, Metrohm, Brasil) que foi configurado para ensaio na temperatura de 110 °C e taxa de fluxo de ar de 20 L/h. Em cada tubo, continha aproximadamente 3 g de banha de porco sem adição de conservantes e 100 µL do extrato etanólico na concentração de 200 ppm. Como controle positivo, foi utilizado o BHT (hidroxitolueno butilado) na concentração de 100 ppm. O teste foi feito em triplicata e os resultados foram expressos em média \pm desvio padrão do tempo de indução (h).

5.5 Análises Estatísticas

Os resultados obtidos foram expressos em média \pm desvio padrão e analisados estatisticamente pela análise de variância com comparações múltiplas (ANOVA), sendo utilizado o pós-teste de Tukey, análise de similaridade sendo utilizado como pós-teste o método de Scott-Knott e análise de correlação de Pearson. Em ambos os testes foi considerado como estatisticamente significativo o $p < 0,05$ (nível de significância de 5%), utilizando-se os softwares R Core Team® (2017), GraphPadPrism® (2007) e Origin® (2013).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Composição centesimal

A Tabela 2 apresenta os resultados da composição centesimal das amostras analisadas.

As misturas M1 e M3, contendo serragem de eucalipto em sua composição, mesmo em diferentes concentrações, não apresentaram diferença estatística quanto ao teor de matéria mineral (MM), que foi em média 6% e a mistura contendo bagaço de cana (M2), apresentou 4% em média de MM. Os pós-cultivos com maior teor de MM foram os de origem comercial (SMS5 e SMS6), inoculados com os fungos *P. eryngi* e *P. ostreatus*, seguido do SMS2, inoculado com o fungo *F. hepatica* cc102, com 5,82% de MM. Os cogumelos com maior teor mineral foram o *P. ostreatus* e o *P. eryngi*. Os cogumelos *Pleurotus* spp, foram os que apresentaram maior teor de matéria mineral, se assemelhando com os resultados encontrados por Pedra et al., 2009, que analisou dois isolados de *P. ostreatus* cultivados em casca de coco moída suplementada com farelos. Comparando as misturas com os pós cultvos, o SMS2 foi o único que apresentou aumento de MM, sugerindo que os minenaris ficaram mais concentrados no micélio. Já os outros SMS, apresentaram valores menores de MM em relação a mistura, indicando que o cogumelo retirou os minerais presentes nas misturas para seu desenvolvimento (corpo de frutificação).

Segundo Sales-Campos et al., 2009, fatores como a espécie de fungo usada no cultivo e as condições ambientais têm influência direta na composição química dos cogumelos, principalmente nos minerais e na qualidade protéica. O substrato também influencia diretamente a composição de minerais, pois as hifas dos cogumelos ficam em contato com esse material e dele tiram seus elementos essenciais (KWAK; JUNG; KIM, 2008; ZERVAKIS et al., 2001). Foi realizado um estudo da composição química e nutricional de 400 espécies diferentes de cogumelos e os minerais encontrados foram o sódio, o cálcio, o magnésio, o enxofre, o fósforo e o potássio, em ordem crescente de concentração, sendo que o potássio não é uniformemente distribuído nos cogumelos, se concentrando principalmente no píleo (KALAC, 2009).

A M1, com serragem de eucalipto, foi a que apresentou maior teor de extrato etéreo (EE) com 3,31%. O SMS2, inoculado com o *F. hepatica* cc102, foi o que apresentou maior teor de EE (1,36 %). Os SMS1, SMS5 e SMS6, inoculados com o fungo *Pleurotus* spp, apresentaram teor de EE variando de 0,75 a 0,97%, não apresentando diferença estatística. Os cogumelos *P. ostreatus* (Cog1 e Cog6), foram os que apresentaram maiores valores de EE, 1,12 e 1,05%, respectivamente. Apesar de serem provenientes de diferentes misturas, não apresentaram diferença estatística quanto ao valor de EE. Ragunathan e Swaminathan (2003) avaliaram a composição centesimal de *Lentinus sajor-caju* (anteriormente classificado no gênero *Pleurotus* spp.), obtendo valores médios de 0,95, 1,22, 1,41 e 1,19% de extrato etéreo para os substratos com resíduos da parte aérea do cultivo de algodão, palha de milho, palha de sorgo e misto, respectivamente. O conteúdo total de lipídeos ou extrato etéreo de cogumelos comestíveis pode variar, de acordo com a espécie, de 1 a 10%, sendo 72 a 85% deste valor representado por ácidos graxos insaturados, como os ácidos linoleico e oleico. O ácido linoleico é o ácido graxo encontrado em maior proporção em *Pleurotus* spp (CASTRO et al., 2007; PEDNEAULT et al., 2008; SINANOGLU et al., 2015). O ácido linoléico e o ácido α -linolênico são ácidos graxos essenciais (EFA-Essential Fatty Acids) porém não são produzidos pelo organismo humano, portanto devem ser obtidos a partir da alimentação. O consumo desses ácidos graxos pode ajudar na prevenção e no tratamento de doenças cardiovasculares, hipertensão, inflamações em geral, asma, artrite, psoríase e vários tipos de câncer (SANDERS, 2000). Dessa forma, observamos que quando o teor de EE é maior na mistura, o cogumelo apresenta maior EE. No caso da M2, como o *F. hepatica* cc102 não frutificou, o teor de EE no SMS2, foi similar ao da mistura.

A proteína bruta foi calculada de acordo com o fator de correção 6,25, para as misturas e SMS, que significa que as proteínas possuem 16% de nitrogênio totalmente digeríveis, desprezando substâncias nitrogenadas não proteicas que podem estar presentes nas amostras. No entanto, os cogumelos possuem quantidades significativas de substâncias nitrogenadas não proteicas em suas paredes celulares (quitina). Desse modo, o fator de correção adotado para os cogumelos foi 4,38, sugerindo que apenas 70% dos compostos nitrogenados presentes sejam digeridos (FURLANI; GODOY, 2007).

As misturas são estatisticamente diferentes umas das outras, apresentando valores de proteína bruta (PB) entre 8 e 21%, aproximadamente (Tabela 1). O baixo teor de PB na M3 já era esperado devido sua composição com 80% de serragem, que não apresenta muita proteína, de acordo com Andrade et al. (2008), que encontraram valores semelhantes de PB em eucalipto (7,70%). Os SMS5 e SMS6 apresentaram maiores valores de PB, (34,48% e 26,4%), respectivamente, seguidos dos SMS1, SMS2 e SMS3, que não apresentaram diferença estatística, com 22% de proteína bruta em média. Podemos observar que o tipo de fungo foi o principal fator que influenciou no teor proteico do SMS e do cogumelo, haja vista, que mesmo para misturas de teor de PB diferentes M2 e M3 os SMS2 e SMS3 não apresentaram diferença estatística, ao passo que a mesma mistura (M3), quando inoculada com fungos diferentes gerou SMS e cogumelos com teor de PB diferentes (Tabela 2). O cogumelo *P. ostreatus* foi o que apresentou maior teor de proteína bruta, variando de 26 a 30 % aproximadamente, entre o comercial (Cog6) e o cultivado com M1 (Cog1), confirmando os estudos de Manzi e colaboradores (1999) que analisaram diferentes isolados de *P.ostreatus* e encontraram teores de PB variando entre 20 e 35%, aproximadamente, em base seca. O teor de PB encontrado no *P. eryngii* (Cog5), foi um pouco abaixo (15,72 %) do encontrado por Manzi e colaboradores (1999) (22,74%) na mesma espécie. O *P. lecomtei* cc 040 e o *F. hepatica* cc102 apresentaram bons valores proteicos (20,01 e 23,05%), respectivamente. Outro fator importante a ser ressaltado é o aumento do teor protéico no SMS5 e SMS6. Esse fato pode ser explicado porque foi realizado uma unica colheita desses pós-cultivos, já nos outros, foram feitas colheitas durante 21 dias, aproximadamente, 3 fluxos. O teor de proteínas no SMS pode representar um método alternativo de produção de ração animal a baixo custo para os pequenos produtores. No entanto, são necessários mais estudos para a viabilização da utilização de torta de caroço de algodão para alimentação de animais, ja que os SMS1, SMS2, SMS3 e SMS4 mostraram destoxificação.

Segundo Shashirekha e colaboradores (2002) cogumelos produzidos em substratos mais ricos em nitrogênio/proteína são os mais ricos em nitrogênio/proteína, porém, nas amostras analisadas, a M3 continha baixos valores de proteína/nitrogênio, mas os cogumelos apresentaram valores elevados de proteína, ao passo que, quando comparados com a M2, que continha maior teor de

PB, não houve corpo de frutificação. Esse fato pode estar relacionado com as condições de cultivo, como por exemplo, a temperatura e a umidade das estufas.

As fibras estão presentes tanto na forma solúvel como insolúvel. As principais fibras insolúveis são a celulose e a lignina. A fibra em detergente neutro (FDN), é a fração nutricional correspondente à soma de hemicelulose (HEM), celulose (CEL) e lignina (LIG). A hemicelulose tem alta digestibilidade, a celulose tem digestibilidade variável e é afetada principalmente pela maturidade das plantas e a lignina é praticamente indigerível, por ruminantes. A fibra em detergente ácido (FDA), é a fração correspondente à soma de celulose e lignina. Quanto maior o valor de FDA, maior a chance de ter teores elevados de lignina e maior a chance de ter a digestibilidade reduzida. Os valores de hemicelulose foram calculados pela diferença entre a fibra em detergente ácido e a fibra em detergente neutro, e a celulose foi calculada pela diferença entre a lignina e a fibra em detergente ácido (NOGUEIRA e SOUZA, 2005).

Com relação as análises de fibras, quando o meio apresentou maior teor de LIG (M3), os SMS3, inoculado com o fungo *F. hepatica* cc102 e o SMS4, inoculado com o fungo *P. lecomtei* cc040, apresentaram menor teor de lignina., Quando o meio apresentou maior teor de HEM (M1 e M2) do que de lignina, os SMS1, inoculado com o fungo *P. ostreatus* cc389 e o SMS2, inoculado com o *F. hepatica* cc102, apresentaram menor teor de hemicelulose.

Após o cultivo dos diferentes fungos, os valores de celulose (CEL) encontrados nos pós-cultivos, foram maiores. Esse aumento de celulose pode ser explicado devido a presença de fibras que compõem a parede celular dos fungos e se comportam como celulose (insolúvel em detergente neutro e em detergente ácido). Por exemplo, a quitina, que é uma fibra encontrada na parede celular dos fungos, é estruturalmente semelhante à celulose (KUMAR, 2000; PILLAI; PAUL; SHARMA, 2009), podendo interferir na determinação de FDA. Portanto, são necessários mais estudos a cerca da composição das biomassas vegetais e microbianas.

As misturas apresentaram teor de hemicelulose (HEM) variando de 10,99% a 18,64%. Os pós-cultivos de origem comercial apresentaram maior teor de hemicelulose, no entanto, o SMS do *P. ostreatus* (SMS1) cultivado na Embrapa, apresentou menor teor de HEM. Os cogumelos dos fungos *F.hepatica* cc102 e *P.*

lecomtei cc040, se destacaram pelos altos valores de hemicelulose, 37,12% e 27,04%, respectivamente, sendo praticamente o dobro dos valores encontrados para o gênero *Pleurotus spp* estudados. O teor de HEM das misturas 1 e 2 foram reduzidas após o cultivo, ao passo que, o teor de HEM nos SMS3 e SMS4 aumentam em relação ao teor da mistura de origem (M3). O alto teor de HEM encontrado nos Cog3 e Cog4, pode ser um erro na técnica de análise, já que os cogumelos não possuem hemicelulose, e sim quitina e β -glucana. O mesmo fato se observou para o teor de celulose (CEL) nestes materiais.

Os valores de lignina nos SMS3 e SMS4 foram baixos quando comparados aos demais, mesmo vindo de uma mistura rica em lignina (M3), demonstrando o poder deslignificante dos fungos *F.hepatica* cc102 e *P. lecomtei* cc040, de aproximadamente 47%, característica importante para a nutrição animal. Podemos observar que pode haver ação enzimática desses fungos, degradando a lignina e tornando o SMS um substrato mais digerível.

Tabela 2. Composição centesimal dos cogumelos, das misturas antes e após cultivo do micélio (mistura e SMS).

AM	% MM	% EE	% N	%PB*	% FDN	% FDA	% LIG	%CEL	%HEM
M1	6,44± 0,17 ^{Aa}	3,31± 0,03 ^{Aa}	3,10± 0,08 ^{Ba}	19,05± 0,04 ^{Ba}	61,86± 0,30 ^{Ca}	47,40 ± 0,03 ^{Bb}	11,71± 0,59 ^{Bb}	28,15	14,46
M2	3,95± 0,05 ^{Bb}	1,60± 0,06 ^{Ba}	3,41± 0,11 ^{Aa}	21,28± 0,67 ^{Aa}	64,61± 0,31 ^{Bb}	45,97± 0,28 ^{Cb}	11,12± 0,05 ^{Bb}	34,26	18,64
M3	6,64± 0,30 ^{Aa}	1,60± 0,11 ^{Ba}	1,19± 0,05 ^{Cb}	7,64± 0,04 ^{Cb}	71,74± 0,10 ^{Ab}	60,75± 0,63 ^{Aa}	19,25± 0,15 ^{Aa}	41,51	10,99
SMS1	4,68± 0,05 ^{Cb}	0,78± 0,02 ^{Bb}	3,31± 0,05 ^{Ca}	20,70± 0,30 ^{Ca}	60,95± 0,05 ^{Fa}	48,32± 0,15 ^{Da}	17,36± 0,19 ^{Aa}	30,96	12,62
SMS2	5,82± 0,21 ^{Ba}	1,36± 0,01 ^{Aa}	3,51± 0,08 ^{Ca}	21,92± 0,52 ^{Ca}	67,53± 0,43 ^{Ea}	52,93± 0,53 ^{Ca}	15,58± 0,28 ^{Ba}	37,35	14,61
SMS3	4,64± 0,00 ^{Cb}	0,25± 0,10 ^{Cb}	3,62± 0,14 ^{Ca}	23,07± 0,46 ^{Ca}	71,07± 0,18 ^{Cb}	55,60± 0,30 ^{Bb}	9,00± 0,25 ^{Cb}	46,60	15,46
SMS4	3,86± 0,12 ^{Db}	0,24± 0,04 ^{Cb}	1,51± 0,15 ^{Db}	8,88± 0,21 ^{Db}	72,93± 0,18 ^{Ba}	57,23± 0,17 ^{Aa}	8,75± 0,32 ^{Cb}	48,47	15,71
SMS5	7,14± 0,04 ^A	0,97± 0,08 ^B	4,20± 0,35 ^B	26,24± 2,18 ^B	74,04± 0,27 ^A	56,72± 0,08 ^A	16,62± 0,30 ^A	40,10	17,32
SMS6	6,12± 0,04 ^A	0,75± 0,26 ^B	5,52± 0,11 ^A	34,48± 0,70 ^A	69,38± 0,08 ^D	52,38± 0,15 ^C	16,16± 0,31 ^B	36,21	17,01
Cog1	7,43± 0,31 ^B	1,12± 0,11 ^A	5,87± 0,07 ^B	25,69± 0,32 ^B	29,82± 0,12 ^C	12,95± 0,27 ^C	-	-	-
Cog3	4,24± 0,01 ^D	0,68± 0,13 ^B	4,65± 0,15 ^D	20,01± 0,02 ^D	64,87± 0,06 ^A	27,76± 0,28 ^A	-	-	-
Cog4	4,34± 0,12 ^D	0,72± 0,12 ^B	5,26± 0,00 ^C	23,05± 0,00 ^C	45,38± 0,34 ^B	18,33± 0,06 ^B	-	-	-
Cog5	6,74± 0,18 ^C	0,76± 0,01 ^B	3,68± 0,16 ^E	15,72± 0,30 ^E	27,94± 0,26 ^D	13,16± 0,00 ^C	-	-	-
Cog6	9,52± 0,20 ^A	1,05± 0,07 ^A	7,01± 0,17 ^A	30,30± 0,24 ^A	22,20± 0,07 ^E	12,07± 0,18 ^D	-	-	-

AM: amostra; MM: matéria mineral; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido, LIG: lignina; N: nitrogênio; PB: proteína bruta; CEL: celulose; HEM: hemicelulose. *: para cálculo de PB a partir do teor de Nitrogênio, foi utilizado o fator 6,25 para as misturas e SMS, e o fator 4,38 para os cogumelos. Foi realizado teste de Scott-Knott entre as misturas, entre os SMS's e entre os cogumelos, representado pelas letras maiúsculas. Foi realizado teste *t* entre as misturas e os SMS, representado pelas letras minúsculas. Foi comparado a M1 com o SMS1, a M2 com o SMS2, a M3 com o SMS3 e a M3 com o SMS4. Diferentes letras na mesma coluna, indicam diferença estatística entre as amostras, admitindo nível de significância $p < 0,05$.

6.2 Determinação de fenólicos e flavonoides totais

A **Figura 5** apresenta os resultados dos fenólicos totais quantificados nas diferentes amostras analisadas. A mistura que apresentou maior concentração de substâncias fenólicas foi a M3 com aproximadamente 63 mg EAG/ g de extrato seco. Nos resíduos pós-cultivo (SMS) a concentração variou aproximadamente de 25 a 56 mg EAG/ g de extrato seco, sendo o SMS6, inoculado com o *P. ostreatus* comercial, o que apresentou maior quantidade de fenólicos. Quando comparado ao SMS1, que também foi inoculado com o *P. ostreatus*, o teor de fenólicos foi menor. Essa variação no SMS pode ser justificada pela composição dos diferentes substratos. O substrato do SMS1 (M1), quando comparado aos demais (M2 e M3), apresenta menor teor de fenólicos totais. Já os SMS3 e SMS4, inoculados com os fungos *P. lecomtei* cc040 e *F. hepatica* cc102, respectivamente, que tiveram o mesmo substrato (M3), apresentaram diferença significativa, quanto ao teores de fenólicos totais, sendo que o SMS4 apresentou maior concentração de fenólicos (52 mg EAG/ g de extrato seco) que o SMS3 (25 mg EAG/ g extrato seco). Neste caso, o diferencial foi a espécie de fungo inoculado.

O cogumelo *P. lecomtei* cc040 (Cog4) também apresentou maior teor de fenólicos (42 mg EAG/ g de extrato seco) que o *F.hepatica* cc102 (Cog3), perdendo apenas para o *P. ostreatus* (Cog6) com 56 mg EAG/ g de extrato seco. A diferença estatística entre os cogumelos *P. ostreatus*, pode ser justificada pela diferença de substrato, sendo o *P. ostreatus* cc389, cultivado na M1, enquanto o outro é comercial e a mistura dos substratos não foi fornecida. De acordo com Elmastas e colaboradores (2007), os fungos *Agaricus bisporus*, *Polyporus squamosus*, *Pleurotus ostreatus*, *Lepista nuda*, *Russula delica*, *Boletus badius* e *Verpa conica* apresentaram 13,1; 13,9; 12,1; 7,7; 26,0; 17,5 e 17,2 mg de EAG/ g de extrato seco, respectivamente. Barros e colaboradores (2008) verificaram o conteúdo de fenólicos totais a partir de extratos metanólicos de cogumelos de cinco espécies de *Agaricus* spp. e verificaram concentrações que variaram entre 2,72 e 8,95 mg EAG/ g de extrato seco, valores inferiores aos encontrados neste estudo. A análise feita por Tsai e colaboradores (2007) em extratos etanólicos e aquosos de cogumelos

Agaricus blazei, *Agrocybe cylindracea* e *Boletus edulis*, mostrou que o conteúdo de fenólicos totais variou de 5,67-5,81 mg/g e não apresentou diferença significativa entre as espécies e entre os extratos ($p < 0,05$). As diferentes quantidades de fenólicos totais encontradas nos fungos, podem ser explicadas pelos tipos de substratos e pela temperatura. Abdullah e colaboradores (2012) encontraram aproximadamente 21 e 18 mg EAG/ g de extrato em extratos aquosos de *P. eryngii* e *L. sajor-caju*, respectivamente, diferente do valor encontrado para *P. eryngii* neste trabalho (34 mg EAG/ g de extrato).

Os ácidos fenólicos como ácido gálico, ácido tânico, ácido protocatecuico e ácido gentísico, são a maioria das substâncias fenólicas encontradas em extratos aquosos de cogumelos da Índia (PUTTARAJU et al., 2006).

Os resultados de flavonoides totais encontrados nas amostras foram muito baixos e por isso não foram discutidos. Apesar dos flavonoides serem uma classe de substâncias fenólicas amplamente distribuída, não são descritos como estando em quantidades relevantes em cogumelos (FERREIRA; BARROS; ABREU, 2009).

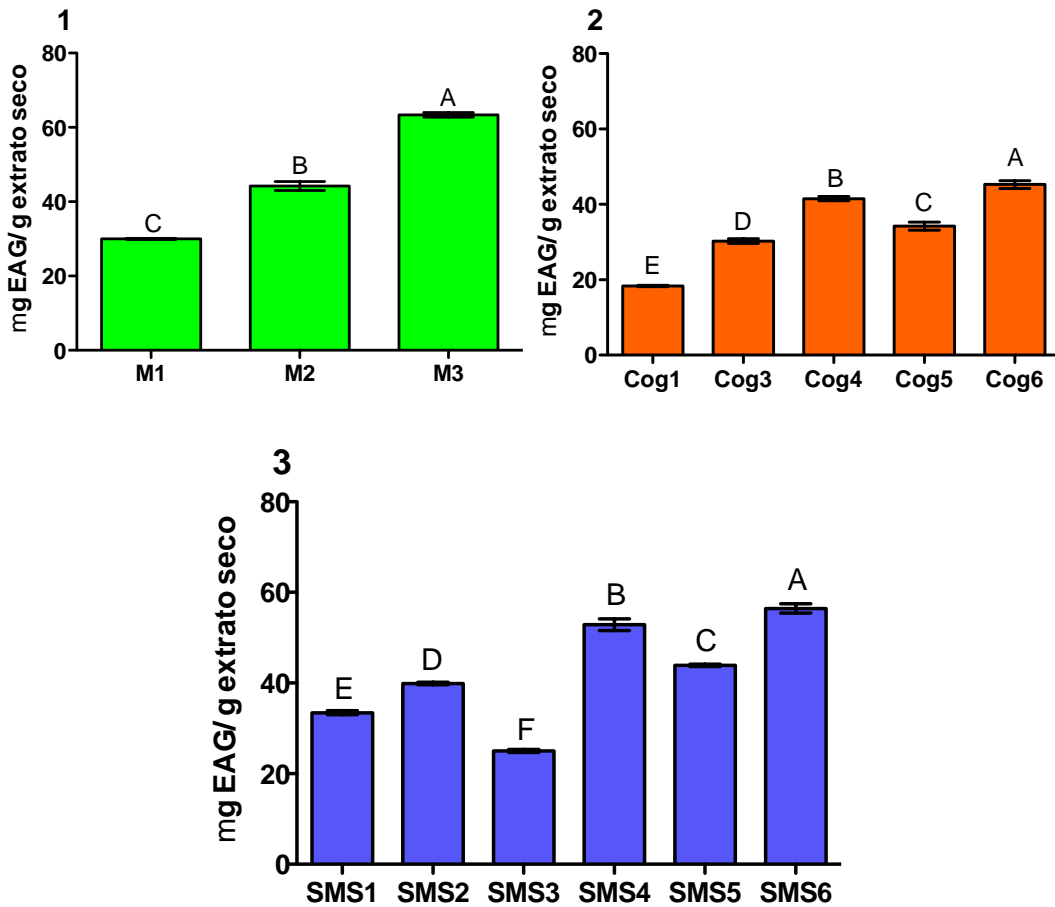


Figura 5. Gráfico da concentração de fenólicos totais (mg EAG/ g de extrato seco) nos extratos obtidos nas misturas (1), cogumelos (2) e SMS (3). Cada barra representa a média \pm desvio padrão. Diferença significativa entre os grupos representado por diferentes letras ($p < 0,05$), ANOVA, e teste de Tukey. Ver tabela 1.

6.3 Atividade Antioxidante

6.3.1 Efeito sequestrante de radicais livres no teste de DPPH

O método de DPPH é utilizado para avaliar a atividade antioxidante de substâncias que sequestram o radical livre 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH). O radical DPPH possui coloração púrpura, absorvendo a um comprimento de onda máximo de aproximadamente 518 nm. Por ação de substâncias antioxidantes, o DPPH é reduzido, formando difenil-picril-hidrazina, de coloração amarela, que é lida em espectrofotômetro.

A **Figura 6** apresenta os resultados da atividade antioxidante das amostras analisadas em μM de TEAC/ g de extrato, pelo método de DPPH. Dentre as misturas analisadas, a que apresentou maior atividade antioxidante (AA), foi a M1, com aproximadamente 12 μM de TEAC/ g de extrato. O SMS1 inoculado com o fungo *P. ostreatus* cc389 apresentou melhor AA com aproximadamente 5 μM de TEAC/ g de extrato. Os SMS2, SMS4, SMS5 e SMS6, não apresentaram diferença estatística, tendo em média 2,7 μM de TEAC/ g de extrato. Dentre os cogumelos, o *P. lecomtei* cc040 (Cog4), teve a maior AA, quase o dobro, quando comparado aos cogumelos do gênero *Pleurotus* spp. Os Cog1 e Cog6, apesar de serem da mesma espécie, apresentaram valores estatisticamente diferentes de atividade antioxidante (substratos diferentes).

Elmastas e colaboradores (2007) avaliaram a capacidade de eliminação do radical DPPH em extratos metanólicos de sete diferentes cogumelos e encontraram 91,3% (*Lepista nuda*), 86,1% (*Russula delica*), 82,8% (*Polyporus squamosus*), 81,3% (*Pleurotus ostreatus*), 77,5% (*Agaricus bisporus*), 75,7% (*Verpa conica*) and 68,7% (*Boletus badius*), nas concentrações de 180mg/mL. Neste presente estudo, o *P. ostreatus* (Cog 6) inibiu 59% do radical, em uma concentração de 312,5 mg/mL. Esses resultados revelaram que os extratos metanólicos de espécies de cogumelos são sequestradores de radicais livres, atuando como possíveis antioxidantes primários (CHEUNG; CHEUNG; OOI, 2003; KITZBERGER et al., 2007).

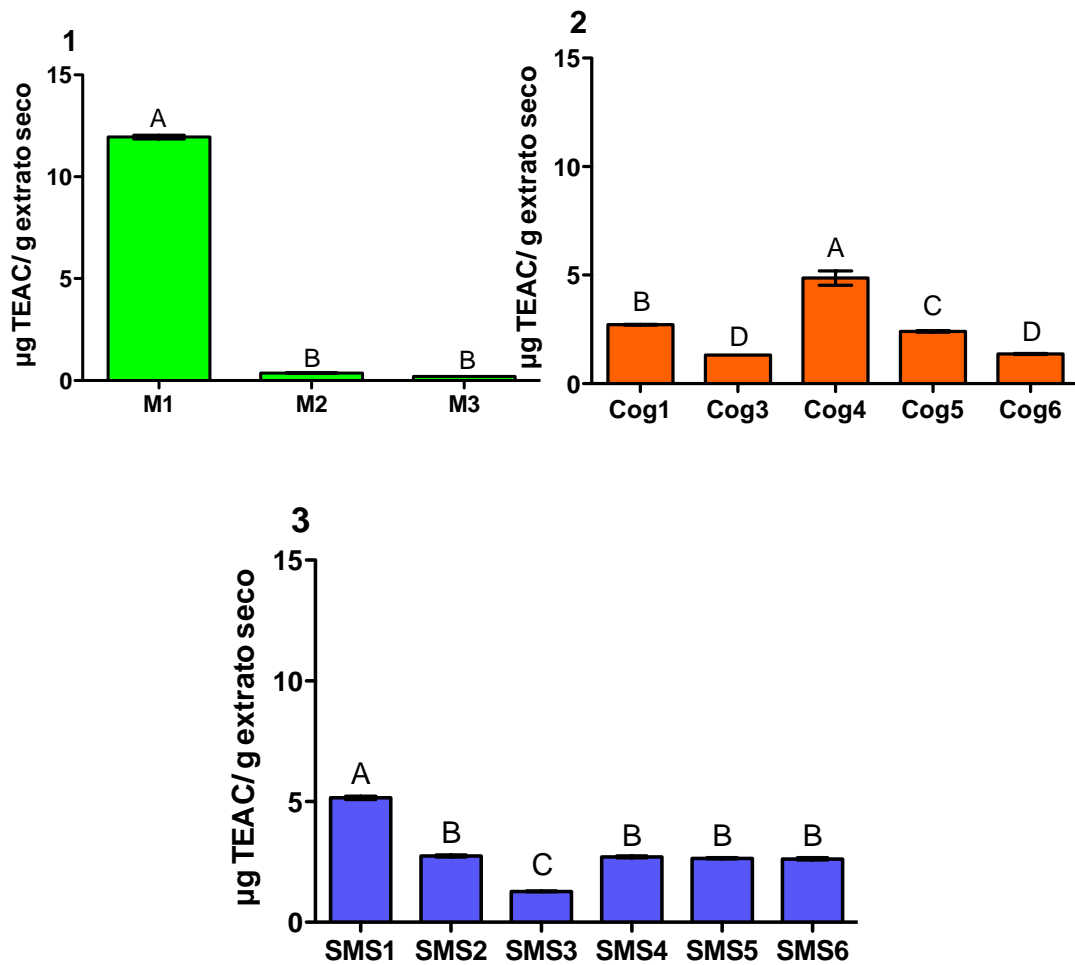


Figura 6. Gráfico da atividade antioxidante expressa em equivalente de trolox ($\mu\text{M TEAC/g}$ de extrato) nos extratos obtidos nas misturas (1), cogumelos (2) e SMS (3), pelo método de DPPH. Cada barra representa a média \pm desvio padrão. Diferença significativa entre os grupos representado por diferentes letras ($p < 0,05$), ANOVA e teste de Tukey.

6.3.2 Efeito sequestrante de radicais livres no teste de ABTS

O método é baseado na captura do radical ABTS ((2,2-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido-sulfônico)), que pode ser gerado através de uma reação química, eletroquímica ou enzimática. Com esse método pode-se medir a atividade de substâncias com natureza hidrofílica e lipofílica, limitante no ensaio de DPPH, que apresenta pouca reprodutibilidade para substâncias com natureza hidrofílica.

A **Figura 7** apresenta os resultados de atividade sequestrante de ABTS nas amostras analisadas em μM de TEAC/ g de extrato. Dentre as misturas analisadas, a que apresentou maior sequestro do radical ABTS, foi a M3, com aproximadamente 1 μM de TEAC/ g de extrato seco. Os pós-cultivos (SMS) apresentaram valores muito baixos variando de 0,03 a 0,09 μM de TEAC/ g de extrato. E, assim como no teste de DPPH, o *P. lecomtei* cc040 (Cog4), foi que apresentou maior sequestro do radical, porém também foi um valor baixo (0,21 μM de TEAC/ g de extrato). Sudha e colaboradores (2012) analisaram diferentes extratos de *P. eous* (cogumelo rosa) e encontraram 97,1% de inibição do radical ABTS em concentração de 50 mg/mL. A origem, o meio de cultivo e as condições ambientais influenciam na composição das substâncias fenólicas dos cogumelos, por isso os valores de inibição do radical ABTS podem variar de acordo com cada espécie de cogumelo.

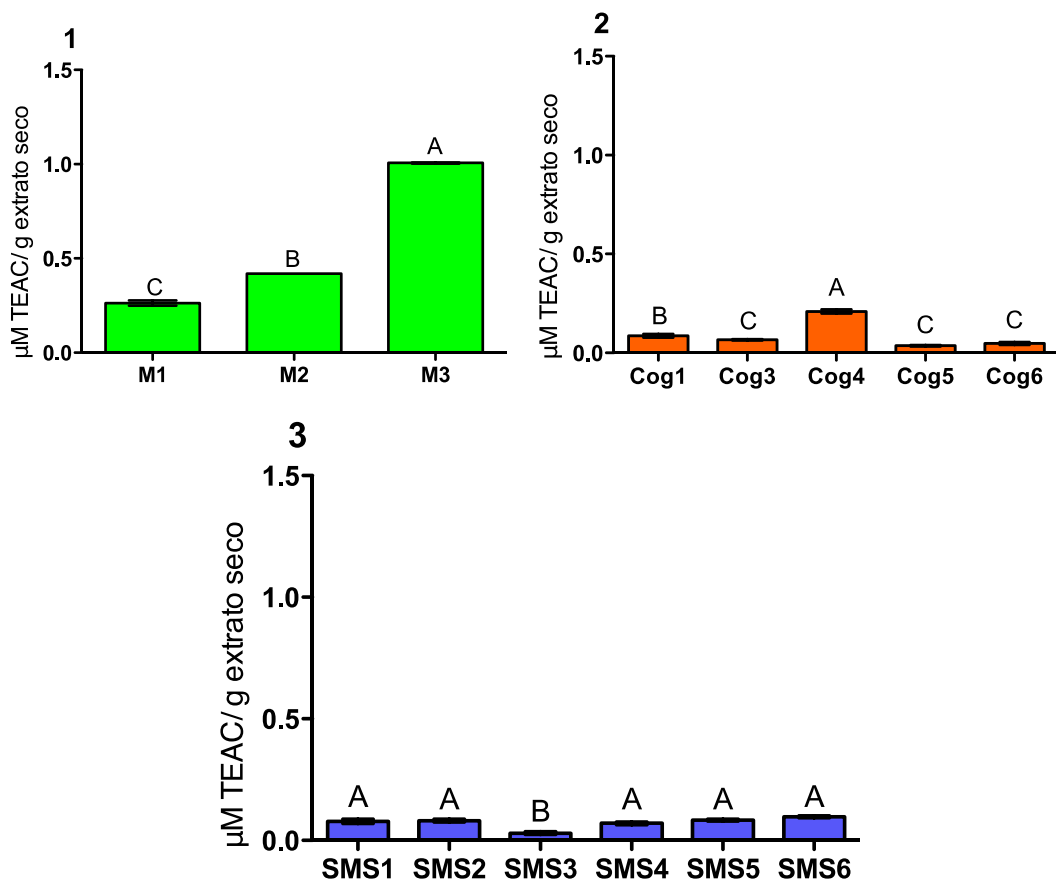


Figura 7. Gráfico da atividade antioxidante expressa em equivalente de trolox ($\mu\text{M TEAC/ g}$ de extrato seco) nos extratos obtidos nas misturas (1), cogumelos (2) e

SMS (3), pelo método de ABTS. Cada barra representa a média com \pm desvio padrão. Diferença significativa entre os grupos representado por diferentes letras ($p < 0,05$), ANOVA e teste de Tukey.

6.3.3 Efeito antioxidante sobre a peroxidação lipídica

A peroxidação lipídica pode ser definida como uma cascata de eventos bioquímicos resultantes da ação dos radicais livres sobre os ácidos graxos poli-insaturados das membranas celulares, causando um estresse oxidativo (BENZIE, 1996). O ensaio foi realizado de acordo com Hazzit e colaboradores (2009) através da determinação do conteúdo de substâncias reativas com o ácido tiobarbitúrico (TBARS), utilizando a gema de ovo como substrato lipídico. A inibição da peroxidação lipídica foi determinada pela diminuição da formação de malondialdeído (MDA), um aldeído que reage com duas moléculas do ácido tiobarbitúrico (TBA), gerando um cromóforo rosa que é detectado espectrofotometricamente. A **Figura 8** mostra um esquema da peroxidação lipídica (MIMICA-DURICK et al., 2012).

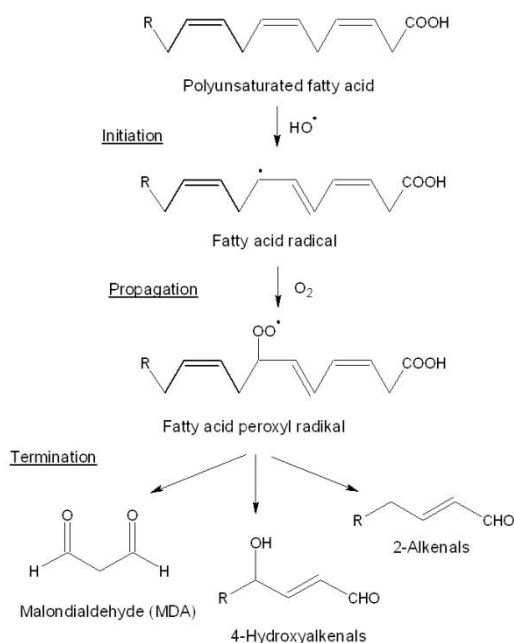


Figura 8. Esquema do processo de peroxidação lipídica.

Fonte: adaptado de Mimica-Durick et al. 2012.

A **Figura 9** apresenta os resultados de porcentagem de inibição da peroxidação lipídica em gema de ovo em diferentes concentrações (70 a 2500 mg/mL).

A M3 foi a que apresentou melhor atividade antioxidante, inibindo aproximadamente 43% da peroxidação lipídica, apresentando diferença estatística das demais misturas. O SMS3 inoculado com o *F. hepatica* cc102 inibiu aproximadamente 27% da peroxidação lipídica. Os SMS1 e SMS6, inoculados com o *P. ostreatus*, apresentaram diferença significativa, sendo o SMS6 (comercial) o que teve a maior inibição da peroxidação maior (~26%). O cogumelo *P. lecomtei* cc040, foi o que apresentou melhor atividade antioxidante, inibindo aproximadamente 33% da peroxidação lipídica, não apresentando diferença do *P. eryngii* (30%). Dissanayake e colaboradores (2009) avaliaram a atividade antioxidante de diferentes extratos de *P. ostreatus* e o extrato de acetona foi o que apresentou melhores resultados de inibição de peroxidação (~50%).

De acordo com o Nosál'ová e colaboradores (2001), a atividade antioxidante de extratos de *P. ostreatus* pode estar relacionada a presença de β -glucanas. Abdullah e colaboradores (2012) avaliaram a atividade antioxidante de quatorze espécies de cogumelos selvagens, por diferentes métodos, entre eles, a peroxidação lipídica em gema de ovo e encontraram aproximadamente 48 e 43% de inibição da peroxidação nos cogumelos *P. eryngii* e o *L. sajor-caju*, respectivamente, em uma concentração de 10 mg/mL, valor superior ao encontrado neste trabalho para o *P. eryngii*.

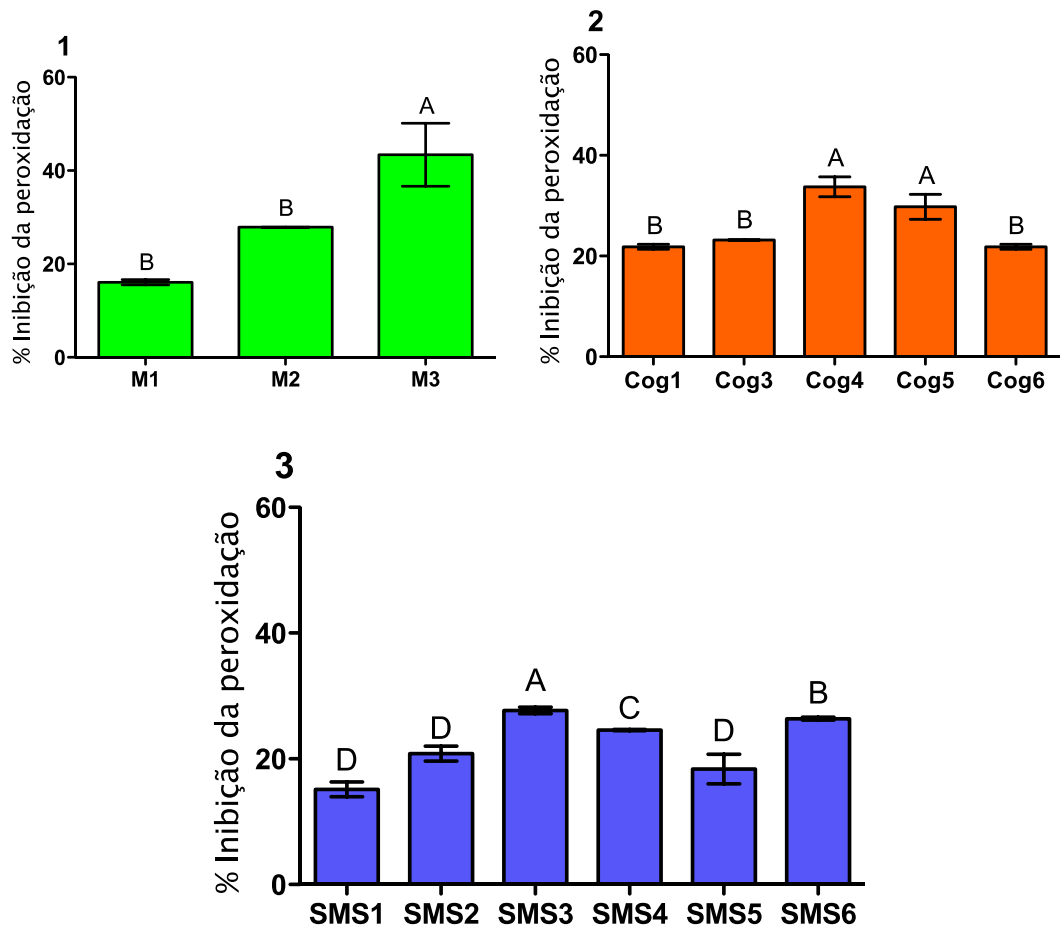


Figura 9. Gráfico da porcentagem de inibição da peroxidação lipídica em gema de ovo nos extratos (na concentração de 5mg/mL) obtidos nas misturas (1), cogumelos (2) e SMS (3). Cada barra representa a média com \pm desvio padrão. Diferença significativa entre os grupos representado por diferentes letras ($p < 0,05$), ANOVA e teste de Tukey.

6.3.4 Efeito antioxidante no teste de oxidação acelerada - Rancimat

A atividade antioxidante por esta metodologia determina a estabilidade oxidativa de óleos e gorduras. O tempo de indução (TI) é caracterizado pela mudança da condutividade da água deionizada devido aos produtos gerados da oxidação lipídica, e pode ser definido como uma medida da estabilidade de uma gordura ou óleo. O processo é realizado sob altas temperaturas e constante aeração. A adição de um antioxidante resulta na inibição da oxidação e conseqüentemente, um aumento no tempo de indução (LÄUBLI; BRUTTEL, 1986).

A **Figura 10** apresenta os resultados da estabilidade oxidativa dos extratos das amostras analisadas, através do tempo de indução (TI), em aparelho Rancimat das amostras analisadas. O tempo de indução do meio contendo as misturas foi menor que o do controle apenas com a banha de porco, portanto as misturas não apresentaram atividade antioxidante. Os cogumelos *F. hepatica* cc102 (Cog3) e *P. eryngii* (Cog5), não apresentaram diferença estatística entre si e apresentaram atividade antioxidante mais próxima ao do BHT (hidroxitolueno butilado), utilizado como padrão de antioxidante neste estudo. O SMS3 inoculado com o *F. hepatica*, dentre os materiais pós-cultivo, foi o que apresentou maior TI (5h), demonstrando atividade antioxidante próxima ao BHT. Analisando o potencial antioxidante dos extratos analisados, nenhuma amostra apresentou TI maior que o BHT, pois a capacidade antioxidante de substâncias fenólicas depende de vários fatores.

Segundo Broinizi e colaboradores (2007), o sistema de oxidação, o grau de glicolização e as concentrações utilizadas para os testes, são uma combinação de fatores que influenciam na capacidade antioxidante dos extratos. Silva e colaboradores (2009) avaliaram extratos de *A. blazei* e encontraram 20h de tempo de indução, sendo superior ao controle BHT (16h), demonstrando que o extrato de cogumelos pode ser um potencial antioxidante.

Chen e Ho (1997) descobriram que o ácido cafeico poderia ser decomposto e produzir atividade antioxidantes durante o aquecimento prolongado de alta temperatura no teste de Rancimat. O tempo de indução mais elevado nos Cog3, Cog5 e SMS3, pode ser atribuído à geração de alguns produtos de decomposição em altas temperaturas.

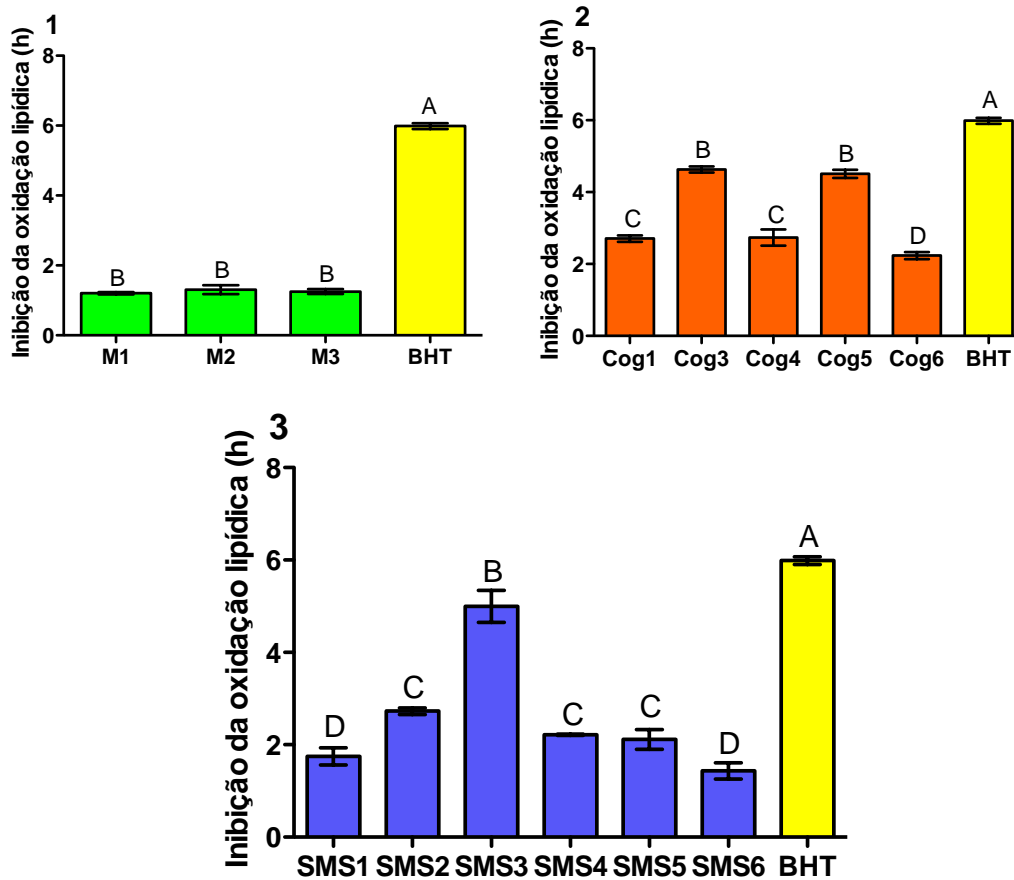


Figura 10. Gráfico do tempo de inibição da oxidação lipídica em banha de porco nos extratos obtidos nas misturas (1), cogumelos (2) e SMS (3). Cada barra representa a média com \pm desvio padrão. Diferença significativa entre os grupos representada por diferentes letras ($p < 0,05$), ANOVA e teste de Tukey. BHT: 100ppm; Extratos: 200ppm.

6.4 Análise de correlação

Foi realizada a análise de correlação de Pearson entre os resultados obtidos da quantificação de substâncias fenólicas e da atividade antioxidante dos extratos metanólicos das misturas pré e pós cultivo e dos cogumelos *Pleurotus ostreatus* cc389 e comercial, *Pleurotus eryngii* comercial, *Fistulina hepatica* cc102 e *Panus lecomtei* cc040. A análise demonstrou correlação positiva apenas para o teste de ABTS e peroxidação lipídica ($r = 0,65$; $p = 0,01$), tendo como coeficiente significativo $p < 0,05$.

7 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos na composição centesimal verificou-se que substrato influencia diretamente a composição de minerais dos cogumelos, sendo o *P. ostreatus* e o *P. eryngii* de origem comercial, assim como seus respectivos pós-cultivos (SMS), foram os que apresentaram maior teor de matéria mineral. A avaliação do teor proteico, sugeriu que os diferentes fungos são o fator principal para a composição proteica dos pós-cultivos. O cogumelo *P. ostreatus* foi o que apresentou maior teor de proteína bruta, seguido do *P. lecomtei* cc040. Nas análises de fibras, quando o meio apresentou maior teor de lignina, os pós-cultivos dos fungos *F. hepatica* cc102 e *P. lecomtei* cc040 apresentaram menores valores de lignina, e quando o meio apresentou maior teor de hemicelulose do que de lignina, os pós-cultivos dos fungos *P. ostreatus* e *F. hepatica* cc102 apresentaram menores valores de hemicelulose. Os valores de celulose foram maiores em todos os pós-cultivos, sugerindo que as fibras que compõem a parede celular dos fungos, podem estar interferindo na análise de FDA. Os valores de lignina foram menores em alguns pós cultivos, demonstrando que pode haver ação enzimática desses fungos, degradando a lignina e tornando o SMS um substrato mais digerível.

Os extratos metanólicos dos cogumelos *Pleurotus ostreatus* e o *P. lecomtei* cc040 são ricos em substâncias fenólicas, assim como seus respectivos pós-cultivos. Esses extratos apresentaram alta atividade antioxidante contra o radical DPPH e peroxidação lipídica. Já no teste de Rancimat, os fungos que se destacaram com maior inibição da oxidação lipídica da banha de porco foram o *Fistulina hepatica* cc102 e *P. eryngii*. Diferentes métodos são necessários para avaliar o perfil antioxidante, devido aos diversos mecanismos subjacentes à atividade antioxidante.

REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, N.; ISMAIL, S. M.; AMINUDIN, N.; SHUIB, A. S.; LAU, B. F. Evaluation of selected culinary-medicinal mushrooms for antioxidant and ACE inhibitory activities. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2012, p. 1–12, 2012.
- ABIDIN, M. H. Z.; ABDULLAH, N.; ABIDIN, N. Z. Protective Effect of Antioxidant Extracts from Grey Oyster Mushroom, *Pleurotus pulmonarius* (Agaricomycetes), Against Human Low-Density Lipoprotein Oxidation and Aortic Endothelial Cell Damage. **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 18, n. 2, p. 109–121, 2016.
- ADEMILUYI, A. O.; OBOH, G.; ARAGBAIYE, F. P.; OYELEYE, S. I.; OGUNSUYI, O. B. Antioxidant properties and *in vitro* alpha-amylase and alpha-glucosidase inhibitory properties of phenolics constituents from different varieties of *Corchorus* spp. **Journal of Taibah University Medical Sciences**, v. 10, n. 3, p. 278–287, 2015.
- AGUIAR, L. V. B. DE. **Cultivo e avaliação nutricional de *Pleurotus ostreatus* de ocorrência na Amazônia, em condições ambientais não controladas**. [s.l.] Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2016.
- AIDA, F. M. N. A.; SHUHAIMI, M.; YAZID, M.; MAARUF, A. G. Mushroom as a potential source of prebiotics: a review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 20, n. 11–12, p. 567–575, 2009.
- ALARCÓN, J.; AGUILA, S. Lovastatin production by *Pleurotus ostreatus*: effects of the C:N ratio. **Zeitschrift fur Naturforschung. C, Journal of biosciences**, v. 61, n. 1–2, p. 95–8, 2006.
- ALARCÓN, J.; ÁGUILA, S.; ARANCIBIA-AVILA, P.; FUENTES, O.; ZAMORANO-PONCE, E.; HERNÁNDEZ, M. Production and purification of statins from *Pleurotus ostreatus* (Basidiomycetes) strains. **Zeitschrift fur Naturforschung - Section C Journal of Biosciences**, v. 58, n. 1–2, p. 62–64, 2003.
- ALVES, M.; FERREIRA, I.; LOURENÇO, I.; COSTA, E.; MARTINS, A.; PINTADO, M. Wild mushroom extracts as inhibitors of bacterial biofilm formation. **Pathogens**, v. 3, n. 3, p. 667–679, 2014a.
- ALVES, M. J.; FERREIRA, I. C. F. R.; LOURENÇO, I.; CASTRO, A.; PEREIRA, L.; MARTINS, A.; PINTADO, M. Wild mushroom extracts potentiate the action of standard antibiotics against multiresistant bacteria. **Journal of Applied Microbiology**, v. 116, n. 1, p. 32–38, 2014b.
- ANDRADE, M. C. N. D., SILVA, J. H. D., MINHONI, M. T. D. A., ZIED, D. C. Mycelial growth of two *Lentinula edodes* strains in culture media prepared with sawdust extracts from seven eucalyptus species and three eucalyptus clones. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 333-337, 2008.

ANPC. **O setor de cogumelos.** Disponível em: <<https://www.anpccogumelos.org/cogumelos>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

ANVISA AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução Nº 19, De 30 de abril de 1999. Diário Oficial da União** Brasil, 1999. Disponível em: <<http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>>

ARAUJO, A. P. F., GOMES, T. G., MACHADO, A. E. V., CONCEIÇÃO, A. A., de AQUINO RIBEIRO, J. A., BOMBARDA, R. Fungos como agentes destoxificadores de torta de caroço de algodão (Gossipol). In: ENCONTRO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA EMBRAPA AGROENERGIA, 2., 2015. **Resumos**. Brasília- DF: Embrapa Agroenergia, 2015. p. 98 - 100

ARNAO, M.; CANO, A.; ACOSTA, M. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. **Food Chemistry**, v. 73, n. 2, p. 239–244, 2001.

ARORA, D. **Handbook of fungal biotechnology**. Boca Raton: CRC Press. Taylor and Francis Group, 2003.

BADOLE, S. L.; PATEL, N. M.; THAKURDESAI, P. A.; BODHANKAR, S. L. Interaction of aqueous extract of *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quel-Champ. with glyburide in alloxan induced diabetic mice. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, v. 5, n. 2, p. 159–164, 2008.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, n. 1, p. 191–203, 2006.

BARROS, L.; FALCÃO, S.; BAPTISTA, P.; FREIRE, C.; VILAS-BOAS, M.; FERREIRA, I. C. F. R. Antioxidant activity of *Agaricus* sp. mushrooms by chemical, biochemical and electrochemical assays. **Food Chemistry**, v. 111, n. 1, p. 61–66, 2008.

BARROS, L.; FERREIRA, M. J.; QUEIRÓS, B.; FERREIRA, I. C. F. R.; BAPTISTA, P. Total phenols, ascorbic acid, β -carotene and lycopene in Portuguese wild edible mushrooms and their antioxidant activities. **Food Chemistry**, v. 103, n. 2, p. 413–419, 2007.

BENZIE, I.F.F. Lipid peroxidation: a review of causes, consequences, measurements and dietary influences. **Int. J. Food Sci. Nut**, v.47, p.233-261, 1996.

BETT, C. F.; PERONDI, M. A. Análise do mercado de cogumelos comestíveis e medicinais: uma prospecção de alternativa de renda para a agricultura familiar na região sudoeste do Paraná. **Synergismus scyentifica UTFPR - Unversidadee Tecnológica Federal do Paraná**2, v. 6, n. 1, p. 9, 2011.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p.

25–30, 1995.

BROINIZI, P. R. B.; ANDRADE-WARTHA, E. R. S. DE; SILVA, A. M. DE O. E.; NOVOA, A. J. V.; TORRES, R. P.; AZEREDO, H. M. C.; ALVES, R. E.; MANCINI-FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em subprodutos do pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 902–908, 2007.

BUSWELL, J. A.; CAI, Y. J.; CHANG, S. T.; PEBERDY, J. F.; FU, S. Y.; YU, H.-S. Lignocellulolytic enzyme mushroom fungi profiles of edible. **World J. Microbiol. Biotechnol.**, v. 12, n. 5, p. 537–542, 1996.

CAI, M.; LIN, Y.; LUO, Y. L.; LIANG, H. H.; SUN, P. L. Extraction, antimicrobial, and antioxidant activities of crude polysaccharides from the wood ear medicinal mushroom *Auricularia auricula-judae* (higher basidiomycetes). **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 17, n. 6, p. 591–600, 2015.

CARBONERO, E. R.; RUTHES, A. C.; FREITAS, C. S.; UTRILLA, P.; GÁLVEZ, J.; SILVA, E. V. DA; SASSAKI, G. L.; GORIN, P. A. J.; IACOMINI, M. Chemical and biological properties of a highly branched β -glucan from edible mushroom *Pleurotus sajor-caju*. **Carbohydrate Polymers**, v. 90, n. 2, p. 814–819, 2012.

CARNEIRO, A. A. J.; FERREIRA, I. C. F. R.; DUEÑAS, M.; BARROS, L.; SILVA, R. DA; GOMES, E.; SANTOS-BUELGA, C. 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.

CASTRO, A. L. A. DE; PAIVA, P. C. DE A.; BANYNS, V. L.; DIAS, E. S.; SANTOS, J. DOS. Avaliação da produção de *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) singer utilizando resíduo do beneficiamento têxtil do algodão como substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1286–1290, out. 2007.

CHANG, S.-T.; MILES, P. G. **Mushrooms: Cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact**. Boca Raton: CRC Press. Taylor and Francis Group, 2004.

CHEN, J. H.; HO, C. T. Antioxidant activities of caffeic acid and its related hydroxycinnamic acid compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 2374–2378, 1997.

CHEN, L.; ZHANG, Y.; SHA, O.; XU, W.; WANG, S. Hypolipidaemic and hypoglycaemic activities of polysaccharide from *Pleurotus eryngii* in Kunming mice. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 93, p. 1206–1209, 2016.

CHEN, S. Y.; HO, K. J.; HSIEH, Y. J.; WANG, L. T.; MAU, J. L. Contents of lovastatin, γ -aminobutyric acid and ergothioneine in mushroom fruiting bodies and mycelia. **LWT - Food Science and Technology**, v. 47, n. 2, p. 274–278, 2012.

CHEUNG, L. M.; CHEUNG, P. C. K.; OOI, V. E. C. Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. **Food Chemistry**, v. 81, n. 2, p. 249–255,

maio 2003.

CHEUNG, P. C. K. Mini-review on edible mushrooms as source of dietary fiber: Preparation and health benefits. **Food Science and Human Wellness**, v. 2, n. 3–4, p. 162–166, 2013.

COHEN, R.; PERSKY, L.; HADAR, Y. Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the genus *Pleurotus*. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 58, n. 5, p. 582–594, 2002.

DAI, J.; MUMPER, R. J. Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. **Molecules**, v. 15, n. 10, p. 7313–7352, 2010.

Deutsches Arzneibuch. Stuttgart, Germany: Gogi-Verlag, 1978.

DISSANAYAKE, D. P.; ABEYTUNGA, D. T. U.; VASUDEWA, N. S.; RATNASOORIYA, W. D. Inhibition of lipid peroxidation by extracts of *Pleurotus ostreatus*. **Pharmacognosy Magazine**, v. 4, n. 19, p. 266–271, 2009.

DOGAN, H.; COTELI, E.; KARATAS, F. Determination of glutathione, selenium, and malondialdehyde in different edible Mushroom species. **Biological Trace Element Research**, v. 174, n. 2, p. 459–463, dez. 2016.

DONG, J. Y.; LI, X. P.; LI, L.; LI, G. H.; LIU, Y. J.; ZHANG, K. Q. Preliminary results on nematicidal activity from culture filtrates of Basidiomycetes against the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Aphelenchoididae). **Annals of Microbiology**, v. 56, n. 2, p. 163–166, 2006.

DREVINSKAS, T.; MICKIENĖ, R.; MARUŠKA, A.; STANKEVIČIUS, M.; TISO, N.; MIKAŠAUSKAITĖ, J.; RAGAŽINSKIENĖ, O.; LEVIŠAUSKAS, D.; BARTKUVIENĖ, V.; SNIEŠKIENĖ, V.; STANKEVIČIENĖ, A.; POLCARO, C.; GALLI, E.; DONATI, E.; TEKORIUS, T.; KORNYSŌVA, O.; KAŠKONIENĖ, V. Downscaling the *in vitro* test of fungal bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons: methodological approach. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 408, n. 4, p. 1043–1053, fev. 2016.

ELMASTAS, M.; ISILDAK, O.; TURKEKUL, I.; TEMUR, N. Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 3–4, p. 337–345, 2007.

EMBRAPA. RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA. Brasil e China vão intensificar cooperação para aumentar a produção e consumo de cogumelos. Disponível em <www.portaldoagronegocio.com.br>. Acesso em 28 de Junho de 2017.

ERGÖNÜL, P. G.; AKATA, I.; KALYONCU, F.; ERGÖNÜL, B. Fatty acid compositions of six wild edible mushroom species. **The Scientific World Journal**, v. 2013, n. 163964, p. 1–4, 2013.

ERJAVEC, I.; BRKLJACIC, J.; VUKICEVIC, S.; JAKOPOVIC, B.; JAKOPOVICH, I. Mushroom extracts decrease bone resorption and improve bone formation.

International Journal of Medicinal Mushrooms, v. 18, n. 7, p. 559–569, 2016.

FAOSTAT. **Food and agriculture organization of the United Nations**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 23 jan. 2016.

FARASAT, M.; KHAVARI-NEJAD, R. A.; NABAVI, S. M. B.; NAMJOOYAN, F. Antioxidant activity, total phenolics and flavonoid contents of some edible green seaweeds from northern coasts of the Persian gulf. **Iranian Journal of Pharmaceutical Research**, v. 13, n. 1, p. 163–170, 2014.

FERREIRA, I. C. F. R.; BARROS, L.; ABREU, R. M. V. Antioxidants in wild mushrooms. **Current medicinal chemistry**, v. 16, n. 12, p. 1543–1560, 2009.

FIRENZUOLI, F.; GORI, L.; LOMBARDO, G. The medicinal mushroom *Agaricus blazei* Murrill: Review of literature and pharmaco-toxicological problems. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, v. 5, n. 1, p. 3–15, 2008.

FOLIN, O.; CIOCALTEAU, V. On tyrosine and tryptophane determinations in proteins. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 73, n. 2, p. 627–650, 1927.

FRIEDMAN, M. Chemistry, nutrition, and health-promoting properties of *Hericium erinaceus* (Lion's Mane) mushroom fruiting bodies and mycelia and their bioactive compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 32, p. 7108–7123, ago. 2015.

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

GABRIEL, V. Cereal straw and corncobs. In: **Mushroom Growers's Handbook 1 Oyster Mushroom Cultivation**. Coréia do Sul: Mushworld, 2004. p. 86–90.

GANESHPURKAR, A.; BHADORIYA, S. S.; PARDHI, P.; JAIN, A. P.; RAI, G. Study of antimicrobial and cytotoxic potential of the Oyster mushroom *Pleurotus ostreatus* cv. *florida* (Agaricomycetes). **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 18, n. 4, p. 321–325, 2016.

GONZÁLEZ-PALMA, I.; ESCALONA-BUENDÍA, H. B.; PONCE-ALQUICIRA, E.; TÉLLEZ-TÉLLEZ, M.; GUPTA, V. K.; DÍAZ-GODÍNEZ, G.; SORIANO-SANTOS, J. Evaluation of the antioxidant activity of aqueous and methanol extracts of *Pleurotus ostreatus* in different growth stages. **Frontiers in Microbiology**, v. 7, n. JUL, p. 1–9, jul. 2016.

GraphPad Prism® para sistema operacional Windows 7 (64 bits). San Diego, CA, USA GraphPad Software, , 2007.

GU, Y.-H.; SIVAM, G. Cytotoxic effect of oyster mushroom *Pleurotus ostreatus* on human androgen-independent prostate cancer PC-3 cells. **Journal of Medicinal Food**, v. 9, n. 2, p. 196–204, 2006.

GUNDE-CIMERMAN, N.; CIMERMAN, A. *Pleurotus* fruiting bodies contain the inhibitor of 3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A reductase-lovastatin.

Experimental Mycology, v.19, n. 1, p. 1-6, 1995.

HAZZIT, M.; BAALIOUAMER, A.; VERÍSSIMO, A. R.; FALEIRO, M. L.; MIGUEL, M. G. Chemical composition and biological activities of Algerian *Thymus* oils. **Food Chemistry**, v. 116, n. 3, p. 714–721, 2009.

HIMMEL, M. E.; DING, S.-Y.; JOHNSON, D. K.; ADNEY, W. S.; NIMLOS, M. R.; BRADY, J. W.; FOUST, T. D. Biomass recalcitrance: engineering plants and enzymes for biofuels production. **Science**, v. 315, n. 5813, p. 804–807, 2007.

HUANG, J. F.; ZHAN, T.; YU, X. L.; HE, Q. A.; HUANG, W. J.; LIN, L. Z.; DU, Y. T.; PAN, Y. T. Therapeutic effect of *Pleurotus eryngii* cellulose on experimental fatty liver in rats. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 1, p. 1–8, 2016.

JORDAN, S. N.; MULLEN, G. J.; MURPHY, M. C. Composition variability of spent mushroom compost in Ireland. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 2, p. 411–418, 2008.

KALAC, P. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. **Food Chem.** v. 113, p. 1033-1036, 2009.

KELLER, F.; HAMILTON, J.; NGUYEN, Q. Microbial pretreatment of biomass. **Applied biochemistry and Biotechnology**, v. 105–108, n. 3, p. 27–41, 2003.

KIRK, P. M.; CANNON, P. F.; MINTER, D. W.; STALPERS, J. A. **Ainsworth & Bisby's - Dictionary of The Fungi**. 10. ed. Wallingford: CABI Europe, 2008.

KITZBERGER, C. S. G.; SMÂNIA, A.; PEDROSA, R. C.; FERREIRA, S. R. S. Antioxidant and antimicrobial activities of shiitake (*Lentinula edodes*) extracts obtained by organic solvents and supercritical fluids. **Journal of Food Engineering**, v. 80, n. 2, p. 631–638, 2007.

KNUDSEN, H.; VESTERHOLD, J. **Funga Nordica**. 2. ed. Copenhagen: Nordsvamp, 2008.

KOGBARA, R. B.; OGAR, I.; OKPARANMA, R. N.; AYOTAMUNO, J. M. Treatment of petroleum drill cuttings using bioaugmentation and biostimulation supplemented with phytoremediation. **Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering**, v. 51, n. 9, 2016.

KOSANIĆ, M.; RANKOVIĆ, B.; DAŠIĆ, M. Mushrooms as possible antioxidant and antimicrobial agents. **Iranian Journal of Pharmaceutical Research**, v. 11, n. 4, p. 1095–1102, 2012.

KUMAR, M. N. V. R. A review of chitin and chitosan applications. **Reactive and Functional Polymers**, v. 46, n. 1, p. 1–27, 2000.

KWAK, A. M.; MIN, K. J.; LEE, S. Y.; KANG, H. W. Water extract from spent mushroom substrate of *Hericium erinaceus* suppresses bacterial wilt disease of tomato. **Mycobiology**, v. 43, n. 3, p. 311–318, 2015.

KWAK, W. S.; JUNG, S. H.; KIM, Y. I. Broiler litter supplementation improves storage and feed-nutritional value of sawdust-based spent mushroom substrate. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 8, p. 2947–2955, maio 2008.

LAKSHMANAN, D.; RADHA, K. V. An effective quantitative estimation of lovastatin from *Pleurotus ostreatus* using UV and HPLC. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 4, n. SUPPL. 4, p. 462–464, 2012.

LÄUBLI, M. W.; BRUTTEL, P. A. Determination of the oxidative stability of fats and oils: Comparison between the active oxygen method (AOCS Cd 12-57) and the rancimat method. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 63, n. 6, p. 792–795, 1986.

LEE, J.-S.; PARK, B. C.; KO, Y. J.; CHOI, M. K.; CHOI, H. G.; YONG, C. S.; LEE, J.-S.; KIM, J.-A. *Grifola frondosa* (Maitake Mushroom) water extract inhibits vascular endothelial growth factor-induced angiogenesis through inhibition of Reactive Oxygen Species and extracellular signal-regulated kinase phosphorylation. **Journal of Medicinal Food**, v. 11, n. 4, p. 643–651, dez. 2008a.

LEE, Y. L.; JIAN, S. Y.; LIAN, P. Y.; MAU, J. L. Antioxidant properties of extracts from a white mutant of the mushroom *Hypsizigus marmoreus*. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 2, p. 116–124, 2008b.

LI, S.; SHAH, N. P. Characterization, antioxidative and bifidogenic effects of polysaccharides from *Pleurotus eryngii* after heat treatments. **Food Chemistry**, v. 197, p. 240–249, 2016.

LIKTOR-BUSA, E.; KOVÁCS, B.; URBÁN, E.; HOHMANN, J.; VÁNYOLÓS, A. Investigation of Hungarian mushrooms for antibacterial activity and synergistic effects with standard antibiotics against resistant bacterial strains. **Letters in Applied Microbiology**, v. 62, n. 6, p. 437–443, 2016.

LLAURADÓ, G.; MORRIS, H. J.; LEBEQUE, Y.; VENET, G.; FONG, O.; MARCOS, J.; FONTAINE, R.; COS, P.; BERMÚDEZ, R. C. Oral administration of an aqueous extract from the oyster mushroom *Pleurotus ostreatus* enhances the immunonutritional recovery of malnourished mice. **Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie**, v. 83, p. 1456–1463, 2016.

MAITY, K. K.; PATRA, S.; DEY, B.; BHUNIA, S. K.; MANDAL, S.; BAHERA, B.; MAITI, T. K.; SIKDAR, S. R.; ISLAM, S. S. A β -glucan from the alkaline extract of a somatic hybrid (PfloVv5FB) of *Pleurotus florida* and *Volvariella volvacea*: Structural characterization and study of immunoactivation. **Carbohydrate Research**, v. 370, p. 13–18, 2013.

MANZI, P.; GAMBELLI, L.; MARCONI, S.; VIVANTI, V.; PIZZOFERRATO, L. Nutrients in edible mushrooms: An inter-species comparative study. **Food Chemistry**, v. 65, n. 4, p. 477–482, 1999.

MANZI, P.; MARCONI, S.; AGUZZI, A.; PIZZOFERRATO, L. Commercial

mushrooms: Nutritional quality and effect of cooking. **Food Chemistry**, v. 84, n. 2, p. 201–206, 2004.

MATSUZAWA, T. Studies on antioxidant effects of culinary-medicinal Bunashimeji mushroom *Hypsizygus marmoreus* (Peck) Bigel. (Agaricomycetidae). **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 8, n. 3, p. 245–250, 2006.

MILES, P. G.; CHANG, S.-T. **Mushrooms: Cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact**. Boca Raton: CRC Press. Taylor and Francis Group, 2004.

MIMICA-DUKIĆ, N., SIMIN, N., SVIRČEV, E., ORČIĆ, D., BEARA, I., LESJAK, M., & BOŽIN, B. The effect of plant secondary metabolites on lipid peroxidation and eicosanoid pathway. In **Lipid Peroxidation**. InTech, 2012.

MIYAZAWA, N.; OKAZAKI, M.; OHGA, S. Antihypertensive effect of *Pleurotus nebrodensis* in spontaneously hypertensive rats. **Journal of oleo science**, v. 57, n. 12, p. 675–81, 2008.

NEELY, C. L.; BEARE, M. H.; HARGROVE, W. L.; COLEMAN, D. C. Relationships between fungal and bacterial substrate-induced respiration, biomass and plant residue decomposition. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 23, n. 10, p. 947–954, 1991.

NGAI, P. H. K.; NG, T. B. A ribonuclease with antimicrobial, antimitogenic and antiproliferative activities from the edible mushroom *Pleurotus sajor-caju*. **Peptides**, v. 25, n. 1, p. 11–17, 2004.

NOGUEIRA, A. R. DE A.; SOUZA, G. B. **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005.

NOSÁL'OVÁ, V.; BOBEK, P.; CERNÁ, S.; GALBAVÝ, S.; STVRTINA, S. Effects of pleuran (beta-glucan isolated from *Pleurotus ostreatus*) on experimental colitis in rats. **Physiological research**, v. 50, n. 6, p. 575–81, 2001.

OriginPro® para sistema operacional Windows 7 (64 bits). Northampton, MA, USAOriginLab Corporation, , 2013.

PALAZZOLO, E.; LETIZIA GARGANO, M.; VENTURELLA, G. The nutritional composition of selected wild edible mushrooms from Sicily (southern Italy). **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 63, n. 1, p. 79–83, fev. 2012.

PANTHONG, S.; BOONSATHORN, N.; CHUCHAWANKU, S. Antioxidant activity, anti-proliferative activity, and amino acid profiles of ethanolic extracts of edible mushrooms. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 4, p. 1–14, 2016.

PATEL, S.; GOYAL, A. Recent developments in mushrooms as anti-cancer therapeutics: a review. **3 Biotech**, v. 2, n. 1, p. 1–15, 2012.

PAUKNER, S.; RIEDL, R. Pleuromutilins: potent drugs for resistant bugs - Mode of action and resistance. **Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine**, p. a027110, out. 2016.

PEDNEAULT, K.; ANGERS, P.; GOSSELIN, A.; TWEDDELL, R. J. Fatty acid profiles of polar and neutral lipids of ten species of higher basidiomycetes indigenous to eastern Canada. **Mycological Research**, v. 112, n. 12, p. 1428–1434, 2008.

PEDRA, W. N.; CARNELOSSI, M. A. G.; SILVA, G. F.; YAGUIU, P.; LIRA, M. L.; GONÇALVES, G. B.; MARINO, R. H. Chemical and sensorial analysis of *Pleurotus ostreatus* cultivated on coconut (*Cocos nucifera* Linn.) husk supplemented with wheat and/or rice bran. **Arquivos do Instituto Biológico (São Paulo)**, v. 76, n. 1, p. 91–98, 2009.

PEGLER, D. N. **The genus *Lentinus*: a world monograph**. Chicago: The University of Chicago Press, 1983.

PEREIRA, D. M.; VALENTÃO, P.; PEREIRA, J. A.; ANDRADE, P. B. Phenolics: From chemistry to biology. **Molecules**, v. 14, n. 6, p. 2202–2211, 2009.

MAGETTE W, SMYTH S, DODD V (1998) Logistical considerations for spent mushroom compost utilization. In: 8th International Conference on Management Strategies for Organic Waste in Agriculture. Rennes, France, pp. 23–30.

PILLAI, C. K. S.; PAUL, W.; SHARMA, C. P. Chitin and chitosan polymers: Chemistry, solubility and fiber formation. **Progress in Polymer Science (Oxford)**, v. 34, n. 7, p. 641–678, 2009.

PUTTARAJU, N. G.; VENKATESHAIAH, S. U.; DHARMESH, S. M.; URS, S. M. N.; SOMASUNDARAM, R. Antioxidant activity of indigenous edible mushrooms. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 26, p. 9764–9772, dez. 2006.

QUIROZ-CASTAÑEDA, R. E.; PÉREZ-MEJÍA, N.; MARTÍNEZ-ANAYA, C.; ACOSTA-URDAPILLETA, L.; FOLCH-MALLOL, J. Evaluation of different lignocellulosic substrates for the production of cellulases and xylanases by the basidiomycete fungi *Bjerkandera adusta* and *Pycnoporus sanguineus*. **Biodegradation**, v. 22, n. 3, p. 565–572, 2011.

RAGUNATHAN, R.; SWAMINATHAN, K. Nutritional status of *Pleurotus* spp. grown on various agro-wastes. **Food Chemistry**, v. 80, n. 3, p. 371–375, 2003.

RAMAMURTHY, V.; SHARMA, R. K.; YADAV, K. R.; KAUR, J.; VRAT, D.; KOTHARI, R. M. *Volvariella*-treated *Eucalyptus* sawdust stimulates wheat and onion growth. **Biodegradation**, v. 7, n. 2, p. 121–127, abr. 1996.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9, p. 1231–1237, 1999.

REIS, M. F. DOS; ROCHA, C. L. DE M. S. C. DA. Cogumelos medicinais: uma revisão sobre compostos biativos e efeitos biológicos. **SaBios - Revista de Saúde e Biologia**, v. 10, n. 1, p. 149–164, 2015.

REN, D.; WANG, N.; GUO, J.; YUAN, L.; YANG, X. Chemical characterization of *Pleurotus eryngii* polysaccharide and its tumor-inhibitory effects against human hepatoblastoma HepG-2 cells. **Carbohydrate Polymers**, v. 138, p. 123–133, 2016.

RIBEIRO, B.; VALENTÃO, P.; BAPTISTA, P.; SEABRA, R. M.; ANDRADE, P. B. Phenolic compounds, organic acids profiles and antioxidative properties of beefsteak fungus (*Fistulina hepatica*). **Food and Chemical Toxicology**, v. 45, n. 10, p. 1805–1813, 2007.

RIBEIRO, J. J. O. **Caracterização de cogumelos de *Pleurotus ostreatus* e *Lentinula edodes* produzidos em resíduos agroindustriais**. [s.l.] Universidade Federal de Viçosa, 2009.

RICE-EVANS, C.; MILLER, N.; PAGANGA, G. Antioxidant properties of phenolic compounds. **Trends in Plant Science**, v. 2, n. 4, p. 152–159, 1997.

ROBINSON, T.; MCMULLAN, G.; MARCHANT, R.; NIGAM, P. Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative. **Bioresource Technology**, v. 77, n. 3, p. 247–255, maio 2001.

RONCERO-RAMOS, I.; MENDIOLA-LANAO, M.; PÉREZ-CLAVIJO, M.; DELGADO-ANDRADE, C. Effect of different cooking methods on nutritional value and antioxidant activity of cultivated mushrooms. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 0, n. 0, p. 1–11, 2016.

ROYSE, D. J.; SANCHEZ-VAZQUEZ, J. E. Influence of substrate wood-chip particle size on shiitake (*Lentinula edodes*) yield. **Bioresource Technology**, v. 76, n. 3, p. 229–233, 2001.

SALES-CAMPOS, C.; OLIVEIRA, L. A. DE; ARAUJO, L. M.; VAREJÃO, M. D. J. C.; ANDRADE, M. C. N. DE. Composição mineral de uma linhagem de *Pleurotus ostreatus* cultivada em resíduos madeireiros e agroindustriais da região amazônica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 3208, p. 868–872, 2009.

SAMIEE, S. M.; MOAZAMI, N.; HAGHIGHI, S.; MOHSENI, F. A.; MIRDAMADI, S.; BAKHTIARI, M. R. Screening of lovastatin production by filamentous fungi. **Iranian Biomedical Journal**, v. 7, n. 1, p. 29–33, 2003.

SÁNCHEZ, C. Lignocellulosic residues: biodegradation and bioconversion by fungi. **Biotechnology Advances**, v. 27, n. 2, p. 185–194, 2009.

SANDERS, T. A. B. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in Europe. **The American journal of clinical nutrition**, v. 71, n. 1, p. 176s-178s, 2000.

SHASHIREKHA, M. .; RAJARATHNAM, S.; BANO, Z. Enhancement of bioconversion efficiency and chemistry of the mushroom, *Pleurotus sajor-caju* (Berk and Br.) Sacc.

produced on spent rice straw substrate, supplemented with oil seed cakes. **Food Chemistry**, v. 76, n. 1, p. 27–31, jan. 2002.

SILVA, A. C. DA; JORGE, N. Cogumelos: compostos bioativos e propriedades antioxidantes. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 13, n. Esp, p. 375–384, 2011.

SILVA, A. C. DA; OLIVEIRA, M. D. C.; DEL R?, P. V.; JORGE, N. Utilização de extrato de cogumelo como antioxidante natural em leo vegetal. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 4, p. 1103–1108, ago. 2009.

SILVA, M. de C. S. da. **Enriquecimento e biodisponibilidade de selênio no cogumelo de *Pleurotus ostreatus***. 5 f. (Dissertação Mestrado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009. Orientador: Kasuya, Maria Catarina Megumi

SILVEIRA RUEGGER, M. J.; TORNISIELO, S. M. T.; BONONI, V. L. R.; CAPELARI, M. Cultivation of the edible mushroom *Oudemansiella canarii* (Jungh.) Höhn. in lignocellulosic substrates. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 32, n. 3, p. 211–214, 2001.

SINANOGLOU, V. J.; ZOUMPOULAKIS, P.; HEROPOULOS, G.; PROESTOS, C.; ĆIRIĆ, A.; PETROVIC, J.; GLAMOCLIJA, J.; SOKOVIC, M. Lipid and fatty acid profile of the edible fungus *Laetiporus sulphurous*. Antifungal and antibacterial properties. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 6, p. 3264–3272, 2015.

SKARIYACHAN, S.; PRASANNA, A.; MANJUNATH, S. P.; KARANTH, S. S.; NAZRE, A. Exploring the medicinal potential of the fruit bodies of Oyster Mushroom, *Pleurotus ostreatus* (Agaricomycetes), against multidrug-resistant bacterial isolates. **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 18, n. 3, p. 245–252, 2016.

SMIDERLE, F. R.; OLSEN, L. M.; CARBONERO, E. R.; BAGGIO, C. H.; FREITAS, C. S.; MARCON, R.; SANTOS, A. R. S.; GORIN, P. A. J.; IACOMINI, M. Anti-inflammatory and analgesic properties in a rodent model of a (1-3),(1-6)-linked β -glucan isolated from *Pleurotus pulmonarius*. **European Journal of Pharmacology**, v. 597, n. 1–3, p. 86–91, 2008.

SMITH, J.; ROWEN, N.; SULLIVAN, R. **Medicinal Mushrooms: Their therapeutic properties and current medical usage with special emphasis on cancer treatments**. Glasgow: University of Strathclyde, 2002.

STAMETS, P. **Mycelium Running: How Mushrooms Can Help Save the World**. Berkeley: Ten Speed Press., 2005.

SUDHA, G.; VADIVUKKARASI, S.; SHREE, R. B. I.; LAKSHMANAN, P. Antioxidant activity of various extracts from an edible mushroom *Pleurotus eous*. **Food Science and Biotechnology**, v. 21, n. 3, p. 661–668, 2012.

SUN, Y.; LIU, J. Purification, structure and immunobiological activity of a water-soluble polysaccharide from the fruiting body of *Pleurotus ostreatus*. **Bioresource**

Technology, v. 100, n. 2, p. 983–986, 2009.

SUSEEM, S. R.; MARY SARAL, A.; NEELAKANDA REDDY, P.; GREGORY, M. Evaluation of the analgesic activity of ethyl acetate, methanol and aqueous extracts of *Pleurotus eous* mushroom. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 4, n. 2, p. 117–120, fev. 2011.

SYNYTSYA, A.; MÍČKOVÁ, K.; JABLONSKÝ, I.; SLUKOVÁ, M.; ČOPÍKOVÁ, J. Mushrooms of genus *Pleurotus* as a source of dietary fibres and glucans for food supplements. **Czech Journal of Food Sciences**, v. 26, n. 6, p. 441–446, 2008.

SYNYTSYA, A.; MÍČKOVÁ, K.; SYNYTSYA, A.; JABLONSKÝ, I.; SPĚVÁČEK, J.; ERBAN, V.; KOVÁŘÍKOVÁ, E.; ČOPÍKOVÁ, J. Glucans from fruit bodies of cultivated mushrooms *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus eryngii*: Structure and potential prebiotic activity. **Carbohydrate Polymers**, v. 76, n. 4, p. 548–556, maio 2009.

TANAKA, A.; NISHIMURA, M.; SATO, Y.; SATO, H.; NISHIHIRA, J. Enhancement of the Th1-phenotype immune system by the intake of Oyster mushroom (Tamogitake) extract in a double-blind, placebo-controlled study. **Journal of Traditional and Complementary Medicine**, p. 1–7, 2015.

TAOFIQ, O.; HELENO, S.; CALHELHA, R.; ALVES, M.; BARROS, L.; BARREIRO, M.; GONZÁLEZ-PARAMÁS, A.; FERREIRA, I. Development of Mushroom-based cosmeceutical formulations with anti-inflammatory, anti-tyrosinase, antioxidant, and antibacterial properties. **Molecules**, v. 21, n. 10, p. 1372, 2016.

TEAM, R. C. **R: A Language and Environment for Computing**. Vienna, Austria R Foundation for Statistical Computing, , 2017. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>>

TSAI, S.-Y.; TSAI, H.-L.; MAU, J.-L. Antioxidant properties of *Agaricus blazei*, *Agrocybe cylindracea*, and *Boletus edulis*. **LWT - Food Science and Technology**, v. 40, n. 8, p. 1392–1402, out. 2007.

TSUGE, N.; MORI, T.; HAMANO, T.; TANAKA, H.; SHIN-YA, K.; SETO, H. Cinnatriacetins A and B, new antibacterial triacetylene derivatives from the fruiting bodies of *Fistulina hepatica*. **The Journal of Antibiotics**, v. 52, n. 6, p. 578–581, 1999.

VALVERDE, M. E.; HERNÁNDEZ-PÉREZ, T.; PAREDES-LÓPEZ, O. Edible mushrooms: improving human health and promoting quality life. **International Journal of Microbiology**, v. 376387, p. 1–14, 2015.

VARGAS-ISLA, R.; CAPELARI, M.; MENOLLI, N.; NAGASAWA, E.; TOKIMOTO, K.; ISHIKAWA, N. K. Relationship between *Panus lecomtei* and *P. strigellus* inferred from their morphological, molecular and biological characteristics. **Mycoscience**, v. 56, n. 6, p. 561–571, 2015.

VRČEK, I. V.; BOJIĆ, M.; ŽUNTAR, I.; MENDAŠ, G.; MEDIĆ-ŠARIĆ, M. Phenol content, antioxidant activity and metal composition of Croatian wines deriving from

organically and conventionally grown grapes. **Food Chemistry**, v. 124, n. 1, p. 354–361, 2011.

WANG, P. H.; HSU, C. I.; TANG, S. C.; HUANG, Y. L.; LIN, J. Y.; KO, J. L. Fungal immunomodulatory protein from *Flammulina velutipes* induces interferon- γ production through p38 mitogen-activated protein kinase signaling pathway. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 9, p. 2721–2725, 2004.

WASSER, S. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 60, n. 3, p. 258–274, 2003.

XIAO, H.; ZHANG, Y.; LIU, Y. The modulation effects and primary mechanism of *Pleurotus ferulae* on the immune function of hydrocortisone model rats. **Preventive Medicine Tribune**, v. 2, 2006.

XU, D.; WANG, H.; ZHENG, W.; GAO, Y.; WANG, M.; ZHANG, Y.; GAO, Q. Characterization and immunomodulatory activities of polysaccharide isolated from *Pleurotus eryngii*. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 92, n. 1478, p. 30–36, 2016.

ZERVAKIS, G.; PHILIPPOUSSIS, A.; IOANNIDOU, S.; DIAMANTOPOULOU, P. Mycelium growth kinetics and optimal temperature conditions for the cultivation of edible mushroom species on lignocellulosic substrates. **Folia microbiologica**, v. 46, n. 3, p. 231–4, 2001.

ZHANG, C. K.; GONG, F.; LI, D. S. A note on the utilisation of spent mushroom composts in animal feeds. **Bioresource Technology**, v. 52, n. 1, p. 89–91, jan. 1995.

ZHANG, J.; WANG, G.; LI, H.; ZHUANG, C.; MIZUNO, T.; ITO, H.; SUZUKI, C.; OKAMOTO, H.; LI, J. Antitumor polysaccharides from a Chinese Mushroom, “Yuhuangmo” the fruiting body of *Pleurotus citrinopileatus*. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 58, n. 7, p. 1195–1201, jan. 1994.

ZHANG, Y.; YANG, X.; JIN, G.; YANG, X.; ZHANG, Y. Polysaccharides from *Pleurotus ostreatus* alleviate cognitive impairment in a rat model of Alzheimer’s disease. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 92, p. 935–941, 2016.

ZHU, H.; SHENG, K.; YAN, E.; QIAO, J.; LV, F. Extraction, purification and antibacterial activities of a polysaccharide from spent mushroom substrate. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 50, n. 3, p. 840–843, abr. 2012.

ZMITROVICH, I. V.; KOVALENKO, A. E. Lentinoid and polyporoid fungi , two generic conglomerates containing important medicinal mushrooms in molecular perspective. **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 18, n. 1, p. 23–38, 2016.