

**JÚLIA LIMA NUNES**

**FARINHA DE ESTIPE DO COGUMELO SHIITAKE (*Letinula edodes*):  
CARACTERIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO**

**Botucatu**

**2022**



**JÚLIA LIMA NUNES**

**FARINHA DE ESTIPE DO COGUMELO SHIITAKE (*Letinula edodes*):  
CARACTERIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO**

**Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Energia na Agricultura.**

**Orientador: Prof. Dr. Rogério Lopes Vieites.**

**Botucatu**

**2022**

N972f Nunes, Júlia Lima  
Farinha de estipe do cogumelo shiitake (*Letinula edodes*) :  
Caracterização e desenvolvimento / Júlia Lima Nunes. --  
Botucatu, 2022  
79 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista  
(Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu  
Orientador: Rogério Lopes Vieites

1. cogumelo. 2. farinha. 3. estipe. 4. desenvolvimento. I.  
Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da  
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: FARINHA DE ESTIPE DO COGUMELO SHIITAKE (*Letinula edodes*),  
CARACTERIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO.

**AUTORA: JULIA LIMA NUNES**

**ORIENTADOR: ROGÉRIO LOPES VIEITES**

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (ENERGIA  
NA AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora.

Prof. Dr. ROGÉRIO LOPES VIEITES (Participação Virtual)  
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu UNESP

Prof.ª Dr.ª PRICILA VEIGA DOS SANTOS (Participação Virtual)  
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP

Prof.ª Dr.ª JULIANA AUDI GIANNONI (Participação Virtual)  
Ciências dos Alimentos / Faculdade de Tecnologia de Marília

Botucatu, 22 de julho de 2022



Dedico este trabalho a minha família, ao meu orientador Prof Dr. Rogério Lopes Vieites, por todo o incentivo e ajuda para que eu realizasse o sonho de concluir o mestrado na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" de Botucatu.



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por mais esta realização.

A todos aqueles que me apoiaram nessa jornada, sobretudo à minha família.

Ao meu orientador, Prof Dr. Rogério Lopes Vieites e por toda a colaboração e paciência durante o desenvolvimento deste trabalho.

À Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" de Botucatu, pela minha formação profissional.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.



## RESUMO

Os cogumelos foram introduzidos na culinária oriental e europeia por possuírem um alto valor nutritivo e por sua importância medicinal, e como consequência do relevante aumento na produção e consumo de cogumelos, houve aumento no volume de resíduos gerados, decorrente das etapas de colheita e processamento, principalmente o estipe. O estipe é descartado por apresentar características sensoriais indesejadas pelos consumidores, e representa de 25-33% do peso do produto, o que resulta em volumes de 2,5 a 3,3 milhões de toneladas de resíduos por ano no mundo, e seu destino, além de representar problema ambiental, também não gera ganhos econômicos para o produtor ou para a indústria. O presente estudo teve como objetivo caracterizar e desenvolver a farinha de estipe de cogumelo shiitake, de forma reaproveitá-lo e tornar um possível o subproduto na alimentação humana. Para o desenvolvimento da farinha de estipe, o processo seguiu fluxograma com as seguintes etapas: congelamento dos talos de shiitake; descongelamento; higienização; resfriamento; branqueamento; corte; secagem; acondicionamento; armazenamento; moagem e peneiragem. Após o cumprimento do fluxograma, observou-se que os resultados obtidos nas análises foram: umidade (5,62%); cinzas (3,33%); lipídeos (1,36%); fibra total (60,70%); fibras insolúveis (57,36%), proteína (13,97%), carboidrato (15,02%); açúcares redutores (0,39%), açúcar solúveis totais (0,45%); amido (1,18%) e valor energético (128,20 kcal/100g). Por fim, no presente estudo, pode-se concluir que a farinha de estipe de cogumelo shiitake: se destacou quanto ao teor de proteína e fibras alimentares, podendo ser utilizada como complementação alimentar, além disso, também apresentou alto teor de fibras insolúveis; baixo teor de umidade e baixa atividade de água, mostrando ser um produto com estabilidade microbiológica, apresentou quanto aos nutrientes: proteína, lipídeo, carboidratos e fibras uma semelhança aos da farinha do píleo do cogumelo shiitake desidratado e o custo de produção de 0,5 kg da farinha de estipe de cogumelo shiitake apresentou preço unitário R\$ 4,05 e o valor de venda R\$ 4,53, estando dentro dos padrões de comercialização de outras farinhas.

**Palavras chaves:** custo; fibras; píleo; processamento; proteína.



## ABSTRACT

Mushrooms were introduced in oriental and European cuisine because of their high nutritional value and medicinal importance, and as a consequence of the significant increase in mushroom production and consumption, there has been an increase in the volume of waste generated from the harvesting and processing stages, especially the stipe. The stipe is discarded because it presents undesired sensory characteristics, and represents 25-33% of product weight, resulting in volumes of 2.5 to 3.3 million tons of waste per year worldwide, and its destination, besides representing an environmental problem, also does not generate economic gains for the producer or the industry. The present study aims to characterize and develop the flour of shiitake mushroom stipe, in order to reuse it and make a possible by-product in human food. For the development of the shiitake stalk flour, the process followed a flowchart with the following steps: freezing of shiitake stalks; thawing; sanitization; cooling; blanching; cutting; drying; packaging; storage; grinding and sieving. After following the flowchart, it was observed that the results obtained in the analyses were: moisture (5.62%); ash (3.33%); lipids (1.36%); total fiber (60.70%); insoluble fiber (57.36%), protein (13.97%), carbohydrate (15.02%); reducing sugars (0.39%), total soluble sugars (0.45%); starch (1.18%) and energetic value (128.20 kcal/100g). Finally, in this study, it can be concluded that the shiitake mushroom stipe flour: stood out as to the content of protein and dietary fiber, and can be used as a food supplement, in addition, also showed high content of insoluble fiber; low moisture content and low water activity, showing to be a product with microbiological stability, presented as to nutrients: protein, lipid, carbohydrates and fiber a similarity to those of the dehydrated shiitake mushroom pile flour and the production cost of 0.5kg shiitake mushroom's stipe flour presented R\$ 4.05 unit price and the sale value of R\$ 4.53, being within the marketing standards of other flours.

**Keywords:** cost; fiber; pileus; processing; protein.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 - Classificação do Reino Fungi .....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 2 - Estrutura de um basidiomiceto (a) Fungo Basidiomiceto (b).....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 3 - Corpo de frutificação de um cogumelo e suas partes .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 4 - Ciclo de vida de um cogumelo.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 5 - Algumas estruturas e sua classificação do píleo do cogumelo .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 6 - Variedade de estipe representado entre diferentes espécies de cogumelo .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 7 - Cultivo de cogumelos comestíveis conhecido como cultivo rudimentar, em toras (A), frutificação do cogumelo “Shiitake” (B) ...</b>	<b>31</b>
<b>Figura 8 - Cultivo de cogumelo shiitake em substratos sintéticos.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 9 - Dados da produção mundial de cogumelos no período de 2004 a 2018 .....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 10 - Evolução das importações de cogumelos oriundos da China em 2008/2013 .....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 11 - Fluxograma do preparo da farinha do talo de shiitake .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 12 - Estipes do cogumelo Shiitake após a higienização (A), após a secagem em estufa (B), e após a moagem – farinha do estipe do cogumelo (C).....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 13 - Diagrama de cromaticidade .....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 14 - Círculo de cor .....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 15 - Espaço de cor L*C*h<sup>0</sup>.....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 16 - Questionário utilizado na pesquisa com os produtores das cidades do Estado de São Paulo.....</b>	<b>79</b>



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atividade de água (Aw) de alguns alimentos .....	28
Tabela 2 - Valores mínimo de atividade de água (Aw) que permitem a multiplicação de grupos de microrganismos que alteram os alimentos.....	28
Tabela 3 - Produção estimada de cogumelos produzidos no Brasil em 2011 ...	34
Tabela 4 - Produção estimada de cogumelos produzidos no Brasil em 2019 ...	35
Tabela 5 - Principais países produtores de cogumelos e trufas em 2017 .....	35
Tabela 6 - Empresas produtoras de cogumelo shiitake, porte da empresa, produção média de cogumelo.mês <sup>-1</sup> , produção média de cogumelo.dia <sup>-1</sup> .....	55
Tabela 7 - Empresas produtoras de cogumelo shiitake, descarte médio de cogumelo.mês <sup>-1</sup> , descarte médio de talo.mês <sup>-1</sup> e descarte médio de talo.dia <sup>-1</sup> .....	55
Tabela 8 - Investimento inicial de equipamentos estimado para produção de 1000 kg.mês <sup>-1</sup> de farinha de estipe de cogumelo shiitake: discriminação, quantidade, preço unitário e total .....	57
Tabela 9 - Custo da mão de obra estimado para produção de 1000 kg.mês <sup>-1</sup> de farinha de estipe de cogumelo shiitake: discriminação, quantidade, preço unitário e total .....	57
Tabela 10 - Custos fixos estimados para produção de 1000 kg.mês <sup>-1</sup> de farinha de estipe de cogumelo shiitake.....	58
Tabela 11 - Custos unitários estimados de insumos diretos para produção de 1000kg.mês <sup>-1</sup> de farinha de estipe de cogumelo shiitake .....	58
Tabela 12 - Custo geral de produção para produção de 1000kg.mês <sup>-1</sup> de farinha de estipe de cogumelo shiitake.....	58
Tabela 13 - Composição centesimal (%) em base seca da farinha de estipe de shiitake .....	60
Tabela 14 - Luminosidade (L*), ângulo Hue (°Hue), chroma, pH, atividade de água (Aw) da farinha de estipe de shiitake .....	66



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	21
2.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS COGUMELOS.....	21
2.1.1	CULTIVO DO COGUMELO SHIITAKE ( <i>LETINULA EDODES</i> ) E SUAS CARATERÍSTICAS.....	29
2.1.2	PRODUÇÃO DE COGUMELOS.....	33
2.1.3	SUBPRODUTOS DA PRODUÇÃO DO PROCESSAMENTO DOS COGUMELOS.....	37
2.2	SUSTENTABILIDADE.....	40
2.3	CUSTO DE PRODUÇÃO.....	42
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	44
3.1	MATERIAL.....	44
3.1.1	EMPRESA DE COGUMELO FUNGIBRAS – BOTUCATU/SP.....	44
3.2	MÉTODOS.....	46
3.2.1	PESQUISA REALIZADA COM OS PRODUTORES DAS CIDADES DO ESTADO DE SÃO PAULO.....	46
3.2.2	CUSTO DE PRODUÇÃO.....	46
3.2.3	FARINHA DO TALO DO SHIITAKE.....	47
3.2.3.1	DESENVOLVIMENTO E PREPARO DA FARINHA.....	47
3.2.4	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA FARINHA DE ESTIPE DO COGUMELO SHIITAKE.....	48
3.2.4.1	DETERMINAÇÃO DE UMIDADE.....	48
3.2.4.2	DETERMINAÇÃO DE CINZAS.....	49
3.2.4.3	DETERMINAÇÃO DE LIPÍDEOS.....	49
3.2.4.4	DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS.....	49
3.2.4.5	DETERMINAÇÃO DE FIBRAS ALIMENTAR.....	50
3.2.4.6	DETERMINAÇÃO DE CARBOIDRATOS.....	50
3.2.4.7	DETERMINAÇÃO DO TEOR DE AÇÚCARES REDUTORES.....	50
3.2.4.8	DETERMINAÇÃO DO TEOR DE AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS.....	51
3.2.4.9	DETERMINAÇÃO DO TEOR DE AMIDO.....	52
3.3	ANÁLISES FÍSICAS.....	53
3.3.1	FARINHA DO TALO DO SHIITAKE.....	53
3.3.1.1	DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH).....	53
3.3.1.2	DETERMINAÇÃO DE ATIVIDADE DE ÁGUA.....	53
3.3.1.3	DETERMINAÇÃO DE COR INSTRUMENTAL.....	53
3.3.1.4	ANÁLISE ENERGÉTICA.....	54
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	55
4.1	RESULTADO DA PESQUISA DOS PRODUTORES DAS CIDADES DO ESTADO DE SÃO PAULO.....	55
4.2	CUSTO.....	56
4.3	FARINHA DO TALO DE SHIITAKE.....	59
4.3.1	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA FARINHA DE ESTIPE DO COGUMELO SHIITAKE.....	59

4.3.2	<b>ANÁLISES FÍSICAS DA FARINHA DE ESTIPE DO COGUMELO SHIITAKE.....</b>	<b>65</b>
4.4	<b>DISCUSSÃO FINAL.....</b>	<b>67</b>
5	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>68</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>69</b>
	<b>ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA PESQUISA COM PRODUTORES DAS CIDADES DO ESTADO DE SÃO PAULO....</b>	<b>79</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre fungos ocorreu a partir de registro fóssil desde o período Siluriano, de 408 a 438 milhões de anos atrás, na era Paleozoica. As primeiras civilizações apreciavam os cogumelos como iguaria, pois, conheciam o seu valor terapêutico e o utilizavam com frequência em suas cerimônias religiosas (CHANG; MILES, 1989).

Os cogumelos, há milhares de anos, passaram a ser apreciados na culinária oriental e europeia em razão do seu alto valor nutritivo e nos tratamentos medicinais. Sua produção mundial tem aumentado nos últimos anos, tendo atingido o valor de pouco mais de 10 milhões de toneladas em 2017, número cinco vezes maior que o produzido em 1990 (FAOSTAT, 2017). No Brasil, o aumento na produção de cogumelos também tem sido observado devido à atual demanda crescente da população, à popularização e ao crescimento de restaurantes orientais no país.

Dentre as espécies dos cogumelos comestíveis cultivadas no Brasil, destacam-se a *Agaricus bisporus* (champignon de Paris), a *Lentinula edodes* (shiitake) e o *Pleurotus* (shimeji ou hiratake) (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE COGUMELOS, 2013). Em relação ao cogumelo shiitake, o seu cultivo teve início no Brasil no início da década de 90, sendo que nos dias de hoje apresenta aumento significativo em sua produção devido à viabilidade do seu cultivo em áreas pequenas, ocupando atualmente o segundo lugar em produção em relação a todos os cogumelos cultivados no mundo (MACIEL, 2012).

Os fungos exercem um grande papel no ecossistema, pois, possuem a capacidade em degradar os substratos da produção agrícola e estes são os microrganismos mais significativo na decomposição da matéria prima orgânica devido a sua característica própria na ação degradativa. Isso ocorre devido a produção das enzimas extracelulares, principalmente a lignocelulósicos, a qual é importante na degradação dos componentes dos substratos (VÁLAZQUEZ-CEDEÑO *et al.*, 2002).

Como consequência do relevante aumento na produção e do consumo de cogumelos, observa-se aumento no volume de resíduos gerados decorrente das etapas de colheita e processamento, compostos principalmente pelo estipe (a base do cogumelo), que geralmente é descartado por apresentar características sensoriais indesejadas pelos consumidores (ZHANG *et al.*, 2013), e que representa de 25-33% do peso do produto (CHOU *et al.*, 2013). Isto resulta em volumes de 2,5 a 3,3 milhões

de toneladas de resíduos por ano no mundo, os quais são descartados, destino que representa um problema ambiental, além de não gerar ganhos econômicos para o produtor ou para a indústria (ZHANG *et al.*, 2013).

Os cogumelos contêm todas as principais classes de componentes lipídicos incluindo ácidos graxos livres, mono-, di- e triglicerídeos, esteróis, ésteres de esterol e fosfolipídios, os níveis são geralmente em torno de 1 até 20% em base seca. De acordo com Nappi e Moretto (1998), a composição de ácidos graxos presentes no cogumelo shiitake são: ácido mirístico (0,71%); ácido esteárico (1,66%); ácido palmitoléico (1,93%); ácido oléico (6,23%); ácido palmítico (21,94%); ácido linoléico (67,53%). Além disso, os cogumelos possuem vitaminas (B1, B2 e C) e ergosterol têm sido isolados deste fungo (SUGUI *et al.*, 2003).

Os cogumelos shiitake são conhecidos por serem alimentos de alto valor nutricional, apresentando alto teor de fibras (41,92%), proteínas (18,98%) e baixo teor de lipídeos (4,39%) (FURLANI; GODOY, 2007). Além disso, apresentam uma série de propriedades bioativas, como antifúngica, antimicrobiana (HEARST *et al.*, 2009), antitumoral (FINIMUNDY *et al.* 2013) e atividade antioxidante (KITZBERGER *et al.*, 2007). São também conhecidos por serem realçadores de sabor, por apresentarem em sua composição compostos que conferem o sabor umami (POOJARY *et al.*, 2017).

Os cogumelos comestíveis por sua vez, por possuírem estes componentes que beneficiam o organismo podem contribuir para reduzir a desnutrição ou agregar na boa alimentação, devido esse alto valor nutricional (MOURA, 2008).

Considerando o potencial nutricional, funcional e sensorial do cogumelo shiitake, estudos sobre a composição química de seu subproduto, o estipe, são importantes, no sentido de caracterizar o material e desenvolver aplicações futuras deste resíduo agroindustrial na indústria alimentícia, representando uma alternativa econômica para os produtores e agroindústrias, nutricional e de saúde para os consumidores e de sustentabilidade para o meio ambiente. Este trabalho tem como objetivo caracterizar e desenvolver a farinha de estipe de cogumelo shiitake, de forma reaproveitá-lo e tornar um possível subproduto de na alimentação humana.

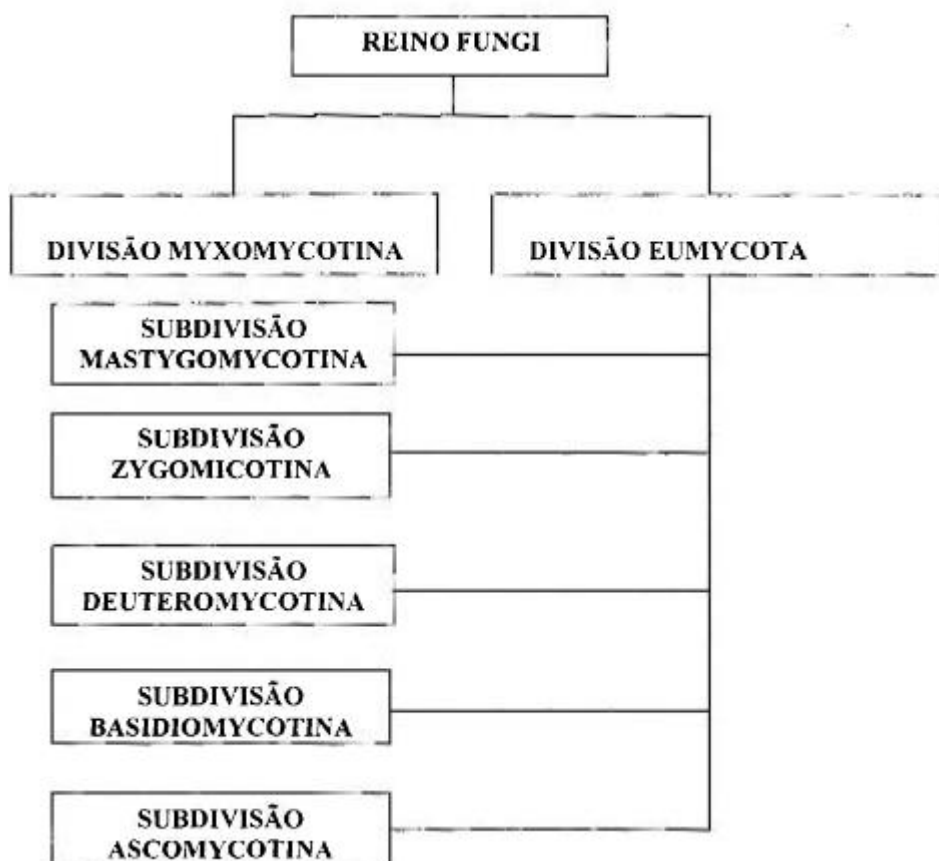
## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS COGUMELOS

O reino Fungi é dividido em 5 filos segundo a Figura 1, os quais apresentam diversas características, principalmente em relação a reprodução sexuada e assexuada, às microestruturas, especializações com o modo de vida, enzimas produzidas, entre outras ( BONONI *et al.*, 1999).

Os cogumelos são corpos frutificados dos fungos, conhecidos desde a antiguidade. Os cogumelos comestíveis fazem parte de dois grandes grupos de fungos: Ascomycotina (ascomicetos) e Basidiomycotina (basidiomicetos) (HERRERA, 2001).

**Figura 1 - Classificação do Reino Fungi**



Fonte: MOURA (2008).

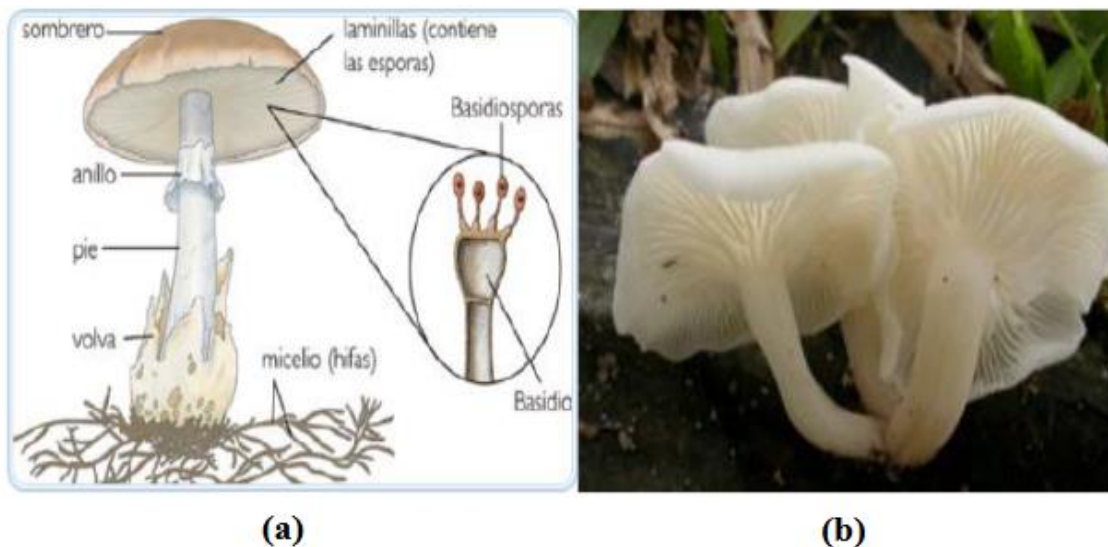
Os fungos são seres vivos eucarióticos que podem ser classificados como unicelulares quando constituídos de uma única célula, ou pluricelulares, quando

possuem células agrupadas em filamentos, constituindo assim, as hifas (HAWKSWORTH *et al.*, 1995).

Os cogumelos são macrofungos e apresentam dimensões microscópicas, porém, alguns apresentam uma estrutura macroscópica produtora de esporos denominada corpo de frutificação característicos, grandes o suficiente para serem visíveis a olho nu e coletados com as mãos (CHANG; MILES, 1989; BOA, 2004).

O Reino Fungi possui 5 filos: *Mastigomycotina*, *Zygomycota*, *Deuteromycotina*, *Ascomycota* e *Basidiomycota*, visto que, dentro do filo *Ascomycota* e *Basidiomycota* encontram-se os fungos comestíveis. No filo *Ascomycota* são fungos economicamente importantes, os quais podemos destacar: leveduras, morchelas e trufas comestíveis, já no filo *Basidiomycota* encontram-se os cogumelos comestíveis, alucinógenos, tóxicos e venenosos (RAVEN *et al.*, 2007). Na Figura 2 mostra uma estrutura de um basidiomiceto.

**Figura 2 - Estrutura de um basidiomiceto (a) Fungo Basidiomiceto (b)**



Fonte: KALIPEDIA (2012).

A reprodução dos cogumelos pode ocorrer sexuadamente ou assexuadamente. A reprodução sexuada ocorre por meio de esporos e a reprodução assexuada é realizada pela multiplicação de qualquer parte do corpo de frutificação (ROSA, 2006).

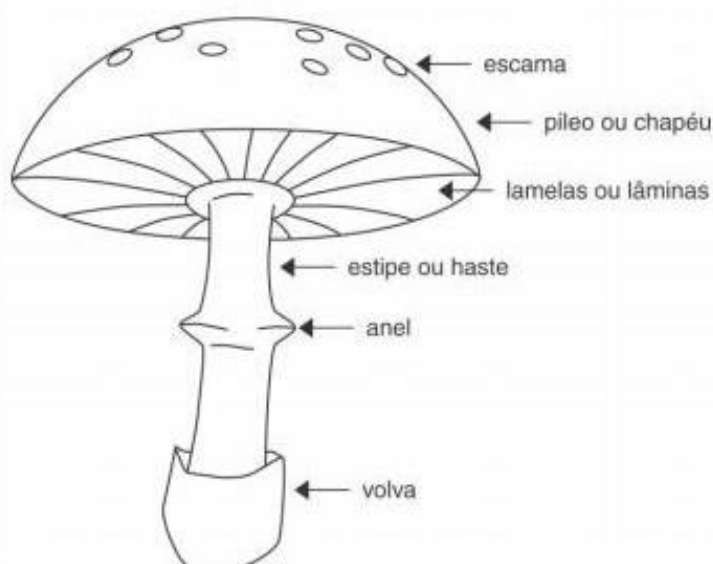
Quando os esporos são germinados, eles produzem células que se rearranjam em filamentos denominados hifas. As hifas crescem no solo ou sobre outro substrato, formando o micélio. Inicialmente há a junção das hifas e de dois micélios

geneticamente diferentes, e destes se origina o corpo de frutificação, ou seja, o cogumelo propriamente dito (ROSA, 2006).

O corpo de frutificação do cogumelo, portanto, pode apresentar aspecto característico de cada espécie, como por exemplo, o shiitake, cujo corpo de frutificação é formado por um estipe (talo) e um chapéu denominado píleo (BONONI, *et al.*, 1999). Outras espécies de cogumelo possui o corpo de frutificação formado apenas pelo píleo sem estipe, como é o caso do cogumelo *Pycnoporus sanguineus* (orelha de pau) e outras espécies ainda podem denominar uma estrutura volva (forma de copo) na face inferior do estipe e um anel longo abaixo do píleo, como por exemplo do cogumelo *Amanita caesarea*. Além disso, o tom da coloração do píleo é muito variado entre as espécies podendo ser: vermelho, marrom, verde, amarelo, laranja e azul (BONONI, *et al.*, 1999).

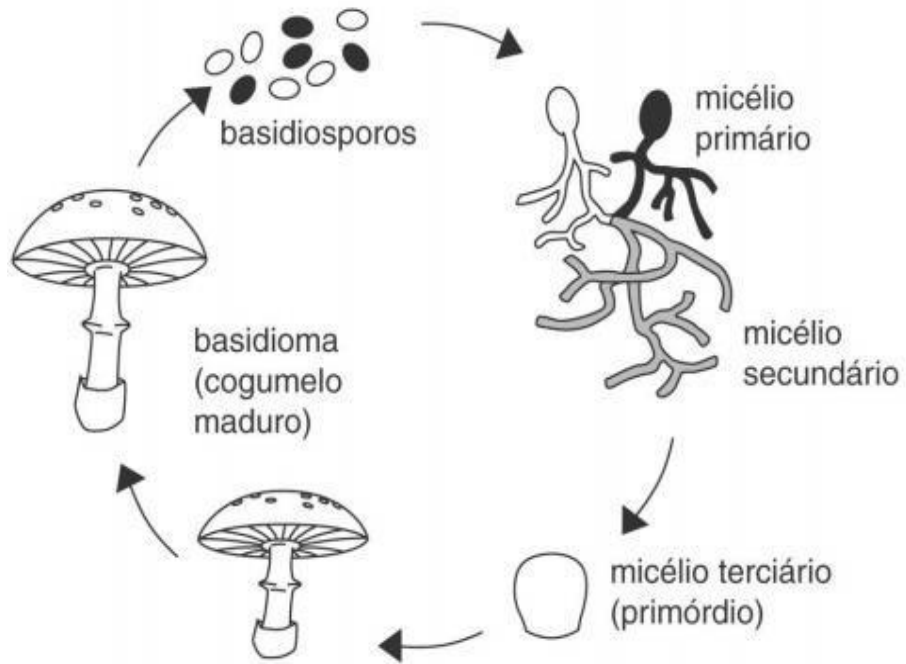
A Figura 3 mostra o corpo de frutificação de um cogumelo e suas partes, a Figura 4 mostra o ciclo de vida de um cogumelo, a Figura 5 mostra algumas estruturas e sua classificação do píleo e a Figura 6 mostra a variedade de estipe representado entre diferentes espécies de cogumelo.

**Figura 3 - Corpo de frutificação de um cogumelo e suas partes**



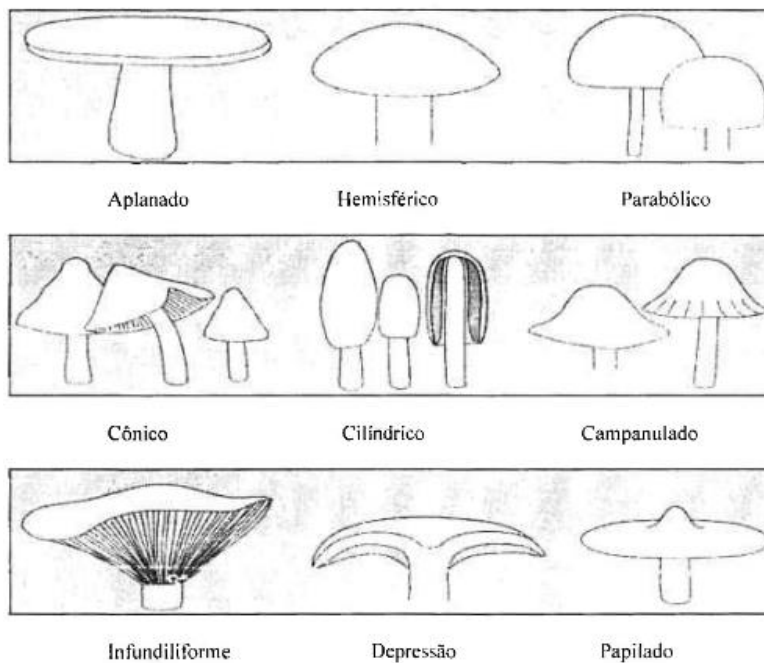
Fonte: ROSA (2006).

**Figura 4 - Ciclo de vida de um cogumelo**



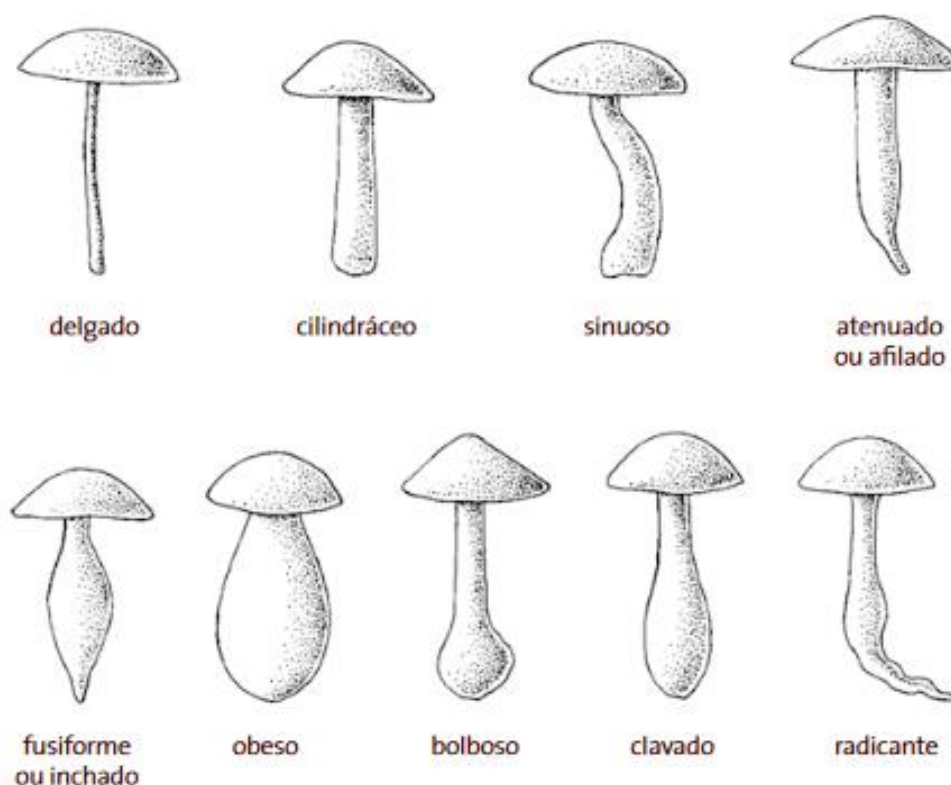
Fonte: ROSA, 2006.

**Figura 5 - Algumas estruturas e sua classificação do píleo do cogumelo**



Fonte: MOURA (2008).

**Figura 6 - Variedade de estipe representado entre diferentes espécies de cogumelo**



Fonte: FERREIRA (2013).

O reino Fungi como comentado anteriormente, é dividido em 5 filos, dos quais o Basidiomiceto engloba tanto cogumelos comestíveis como os não comestíveis. Na ordem *Agaricales* e família *Agaricaceae* se encontram as espécies *Agarius bisporus* (champignon de Paris) e *Lentinula edodes* (shiitake) (SANTOS, 2011), os quais, conforme citado anteriormente, estão entre os principais cogumelos comercializados no Brasil (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE COGUMELOS, 2013).

Dentre os cogumelos não comestíveis, podemos destacar os cogumelos tóxicos, venenosos e alucinógenos e entre estes, alguns podem apresentar características morfológicas semelhantes aos cogumelos comestíveis, como por exemplo, tamanho, forma, coloração e espessuras do corpo frutífero, dessa forma, deve-se ter uma atenção especial na hora de consumi-los (URBEN; SIQUEIRA, 2003).

A identificação desses cogumelos não comestíveis pode ser feita a olho nu, porém, muitas vezes acaba não sendo identificado da maneira correta, por esse motivo, geralmente a identificação é feita por especialistas em laboratório através das análises morfológicas e bioquímicas (UBERN; SIQUEIRA, 2003).

Os cogumelos são conhecidos há milhares de anos, sendo que, além de serem apreciados na culinária oriental, possuem um alto valor nutritivo e são utilizados em tratamento medicinais. Com a popularização da cultura e culinária japonesa no Brasil, o aumento do vegetarianismo e do veganismo, além da crescente preocupação da população por uma alimentação mais saudável, os cogumelos têm ganhado cada vez mais espaço no mercado (SANTOS, 2011).

São alimentos que possuem alto valor nutricional e baixo valor calórico. Seus nutrientes podem variar conforme a espécie e composição genética (CHANG; MILES, 1989). Furlani e Godoy (2007) estudaram o valor nutricional das 3 espécies de cogumelos mais consumidas no Brasil (champignon, shiitake e shimeji) e relataram o excelente valor nutritivo com variações entre as espécies. De acordo com os resultados destes autores, o champignon apresentou valores de proteína entre 16,46 a 31,57%, o shiitake entre 18,24 a 20,48% e o shimeji entre 16,19 a 33,73% (base seca) (FURLANI; GODOY, 2007). Por esse motivo eles têm sido muito utilizados como substitutos da proteína animal no desenvolvimento de novos produtos, tanto para o público vegetariano/vegano, como também para o público flexitariano que quer diminuir o consumo da carne e realizar uma substituição rápida (BECKER, 2020).

As proteínas e peptídeos presentes nos cogumelos apresentam excelente atividade biológica, e a qualidade proteica do *L. edodes* é uma das principais características dessa espécie. Ela contém elevados teores de todos os aminoácidos essenciais e não essenciais e uma excelente digestibilidade proteica (CARRASCO-GONZÁLEZ *et al.*, 2017).

No que diz respeito a digestibilidade, a mesma está relacionada à quantidade de proteína de determinado alimento que é realmente absorvido e utilizado pelo organismo e o seu valor baseia-se na razão entre a quantidade de proteína ingerida e a quantidade excretada da mesma proteína (BALBI *et al.*, 2013). De acordo com FAO/WHO (2002), conforme citado no trabalho realizado por Balbi *et al.* (2013), as digestibilidades das proteínas de carne bovina, soja e feijão são iguais a 0,924, 0,717 e 0,787, respectivamente. Longvah e Deostale (1998), determinaram experimentalmente a digestibilidade de proteínas do shiitake, obtendo valor de 0,763. Este valor apresenta diferença significativa com a carne bovina e o ovo, que apresenta 0,924 e 0,97 de digestibilidade, respectivamente (PIRES *et al.*, 2006).

Além disso, os cogumelos destacam-se quanto ao conteúdo de fibra alimentar, com valores médios (base seca) de 20,44% para o champignon, 41,92% para o

shiitake e 39,62% para o shimeji. Apresentam, também, baixo teor de lipídeos (5,42% em cogumelo champignon, 4,39% em shiitake e 4,30% em shimeji, todos em base seca) (FURLANI; GODOY, 2007), características que o tornam um alimento com apelo à saúde.

A atividade de água é um dos parâmetros mais importantes na conservação de alimentos, tanto no aspecto biológico como nas transformações físicas. A água presente nos alimentos pode apresentar-se na forma de molécula livre ou ligada ao substrato (SCOTT, 1957 e NETO *et al.*, 1976). A Tabela 1 mostra a atividade de água de alguns alimentos.

Dessa forma, podem ser previstas reações de oxidação lipídica, escurecimento não enzimático, atividade enzimática, desenvolvimento de microrganismos, assim como o comportamento de misturas de alimentos com diferentes valores de atividade de água e sistema de embalagens, além disso, a atividade de água pode afetar em outros parâmetros como: oxidação e cor (NETO *et al.*, 1976). A Tabela 2 mostra valores mínimos de atividade de água que permitem a multiplicação de grupos de microrganismos que alteram os alimentos.

Os cogumelos por sua vez são altamente perecíveis devido ao seu elevado conteúdo de água de (6,75 a 18,9 kg de água/kg de sólido seco), que representa aproximadamente 87 a 95% de sua massa úmida. Se os cogumelos frescos não forem imediatamente consumidos, eles devem passar por algum tipo de tratamento para evitar sua deterioração, como por exemplo a secagem, que é o processo mais usado para preservação de cogumelos para o aumento do seu prazo de validade (ARORA *et al.*, 2003). O prazo de validade da farinha é de 12 meses a partir da produção (LIRA *et al.*, 2016).

O processo de secagem é um dos mais antigos métodos de conservação de alimentos e é uma operação que pode provocar mudanças indesejáveis ao produto desidratado, como o escurecimento enzimático e não enzimático (MASKAN, 2000).

A secagem é uma operação por meio da qual a água ou qualquer outro líquido é removido de um material. As vantagens dessa operação são: aumento da vida útil do produto; facilidade no transporte e comercialização; o processo é econômico; os secadores semi-industriais têm baixo custo; a mão de obra não necessita ser especializada e os produtos desidratados têm baixo custo de armazenagem (CELESTINO, 2010).

**Tabela 1 - Atividade de água (Aw) de alguns alimentos**

<b>Alimento</b>	<b>Atividade de água (Aw)</b>	<b>Alimento</b>	<b>Atividade de água (Aw)</b>
Frutas ou vegetais frescos	>0,97	Geleia	0,82 a 0,94
Aves ou peixes frescos	>0,98	Arroz	0,80 a 0,87
Carnes frescas	>0,95	Farinha de trigo	0,67 a 0,87
Ovos	0,97	Mel	0,54 a 0,75
Sucos – (frutas e vegetais)	0,97	Fruta seca	0,51 a 0,89
Queijos (maioria)	>0,91	Chocolate	0,69
Parmesão	0,66 a 0,76	Caramelo	0,60 a 0,65
Carne defumada	0,87 a 0,95	Macarrão	0,50
Nozes	0,66 a 0,84	Ovo desidratado	0,40
Doce de frutas	0,75 a 0,80	Vegetais desidratados	0,20
Açúcar	0,10	Cereais	0,10 a 0,20
Pão	0,95 a 0,96	Bolo assado	0,90 a 0,94
Xarope de bordo	0,90	Melaço	0,76
Aveia em flocos	0,65 a 0,75	Biscoito	0,30
Pudim	0,97	Massa de biscoito refrigerada	0,94

**Fonte:** BANWART (1989).

A secagem é uma operação por meio da qual a água ou qualquer outro líquido é removido de um material. As vantagens dessa operação são: aumento da vida útil do produto; facilidade no transporte e comercialização; o processo é econômico; os secadores semi-industriais têm baixo custo; a mão de obra não necessita ser especializada e os produtos desidratados têm baixo custo de armazenagem (CELESTINO, 2010).

**Tabela 2 - Valores mínimo de atividade de água (Aw) que permitem a multiplicação de grupos de microrganismos que alteram os alimentos**

<b>Grupos de microrganismos</b>	<b>Valores mínimo de Atividade de água (Aw)</b>
Maioria das bactérias	0,91
Maioria das leveduras	0,88
Maioria dos bolores	0,80
Bactérias halofílicas	0,75
Fungos xerofílicos	0,65
Leveduras osmofílicas	0,60

**Fonte:** BEUCHAT (1981).

### 2.1.1 CULTIVO DO COGUMELO SHIITAKE (*Letinula edodes*) E SUAS CARATERÍSTICAS

O cultivo do shiitake começou na China há cerca de 1.100 a.C, na província Zhejiang. Posteriormente, os agricultores chineses levaram o cultivo deste cogumelo para o Japão e hoje ele é umas das espécies mais consumidas no mundo (MACIEL, 2012; LIN; LIN,1995). No Brasil, o seu cultivo começou no início dos anos 90 (SAMPAIO, 2003).

A melhor maneira de demonstrar o desenvolvimento da exploração comercial dos fungos nos últimos 50 anos na China é a história do cultivo de shiitake. O cultivo do shiitake antes de 1960 era de maneira tradicional, porém, a partir da década de 60, o seu cultivo passou a ser em toras com inoculação de sementes, o que relatou a primeira mudança no cultivo comercial do shiitake (LIN; LIN,1995).

A segunda maior mudança ocorreu no final da década de 1970, devido a popularização do uso da serragem, do farelo de arroz e de trigo como substratos e de sacos plásticos como recipientes (LIN; LIN,1995). Vale ressaltar que, esse cultivo na serragem fez com que aumentasse a produção e também contribuiu com a preservação dos recursos florestais. E por fim, a técnica *JunCao* (*Jun* = cogumelo; *Cao*= gramíneas) proporcionou a terceira mudança, visto que, unificou os benefícios sociais aos ecológicos e econômicos, estabelecendo assim, um equilíbrio melhor ecologicamente entre plantas, fungos e animais (LIN; LIN,1995).

Essa técnica o *JunCao* apresenta uma fonte rica para o desenvolvimento natural ou em áreas plantadas, além disso, o substrato residual pode ser usado como forragem proteica de alta qualidade, dessa forma, é viável harmonizar a proteção do ecossistema de florestas e solucionar possíveis problemas de escassez de alimentos para os animais no desenvolvimento da prática da fungicultura (URBEN, 2017).

O cultivo do shiitake é dividido em dois tipos: o rudimentar, que é realizado em toras de madeira, e aquele realizado em substratos sintéticos. Na forma de toras, o mais usual atualmente, o cultivo é realizado em madeiras de eucalipto, e os substratos sintéticos são feitos a partir de resíduos agrícolas e outros tipos de resíduos, como o farelo de arroz, pó de madeira, farelo de trigo, palha de milho, gesso, cal, calcário, entre outros (URBEN, 2017).

No cultivo do *L. edodes* em substrato, são utilizadas as seguintes etapas: obtenção da matriz primária, produção da "semente" ou "*spawn*" (matriz secundária),

preparo, inoculação e colonização do substrato, indução de primórdios, frutificação e colheita (MONTINI, 2001).

Quando se utiliza o cultivo em substrato sintético por exemplo, essa prática apresenta maior rentabilidade, quando comparado ao cultivo rudimentar, em toras, pois, oferece vantagens relevantes, tais como: menor tempo e maior eficiência biológica da produção (KALBERER, 2000; KIRCHHOFF; LELLEY, 1991; TAN; MOORE, 1992). Contudo, esse cultivo em substratos sintéticos é mais oneroso, em razão da sua formulação de substrato ser adequada, sendo necessário um controle preciso das condições de crescimento e frutificação e, em sua maioria, depende do genótipo da cepa utilizada (CHEN, *et al*, 2000; ROYSE; BAHLER, 1986; SABOTA, 1996).

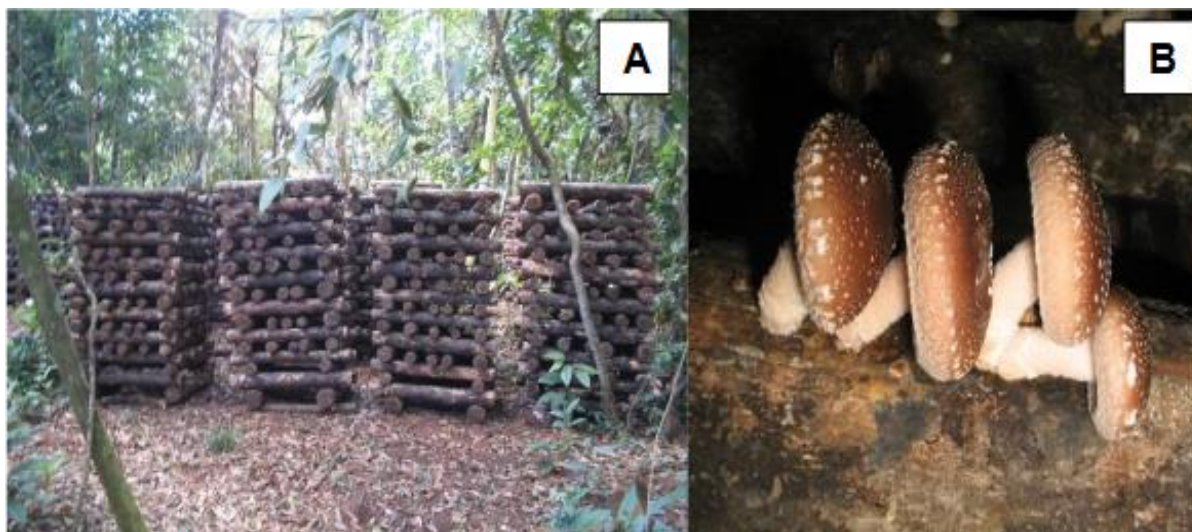
Alguns resíduos agroindustriais podem ser utilizados na formulação do substrato na produção de shiitake, tais como: serragem, farelo de arroz, de trigo, de soja, polpa de beterraba, de café, quirera de milho, bagaço de cana-de-açúcar, levedo de cerveja, entre outros (EIRA; MINHONI, 1997). Vale ressaltar que a serragem que se utiliza na produção do substrato do shiitake é da mesma espécie de árvore do cultivo em toras, visto que, esta é um resíduo agroindustrial livre de produtos químicos e essa adição altera as condições químicas e/ou físicas do substrato, aumentando a velocidade de crescimento e a produção *L. edodes* ( PRZYBYLOWICZ; DONOGHUE, 1998).

Vale lembrar ainda, que a escolha de um ou mais resíduos como suplemento à serragem depende dos seguintes fatores: custos e disponibilidade na região (EIRA; MINHONI, 1997).

A Figura 7 mostra o cultivo de cogumelos comestíveis conhecido como cultivo rudimentar, em toras (A), frutificação do cogumelo “Shiitake” (B). e Figura 8 mostra o cultivo de cogumelo shiitake em substratos sintéticos.

O cogumelo *Lentinula edodes*, é um fungo saprófita e extrai nutrientes do substrato por meio do micélio e as substâncias tais como: carbono, nitrogênio, minerais e vitaminas que podem ser encontradas nos substratos de cultivo como toras de madeira, serragem e nos resíduos agrícolas. Um dos fatores mais importantes no desenvolvimento do cogumelo shiitake é a temperatura, visto que, quando elevada pode afetar no desenvolvimento dos esporos e do micélio; na diferenciação dos primórdios; no desenvolvimento do corpo de frutificação e na qualidade do produto LIN; LIN,1995).

**Figura 7 - Cultivo de cogumelos comestíveis conhecido como cultivo rudimentar, em toras (A), frutificação do cogumelo “Shiitake” (B)**



Fonte: SIQUEIRA *et al.* (2012).

**Figura 8 - Cultivo de cogumelo shiitake em substratos sintéticos**



Fonte: FUNGIBRAS (2020).

A temperatura ideal para o cultivo é na faixa de 16°C a 18°C e a umidade deve estar a 90%, porém, durante a frutificação, a temperatura deve ficar entre 8 °C e 16 °C e a umidade deve ficar entre 60% e 80%, visto que, nesta umidade os cogumelos conseguem se desenvolver (MACIEL, 2012).

O parâmetro temperatura influencia muito na qualidade do cogumelo, pois, em temperaturas menores, o corpo de frutificação cresce lentamente, porém, engorda o pé, encurta o estipe e intensifica a textura, obtendo um produto de melhor qualidade.

No entanto, em temperaturas mais altas, o corpo de frutificação cresce mais rápido, mas, também, abre rapidamente o chapéu fino, obtendo assim um cogumelo de baixa qualidade (URBEN, 2017).

Outro fator importante para o desenvolvimento do cogumelo é a umidade, visto que, os esporos germinam somente sob alta umidade. Já para o desenvolvimento do micélio é necessário temperatura alta (15°C a 25°C) e baixa umidade (mínimo 60%) (URBEN, 2017).

Para formação do corpo de frutificação é necessária uma certa quantidade de luz difusa, visto que, quando expostos a escuridão completa esse corpo não se forma por completo, além disso, a luz pode influenciar na cor do corpo de frutificação, apresentando uma cor pálida, estipe longo e alta taxa de deformação se não houver luz parcial (URBEN, 2017).

O cogumelo *Lentinula edodes* é um fungo aeróbico, ou seja, o seu processo de respiração é sob condições escassas de oxigênio (O<sub>2</sub>). Se não houver renovação de ar adequada nas câmeras de produção de cogumelo adequadamente, pode ocorrer um acúmulo de dióxido de carbono e isso afetará o crescimento do micélio e do corpo de frutificação, dando como característica um estipe grosso e um chapéu pequeno, por essa razão, a sala de cultivo precisa ser bem ventilada ou com renovação de ar (URBEN, 2017).

E por último, um fator que deve ser controlado é o pH, esse controle é realizado através da escolha dos materiais que compõem o substrato, o local do cultivo e a fonte de suprimento de água, a faixa de pH para o desenvolvimento do micélio é de 3,0 a 6,5, visto que, os valores ideais são entre 4,0 e 5,5, porém, pH na faixa de 3,5 a 5,0 são excelentes para a formação dos primórdios e desenvolvimento do corpo de frutificação (URBEN, 2017).

Com relação aos valores nutricionais (base seca), o shiitake apresenta elevado teor de umidade (90,22 - 94,59%), considerável teor de proteína (17,97 - 20,48%) e fibra alimentar (37,26 - 47,60%), baixo teor de lipídeos (2,44 - 6,29%), alto teor de carboidratos totais (66,57 - 70,86%), teor de cinzas variando de 5,44 a 8,92% e de ácido ascórbico entre 550 a 9,74 mg/100 g (FURLANI; GODOY, 2007).

Devido ao seu uso medicinal há anos, os cogumelos também têm ganhado destaque devido ao número crescente de pesquisas sobre suas atividades biológicas, demonstrando propriedades antioxidantes (KITZBERGER *et al.*, 2007),

antimicrobianas, antifúngicas (HEARTS *et al.*, 2009) e antitumorais (FINIMUNDY *et al.* 2013).

### 2.1.2 PRODUÇÃO DE COGUMELOS

O ramo agroindustrial que se destina a produção de cogumelo é chamado de fungicultura, espécies de fungos conhecidos também como macrofungos. Essa atividade tornou uma estratégia de conservação e manejo dos ecossistemas em vários países e além disso, uma forma de reduzir o êxodo de áreas rurais (MARTÍNEZ-IBARRA *et al.*, 2019).

Dentre os cogumelos conhecidos ou fungos produtores de corpos de frutificação podemos destacar: 50% são comestíveis, 18% medicinais, 10% venenosos e 22% continuam com propriedades aos interesses comerciais, porém, ainda não estabelecidas (FLOUDAS *et al.*, 2012).

A indústria de cogumelos comestíveis representa três segmentos principais, tais como, cogumelos cultivados, cogumelos medicinais e cogumelos silvestres comestíveis (selvagens) e são conhecidas aproximadamente 2000 espécies de cogumelos comestíveis, no entanto, somente 25 delas são cultivadas em ampla escala industrial. Em razão das qualidades nutricionais dos cogumelos, dos avanços biotecnológicos para obtenção de bioprodutos para os setores farmacêuticos, biorremediação, agricultura e pecuária, houve um grande crescimento no consumo de cogumelos mundialmente (CHANG; WASSER, 2018).

Os grandes produtores de cogumelo no Brasil estão concentrados no estado de São Paulo, onde aproximadamente 500 produtores movimentam R\$ 21 milhões de reais, mas também há produção nos estados de Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Brasília, Rio Grande do Sul, Bahia e Pernambuco. Dentre os produtores do estado de São Paulo, as cidades que mais se destacam são Mogi das Cruzes, Pinhalzinho, Ibiúna, Sorocaba, Salto, Cabreúva, Juquitiba e Valinhos. Segundo a Associação Nacional dos Produtores de Cogumelos – ANCP (2013), existe uma estimativa de mais de 300 produtores de cogumelos no país, visto que, em sua maioria, são micro e pequenos agricultores familiares (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE COGUMELOS, 2013; ABPC, 2020).

Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Cogumelos - ABPC (2020), a produção no Brasil gera em torno de 3000 empregos diretos e os produtores vem

investindo em técnicas e profissionalização no cultivo de cogumelos em algumas regiões, havendo assim mudanças no cenário da fungicultura, como por exemplo, São Paulo, que possui empresas com alta tecnologia para produção de *Pleurotus sp.* e *L. edodes* como na cidade de Mogi das Cruzes e Sorocaba e no Estado da Bahia (Vitória da Conquista) (VILELA, 2015).

Dados recentes sobre a fungicultura nacional são escassos por se tratar de uma cultura recente e fragmentada. De acordo com a ANCP, a produção de cogumelos no Brasil em 2011 foi de cerca de 12.000 toneladas (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE COGUMELOS, 2013).

Os principais cogumelos produzidos no Brasil são o champignon de Paris (*Agaricus bisporus*), sendo cultivado por 52,2% dos produtores, seguido dos cogumelos do gênero *Pleurotus* (chamado de shimeji no Brasil), cultivado por 24,55% dos produtores, e do cultivo do cogumelo shiitake (*Lentinula edodes*), que representa 16,44% (GOMES *et al.*, 2016). A Tabela 3 mostra a produção brasileira estimada em toneladas/ano em 2011 e a Tabela 4 mostra a produção brasileira estimada em toneladas/ano em 2019, conforme as espécies de cada cogumelo.

A produção mundial de cogumelos se concentra em apenas alguns países como, China, Itália, Estados Unidos e Holanda. Em 2005, a produção mundial atingiu 25,7 milhões de toneladas e se compararmos com 2013, houve um aumento de 42,3% na produção de cogumelos comestíveis, passando para 48,7 milhões de tonelada no mundo (MARTÍNEZ-IBARRA *et al.*, 2019).

**Tabela 3 - Produção estimada de cogumelos produzidos no Brasil em 2011**

<b>Espécies</b>	<b>Produção estimada (tonelada/ano)</b>
<i>Agaricus bisporus</i> (Champignon de Paris)	8.000
<i>Pleurotus spp</i>	2.000
<i>Lentinula edodes</i> (Shiitake)	1.500
<i>Agaricus blazei murrill</i>	500
Outros	50

**Fonte:** ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE COGUMELOS (2013).

**Tabela 4 - Produção estimada de cogumelos produzidos no Brasil em 2019**

<b>Espécies</b>	<b>Produção estimada (tonelada/ano)</b>
<i>Agaricus bisporus</i> (Champignon de Paris)	9.000
<i>Pleurotus spp</i>	8.500
<i>Lentinula edodes</i> (Shiitake)	5.000

**Fonte:** STEFFEN *et al.* (2019).

Essa produção mundial de cogumelos vem crescendo desde a década de 1960 até o ano de 2013, sendo que, esse aumento ocorreu consideravelmente nos últimos anos, tendo atingido o valor de pouco mais de 10 milhões de toneladas em 2017, número cinco vezes maior que o produzido em 1990, visto que, o principal responsável pelo aumento da produtividade e o número de produtores foi a China (FAOSTAT, 2017; MARTÍNEZ-IBARRA *et al.*, 2019).

Ao comparar a produção de cogumelos no Brasil com a de outros países, como a China, Estados Unidos, entre outros (Tabela 5), verifica-se que a nacional é muito baixa. Entretanto, esse tipo de atividade produtiva tem um importante caráter social, sendo uma alternativa de renda para os pequenos e médios produtores. Observa-se, igualmente, que o país que mais se destaca na produção de cogumelos é a China, com quase 8 milhões de toneladas em 2017 (FAOSTAT, 2017).

Anualmente, o mercado mundial de cogumelos movimenta 35 bilhões de dólares e estimativas apontam um crescimento de 9 a 12% no volume comercializado até 2021. Em 2013, o volume das importações dos cogumelos aumentou mais de 30% (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE COGUMELOS, 2013; ABPC, 2020).

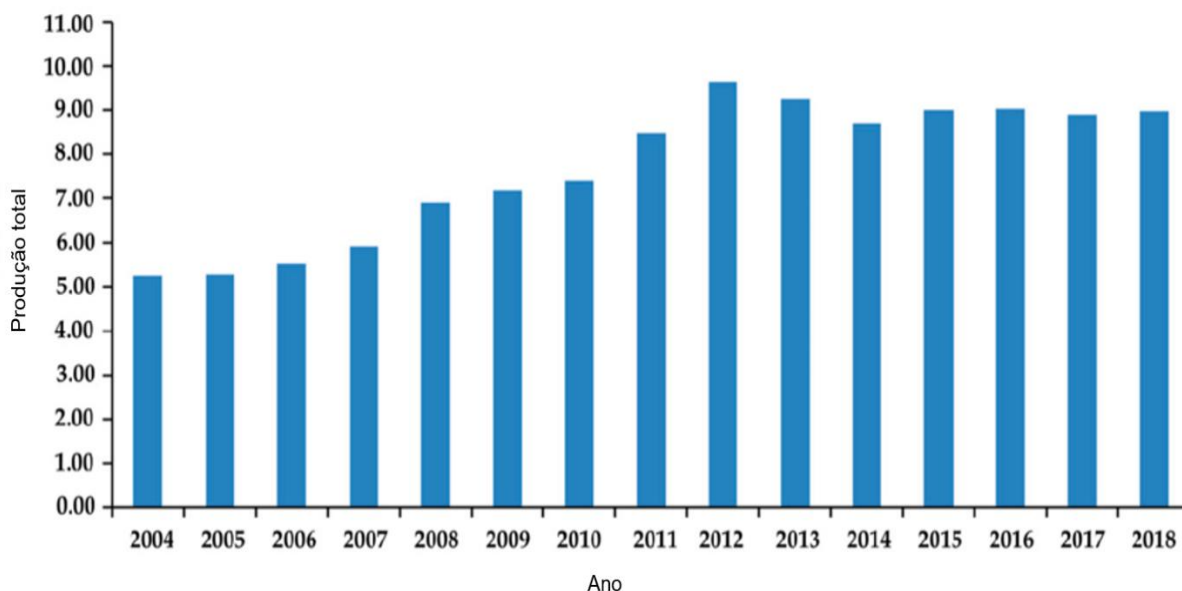
**Tabela 5 - Principais países produtores de cogumelos e trufas em 2017**

<b>País</b>	<b>Produção (toneladas)</b>
China	7.855,698
Estados Unidos	421,208
Polônia	302,916
Holanda	300,000
Espanha	159,018
Canadá	132,556
Reino Unido	99,652
França	99,096

**Fonte:** FAOSTAT (2017).

O cultivo de cogumelos está difundido em todo o mundo e a sua produção global aumentou significativamente desde 2010 como mostra a Figura 9, com dados da produção mundial de cogumelos no período de 2004 a 2018. A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) relatou que a China é o maior produtor de cogumelos, em 2018 a produção global atingiu quase 8,99 milhões toneladas e espera-se que continue com esse aumento de produção de cogumelo com o passar do tempo. Avaliando especificamente os cogumelos importados da China, esse aumento foi de mais de 1000% em pouco mais de 5 anos (Figura 10).

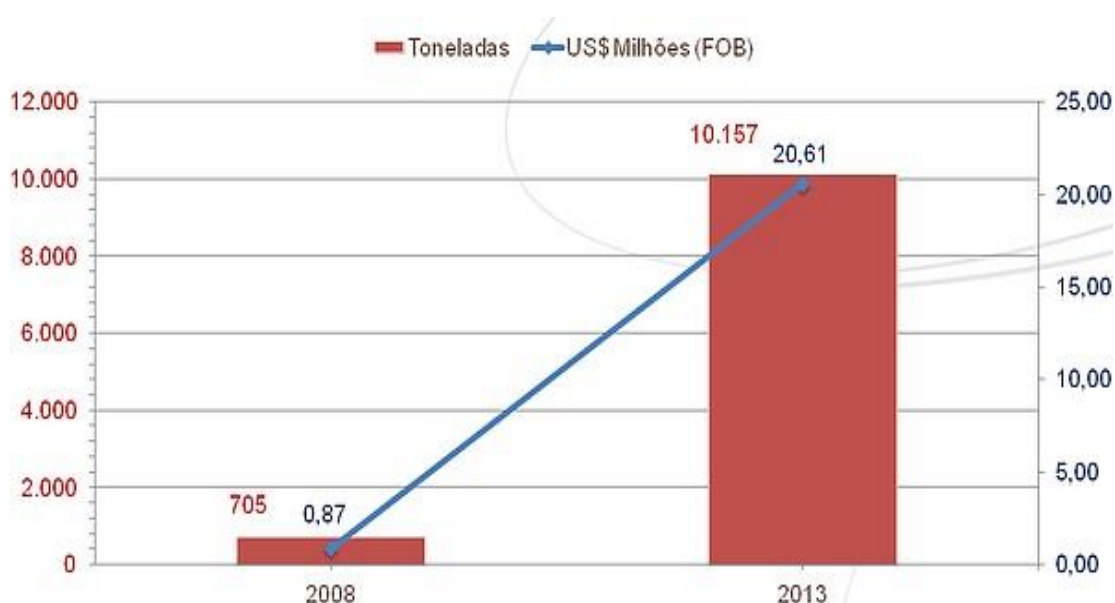
**Figura 9 - Dados da produção mundial de cogumelos no período de 2004 a 2018**



**Fonte:** FAOSTAT (2022).

No que diz respeito ao consumo de cogumelos, o brasileiro ainda está muito aquém do consumo da população dos outros países, principalmente da população asiática. Países como China e Coréia, que se destacam como maiores consumidores mundiais atingem um consumo per capita de mais de 8 kg de cogumelo por habitante. Já nos países da Europa como França, Itália e Alemanha, o consumo per capita é um pouco maior que 2 kg por ano, enquanto no Brasil esse valor atinge aproximadamente 160 g/hab/ano. Esse baixo consumo do brasileiro se dá, muitas vezes, pelo desconhecimento da forma de preparo dos produtos e dos seus benefícios (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE COGUMELOS, 2013).

**Figura 10 - Evolução das importações de cogumelos oriundos da China em 2008/2013**



Fonte: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE COGUMELOS (2013).

### 2.1.3 SUBPRODUTOS DA PRODUÇÃO DO PROCESSAMENTO DOS COGUMELOS

Como consequência do relevante aumento na produção e consumo de cogumelos, observa-se aumento no volume de resíduos gerados decorrente das etapas de colheita e processamento (CHANG; WASSER, 2018).

Para a produção de cogumelo é necessário um substrato com características químicas e físicas efetiva, e estes devem oferecer condições adequadas para um desenvolvimento ideal. As enzimas produzidas e liberadas pelo micélio dos cogumelos são enzimas que atuam na degradação de biomassa lignocelulósica, fontes de nutrição e além disso, atual um papel muito importante na colonização e degradação dos substratos, gerando assim rendimentos de corpos de frutificação (CHANG; WASSER, 2018).

A degradação desses tipos de biomassa é devido a função do complexo enzimático quando ocorre a desconstrução da parede celular (SIQUEIRA; FILHO, 2010; GOMES, 2015). Porém, em questões comerciais na fungicultura, desconstruir e metabolizar os componentes da parede celular vegetal não é eficiente para uma produção em escala, dessa forma, é necessária a adição de suplementos nutricionais

como farelos provenientes de fontes de plantas/sementes oleaginosas, as quais são ricas em proteínas e lipídios, como por exemplo: soja, algodão, girassol, entre outros, para assim conseguir um maior rendimento de cogumelos frescos (BERNARDI *et al.*, 2008).

Os resíduos produzidos na produção de shiitake em blocos sintéticos são os estipes e os blocos sintéticos propriamente ditos. O estipe (a base do cogumelo) representa de 25-33% do peso do produto (CHOU *et al.*, 2013). Esta perda em rendimento de produto resulta em volumes de 2,5 a 3,3 milhões de toneladas de resíduos por ano no mundo, os quais usualmente são descartados na natureza, destino que representa problema ambiental, além de não gerar ganhos econômicos para o produtor ou para a indústria. E os blocos sintéticos podem ser utilizado como alimento para animais e fertilizantes (CHOU *et al.*, 2013).

Sabendo-se do alto valor nutritivo e funcional do cogumelo, é esperado que o seu estipe apresente composição similar, o que indica um material potencial para estudo sobre seu reaproveitamento como ingrediente em diferentes alimentos, dando um destino ambientalmente correto ao resíduo. Isto tornaria a atividade ainda mais sustentável, já que na própria produção dos cogumelos, os substratos utilizados são em sua maioria obtidos através de resíduos agrícolas e agroindustriais, como palhas, pó de serragem, bagaço de cana, farelo de trigo, farelo de arroz, os quais, depois do uso, podem ainda ser utilizados para adubação de hortas e plantações (FURLANI; GODOY, 2007).

Existem poucos estudos na literatura sobre a caracterização dos estipes de cogumelo shiitake (*L. edodes*). Nasiri *et al.* (2013) caracterizaram quimicamente o píleo e o estipe do cogumelo *A. bisporus* e verificaram composições semelhantes, mas que apresentam valores significativamente mais altos de proteína, cinza, potássio, fósforo e selênio no píleo e maiores teores de fibra, carboidrato, cálcio e ferro no estipe. Outro estudo avaliou as propriedades antioxidantes do píleo e do estipe de cogumelos selvagens de Portugal (*L. deliciosus* e *T. portentosum*) e foi verificado que ambas as partes do cogumelo apresentaram potencial antioxidante, com destaque para os extratos obtidos do píleo do cogumelo (FERREIRA *et al.*, 2007). Especificamente sobre o cogumelo shiitake, Kang *et al.* (2012) avaliaram as atividades antioxidantes e antimutagênicas de subprodutos de shiitake e *P. eryngii* e relataram que ambos os subprodutos de cogumelo possuem forte capacidade antioxidante in

vitro e podem ser úteis como biomaterial na preparação de alimentos promotores de saúde.

Estudos sobre a aplicação de resíduos da produção de cogumelos em alimentos são ainda mais escassos. Brennan *et al.* (2012) enriqueceram snacks extrusados com 5, 10 e 15% de sub-produtos de cogumelo *A. aegerita* liofilizados e obtiveram produtos com crocância similar ao controle, além de maior teor de fibras e maior taxa de expansão. Além disso, mostraram redução significativa na liberação de glicose durante a digestão *in vitro*, podendo ser de interesse para a indústria alimentícia na tentativa de regular a resposta glicêmica dos alimentos. Já o estudo de Vital *et al.* (2017) avaliaram o efeito da adição de resíduo de *Agaricus blazei* em leite enriquecido com ômega 3 (1, 2 e 3 g/kg) e verificaram que o resíduo do cogumelo agiu como antioxidante no leite, reduzindo a oxidação lipídica do ômega 3 quando submetido à foto-oxidação. Os autores concluíram que o resíduo do cogumelo *A. blazei*, que geralmente é descartado, pode ser utilizado como um potencial ingrediente antioxidante, capaz de enriquecer alimentos a um baixo custo.

Não foram encontrados estudos sobre a aplicação do estipe de cogumelo shiitake em alimentos, mas encontramos trabalhos sobre a aplicação do cogumelo shiitake inteiro. Na pesquisa realizada por Lira (2017), a aplicação de farinha de cogumelos shiitake (de 0 a 20%) em pão foi estudada e verificou-se que o produto com até 10% apresentou-se viável quanto à aceitação sensorial. Em termos tecnológicos houve diminuição do volume específico, aumento na dureza, e redução da luminosidade. Já o estudo de Mattar (2016) objetivou reduzir o teor de sódio em hambúrguer bovino utilizando extrato de cogumelo shiitake como realçador de sabor.

Como resultado, as formulações com 50% de redução de cloreto de sódio e adição de extrato obtido a partir de 12,5% e 20% de cogumelo apresentaram maior intensidade do gosto salgado, e as características físico-químicas dos hambúrgueres não apresentaram alterações relevantes. O autor conclui que é possível promover a redução de até 75% de cloreto de sódio de hambúrguer por meio da adição de extrato obtido a partir de 12,5% de cogumelo shiitake, mantendo as características sensoriais desejadas pelos consumidores (MATTAR, 2016).

## 2.2 SUSTENTABILIDADE

Quando pensamos em sustentabilidade a primeira coisa que pode vir à nossa mente seriam as emissões de gases para atmosfera, como por exemplo, o gás carbônico, e que isso representa o único que o planeta está exposto, porém isso é um mal-entendido, visto que, desenvolvimento sustentável não se limita apenas a uma ação, como reduzir as emissões de gases que causam o efeito estufa, mas, também, abriga um conjunto de modelos para o uso dos recursos que visam atender as necessidades humanas (BOFF, 2017).

Devido a evolução da degradação da natureza e do protesto mundial, houve uma pressão sobre os governadores e nas empresas para que fizessem com que todos estipulassem esforços para conferir sustentabilidade ao planeta. Inicialmente como iniciativa começar a reduzir as emissões de dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa, organizar a produção de baixo carbono e utilizar os três erres: reduzir, reutilizar e reciclar (BOFF, 2017).

Porém, segundo o mesmo autor, a responsabilidade social não é suficiente, pois, a sociedade não pode ser pensada sem a sua interação entre sistemas, como por exemplo a natureza, visto que, existem recursos que as empresas utilizam para sobreviverem, dessa forma, instituiu o termo da responsabilidade socioambiental, cujos programas possuem objetivos, como reduzir a pressão que a atividade produtiva e industrial exerce sobre a natureza e sobre o nosso planeta por completo.

Com isso, a partir dos avanços tecnológicos pode-se superar a escassez de recursos e atender as necessidades da população crescente, sem colocar em risco as gerações futuras, através do avanço da qualidade de vida, superando desafios sociais, ambientais e econômicos (BOFF, 2017).

O desenvolvimento sustentável possui o conceito que surge em meio a controvérsias importantes sobre a relação entre crescimento econômico, sociedade e meio ambiente cujo termo surgiu em 1981, sendo consagrado em 1987 pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento- Comissão Brundtland e de acordo com Relatório Brundtland: "desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforça o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações futuras ... é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a

possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades.” (IBGE, 2008).

De fato, o desenvolvimento sustentável propõe qualidade em vez de quantidade, com a diminuição do uso de matérias-primas e produtos e o aumento da reutilização e da reciclagem, o que mostra a estreita relação entre inovação tecnológica e desenvolvimento sustentável (SCHOMMER, 2007).

Os cogumelos por sua vez, por serem organismos não verdes e por não possuírem clorofila, não podem converter a energia solar em matéria orgânica como as plantas, mas podem converter grande quantidade de matéria lignocelulósicos como comentado anteriormente, considerados resíduos agrícolas ou florestais em ração animal e fertilizantes. Dessa forma, podemos chamar o cultivo de cogumelo uma atividade de desenvolvimento sustentável, mais conhecida como “a revolução não-verde”, que pode auxiliar na proteção e recuperação do meio ambiente e gerar crescimento econômico (POPPE, 2000).

Anualmente, são produzidos 500 milhões de toneladas de resíduos agrícolas, visto que, destes, 400 milhões são das atividades agropecuária e 100 milhões são das atividades florestais e apenas 50 milhões são reaproveitados deste total. O restante, 450 milhões de toneladas é incinerado ou fica sem uso (MACHADO, 2019).

De acordo com autor Poppe (2000), é possível produzir 600 milhões de kg de cogumelos com esse volume de resíduo, considerando que a população possui um consumo médio anual de 1 kg per capita, no entanto, esse volume é insuficiente para sanar a fome, porém, poderia ser utilizado como finalidade nutricional.

Além disso, o autor Poppe (2000) aponta os seguintes benefícios da conversão de resíduos em cogumelos: fornecimento de alimentos, geração de empregos, maior renda familiar, equilíbrio de geração de resíduos, limpeza nos campos, margens de estrada e florestas, precaução de incêndios florestais, uso do substrato de cogumelos como composto para jardim ou horta, e proteção da flora natural dos cogumelos.

Aproximadamente 1,8 milhões de pessoas, ou seja, 30% da população da Terra, possui deficiência de proteínas, e como a taxa média de proteína encontrada nos cogumelos varia de 13,4 a 17,5%, eles poderiam ter a finalidade de atender as deficiências nutricionais (POPPE, 2000; CHANG; MILES, 1989).

De acordo com Eira e Braga (1997) e Bano e Rajarathnam (1988), relatam em seu trabalho a importância do cogumelo convencional como fonte alternativa de proteínas, dessa forma, segundo os autores, de forma comparativa, um boi de 500 kg

e o equivalente vegetal de 500 kg de soja convertem em energia e produzem, respectivamente, 500 g e 50 kg de proteína/dia, enquanto o mesmo peso em leveduras tem a capacidade de produzir 50000 kg/dia.

## 2.3 CUSTO DE PRODUÇÃO

O custo de produção é importante para que o gestor consiga avaliar a eficiência da produção da empresa e a lucratividade das suas vendas e ainda possa prever os ganhos ou perdas futuras (OLIVEIRA, 2000). Além disso, é possível perceber se os custos estão muito altos e procurar formas de realizar melhorias para aumentar os retornos financeiros do negócio. O gestor é capaz de usar este indicador para tomar medidas de redução dos custos, embasar suas decisões estratégicas, melhorar o processo de produção e com isso, pode conseguir maior margem de lucro (VASCONCELLOS; GARCIA, 2008).

Segundo os autores Vasconcellos e Garcia (2008), o custo de produção é definido como o total de despesas realizadas pela firma com a utilização da combinação mais econômica dos fatores, por meio da qual é obtida uma quantidade de produção.

De acordo com o autor Boas *et al.* (2011), a análise dos custos de produção consiste em classificar os insumos fixos e variáveis. Fixo é um insumo cuja quantidade não pode ser alterada rapidamente quando as condições de mercado indicam uma mudança na produção e variável é um insumo cuja quantidade pode ser alterada rapidamente quando as condições de mercado indicam uma mudança na produção.

O custo variável é caracterizado pela variação do custo em relação ao volume de produção de um período, esse indicador sofre alteração diretamente em função da atividade da empresa e está ligado diretamente ao produto, ou seja, quanto maior a produção da empresa, maior será o seu custo variável (OLIVEIRA, 2000). Podemos citar alguns exemplos: fertilizantes, defensivos, combustíveis, alimentação, medicamentos, manutenção, mão de obra, serviços de máquinas e equipamentos no setor agrícola (REIS, 2002; PINDYCK; RUBINFELD, 2009)

O custo fixo é aquele que onera a empresa independentemente do nível de atividade, não variam proporcionalmente ao volume produzido no período e não são assimilados totalmente pelo produto no curto prazo, ou seja, é considerada apenas a parte de sua vida útil, via depreciação, como exemplo no setor agrícola, as terras,

benfeitorias, máquinas, equipamentos, impostos e taxas fixas, lavouras, obras de irrigação e drenagem (REIS, 2002; PINDYCK; RUBINFELD, 2009).

Com isso, a classificação dos custos como fixos ou variáveis, permite analisar e prever o volume necessário de receita em um período para que possa ser sustentado o nível de atividade planejado (CLEMENTE; SOUZA, 2011).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da farinha do talo de shiitake seguiu-se as etapas do fluxograma da Figura 11.

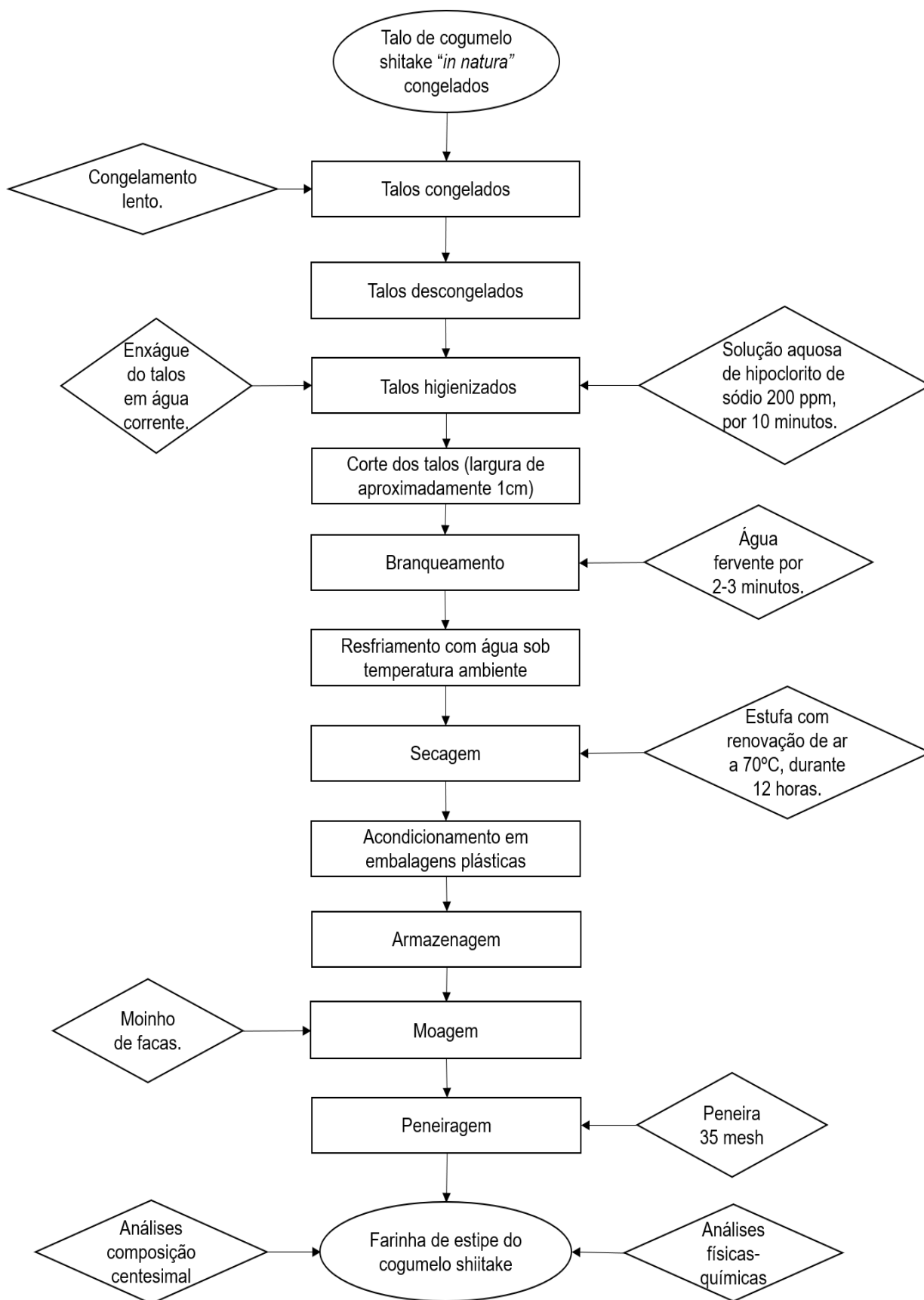
#### 3.1 MATERIAL

##### 3.1.1 EMPRESA DE COGUMELO FUNGIBRAS – BOTUCATU/SP

A empresa Fungibras fica localizada no Estado de São Paulo na cidade de Botucatu, no Distrito Industrial III. A Fungibras foi fundada em 2003 na Incubadora de Empresas de Botucatu e desde seu início a empresa pode contar com a grande experiência do Prof. Dr. Augusto Ferreira da Eira “*in memorian*”, inovador e pesquisador de diversos trabalhos científicos, projetos Temáticos, cursos e publicações relacionadas com o cultivo de cogumelos na Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP de Botucatu. Hoje formam uma equipe qualificada, cultivando cogumelos shiitake para atender os diversos setores da alimentação e os consumidores.

A empresa produz em média 20 toneladas.mês<sup>-1</sup> de cogumelos shiitake, quando há picos na produção pode produzir por dia uma média de 1.350 kg e em dias que não há picos pode chegar em média 700 kg por dia. Em relação as perdas, das 20 toneladas produzidas por mês, cerca de 10% destes são descartes, podendo ser talos em excesso, cogumelos manchados, blocos e entre outros, porém, 5% das perdas está relacionada ao descarte dos talos, isso equivale a 100kg.mês<sup>-1</sup> jogado fora sem nenhum aproveitamento para empresa.

**Figura 11 - Fluxograma do preparo da farinha do talo de shiitake**



Fonte: ELABORADO PELO AUTOR (ABNT – Nbr 12607).

## 3.2 MÉTODOS

### 3.2.1 PESQUISA REALIZADA COM OS PRODUTORES DAS CIDADES DO ESTADO DE SÃO PAULO

Para tabulação dos dados foi realizado uma pesquisa via WhatsApp com os produtores das cidades do Estado de São Paulo e as respostas foram colocadas nas Tabelas 6 e 7. A Tabela 6 mostra as empresas que produzem cogumelo shiitake, porte da empresa, produção média de cogumelo.mês<sup>-1</sup>, produção média de cogumelo.dia<sup>-1</sup>. A Tabela 7 mostra as mesmas empresas da Tabela 6 com os dados sobre descarte de cogumelo/mês, descarte de talo/mês e descarte de talo.dia<sup>-1</sup>.

Vale ressaltar que, durante a pesquisa os produtores comentaram sobre o reaproveitamento dos blocos do shiitake e talos. A empresa D, por exemplo, descarta em média semanalmente cerca de 2.000 blocos, sendo que metade eles trituram e utilizam para produzir húmus de minhoca e a outra metade fornecem a agricultores da região para utilizar como adubo. Húmus de minhoca é um tipo de adubo produzido por minhocas a partir de restos de matéria orgânica (animais e vegetais), é uma substância que proporciona uma nutrição de qualidade para as plantas. Os nutrientes produzidos são: nitrogênio, fósforo e potássio. O húmus de minhoca é uma forma de adubação barata que pode ser usada facilmente por qualquer produtor. A produção desse adubo pode ser realizada na própria propriedade, o que diminui custos com a aquisição de insumos industriais (SCHIEDECK *et al.*, 2006).

A empresa A, reaproveita os talos para adubação das plantas da propriedade e uma pequena parte vai para culinária doméstica. Porém, a empresa B e a empresa C, não faz nenhum tipo de reaproveitamento, é tudo descartado.

### 3.2.2 CUSTO DE PRODUÇÃO

Para o cálculo do custo de produção, baseou-se no trabalho de Júnior e Alves (2021), e considerando uma situação hipotética para produção de farinha de estipe de cogumelo shiitake, serão produzidos 1000kg.mês<sup>-1</sup> de farinha de talo com uma jornada de trabalho de 8 horas diárias de segunda a sexta feiras, contanto três funcionários.

Para o cálculo do custo geral para produzir a farinha do estipe do cogumelo shiitake, foi realizada uma pesquisa de mercado dos materiais necessários e dessa

forma calculou-se o investimento inicial, a mão de obra, os custos fixos e o custo unitário de insumos diretos.

Com essa situação hipotética para produção de 1000kg.mês<sup>-1</sup> de farinha de talo, pode-se estimar o rendimento de secagem dos talos na estufa com renovação de ar de 11,9%, com isso, a máquina de secagem receberá por batelada 280 kg.dia<sup>-1</sup> de talo úmido e saíra da máquina 33,33 kg.dia<sup>-1</sup> de talo seco. A partir desses dados foi possível definir os equipamentos e suas capacidades.

Para o cálculo do transporte do talo seco e úmido utilizou a tabela da Resolução Nº 5.959, de 20 de janeiro de 2022 citado por BRASIL (2022) o preço mínimo por Km de frete de R\$2,58 reais.km<sup>-1</sup>. O cálculo do custo de água e energia utilizou o simulador próprio das empresas SABESP e CPFL. Para o cálculo do custo de energia para os equipamentos usados na empresa utilizou um simulador segundo o autor AOLI (2022). O cálculo para determinação da depreciação dos equipamentos foi utilizado a Equação 1 (DAUDT, 2021). E de acordo com Brasil (1998) e Brasil (1999), através das Instruções Normativas 162/98 e 130/99 citado pela Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT (2022) , a depreciação para máquinas e equipamentos é de 10% (valor residual) e a vida útil de 10 anos.

$$Depreciação\ anual = \frac{(custo\ de\ aquisição - valor\ residual)}{anos\ de\ vida\ útil} \quad (1)$$

### 3.2.3 FARINHA DO TALO DO SHIITAKE

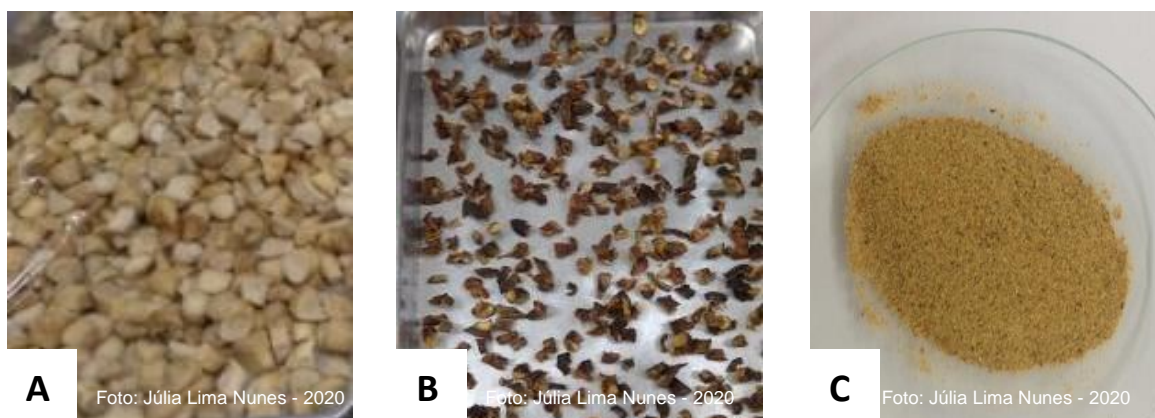
#### 3.2.3.1 DESENVOLVIMENTO E PREPARO DA FARINHA

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados estipes de cogumelo shiitake doados em julho de 2020 pela empresa Fungibras, localizada em Botucatu-SP. As amostras coletadas foram congeladas no processo de congelamento lento (-18°C) e transportadas em caixas térmicas até à UNESP - Botucatu, onde foram mantidas em freezer a -18°C até o momento de sua utilização. As amostras foram descongeladas e higienizadas em solução aquosa de hipoclorito de sódio 200 ppm por 10 minutos (Figura 12A), seguido de enxágue em água corrente potável de boa qualidade. Em seguida, as amostras foram cortadas manualmente (largura de aproximadamente 1cm), branqueadas utilizando água fervente (100°C±1) durante 2-

3 minutos, seguido de resfriamento com água gelada (MARAY *et al.*, 2017), a fim de evitar o escurecimento enzimático promovido principalmente pelas enzimas tirosinase e catecolase (MODA *et al.*, 2005). A secagem foi realizada em estufa com renovação de ar a 70°C, durante 12 h. Todo o material desidratado (Figura 12B) foi acondicionado em embalagens plásticas, armazenadas em local seco, arejado e ao abrigo da luz. A moagem foi realizada em moinho de facas da marca Tecnal modelo TE- 650/1 e, posteriormente, os subprodutos foram peneirados (35 mesh) (Figura 12C). Para o cálculo do rendimento dos estipes após a secagem utilizou a Equação 2, foi de 11,9%. A composição centesimal e as análises físico-químicos foram realizadas na farinha do estipe do cogumelo shiitake.

$$\%Rendimento = (\text{peso dos estipes úmidos} - \text{peso dos estipes secos}) * 100 \quad (2)$$

**Figura 12 - Estipes do cogumelo Shiitake após a higienização (A), após a secagem em estufa (B), e após a moagem – farinha do estipe do cogumelo (C)**



### 3.2.4 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA FARINHA DE ESTIPE DO COGUMELO SHIITAKE

#### 3.2.4.1 DETERMINAÇÃO DE UMIDADE

A determinação de umidade foi realizada em triplicata, por gravimetria (AOAC, 1995), através da secagem em estufa a 105°C, até peso constante. A porcentagem de umidade na amostra foi calculada através da Equação 3.

$$\% \text{ Umidade} = 100 - \left( \left( \frac{(\text{massa cápsula} + \text{amostra final}) - (\text{massa do cápsula})}{\text{massa da amostra inicial}} \right) * 100 \right) \quad (3)$$

### 3.2.4.2 DETERMINAÇÃO DE CINZAS

A determinação de cinzas foi realizada por gravimetria (AOAC, 1995). O método empregado foi o da incineração em mufla à 550°C, até as cinzas estarem brancas ou acinzentadas.

Essa análise foi realizada em triplicada. O cálculo para determinar a porcentagem de cinzas é apresentado na Equação 4.

$$\% \text{ Cinzas} = 100 - \left( \left( \frac{(\text{massa cadinho} + \text{cinzas final}) - (\text{massa do cadinho})}{\text{massa da amostra inicial}} \right) * 100 \right) \quad (4)$$

### 3.2.4.3 DETERMINAÇÃO DE LIPÍDEOS

A determinação de lipídeos foi realizada pelo método de Soxhlet (AOAC, 1995). Essa análise foi realizada em triplicata. O cálculo da porcentagem de gordura nas amostras é demonstrado pela Equação 5:

$$\% \text{ Lipídeos} = \frac{\text{massa da gordura} \times 100}{\text{massa amostra inicial}} \quad (5)$$

### 3.2.4.4 DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS

A determinação de proteínas na farinha de estipe do cogumelo shiitake foi realizada em triplicata pelo método Kjeldahl (AOAC, 1995). Para o cálculo do teor de nitrogênio utilizou a Equação 6 e para a conversão do teor de nitrogênio em proteína foi utilizado o fator de 6,25 (Equação 7).

$$\% \text{ Nitrogênio} = \left( \frac{V * N * 0,014}{m} \right) * 100 \quad (6)$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrogênio} * 6,25 \quad (7)$$

Onde:

V = volume da solução de ácido clorídrico 0,05 N gasto na titulação; após a correção do branco, em mL;

N = normalidade teórica da solução de ácido clorídrico 0,05 N ou solução de ácido clorídrico 0,1 N;

m = massa da amostra, em gramas.

### 3.2.4.5 DETERMINAÇÃO DE FIBRAS ALIMENTAR

O teor de fibra foi determinado em triplicata, através do método enzimático-gravimétrico descrito por Asp *et. al* (1983). As Equações 8 e 9 foram usadas para calcular a porcentagem de fibra insolúvel e solúvel, respectivamente. O teor de fibra total correspondeu à soma das duas frações.

$$\%Fibra\ insolúvel = \left( \frac{S_1 * I_1 * B_1}{m} \right) * 100 - \%Proteína \quad (8)$$

$$\%Fibra\ solúvel = \left( \frac{S_2 * I_2 * B_2}{m} \right) * 100 - \%Proteína \quad (9)$$

Onde:

m = massa da amostra (g);

S = massa após secagem (g);

I = massa após incineração (g);

B = branco.

### 3.2.4.6 DETERMINAÇÃO DE CARBOIDRATOS

O teor de carboidratos na amostra de farinha de estipe do cogumelo shiitake foi determinado por diferença, como mostra a Equação 10 (INFOODS, 2008).

$$Carboidrato\ (\%) = 100 - (\%UMI + \%CIN + \%LIP + \%PT + \%FIB) \quad (10)$$

### 3.2.4.7 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE AÇÚCARES REDUTORES

A análise de determinação do teor de açúcares redutores foi determinada em triplicata, através do método de espectrofotometria de Somogyi-Nelson.

O método baseia-se na determinação espectrofotométrica a 535 nm do composto colorido formado pela reação entre os reativos de Somogyi-Nelson. A

determinação de açúcares por esse método é baseada nas propriedades redutoras dos açúcares, pela reação da hidroxila hemiacetalica dos monossacarídeos.

O princípio do método de Somogyi-Nelson baseia-se na redução de  $\text{Cu}^{++}$  a  $\text{Cu}^+$  pelo açúcar redutor com formação  $\text{Cu}_2\text{O}$ , que reduz o arsenomolibdato e produz um composto de coloração azul (NELSON, 1960).

Realizou a leitura no espectrofotômetro a 535nm e para o cálculo da porcentagem do teor de açúcar redutor utilizou a Equação 11.

$$\%Aç. \text{redutores} = \frac{A * K * 100}{\mu g} \quad (11)$$

Onde:

A% = absorvância da amostra a 535 nm.

K = constante da curva padrão da glicose (194,26).

$\mu g$  = massa da amostra, em microgramas presente na alíquota da reação.

### 3.2.4.8 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE AÇÚCARES SOLÚVEIS TOTAIS

A análise de determinação do teor de açúcares solúveis totais foi determinada em triplicata, através do método de espectrofotometria. O método baseia-se na determinação do teor de açúcares solúveis totais que representa o conteúdo total de açúcares redutores, mais a sacarose e outros possíveis açúcares solúveis presentes na amostra. Realizou a leitura no espectrofotômetro a 535nm (NELSON, 1960; SOMOGY, 1945) e para o cálculo da porcentagem do teor de açúcar açúcares solúveis totais utilizou a Equação 12.

$$\%Aç. \text{Solúvel Total} = \frac{A * K * 100}{\mu g} \quad (12)$$

Onde:

A% = absorvância da amostra a 535 nm.

K = constante da curva padrão da glicose (194,26).

$\mu g$  = massa da amostra, em microgramas presente na alíquota da reação.

### 3.2.4.9 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE AMIDO

A análise de determinação do teor de amido foi determinada em triplicata, através do método de espectrofotométrica, conforme metodologia descrita por Somogy (1945). Amostra utilizada para essa análise foi peneirada em uma peneira de 60 mesh. Realizou a leitura no espectrofotômetro a 535nm e para o cálculo da porcentagem do teor de amido utilizou a Equação 13, 14 e 15.

$$\%A.R.T. (Somogyi/ Nelson) = \frac{A * K * 100}{\mu g} \quad (13)$$

Onde:

A% = absorvância da amostra a 535 nm.

K = constante da curva padrão da glicose (194,26).

$\mu g$  = massa da amostra, em microgramas presente na alíquota da reação.

$$\%Amido_{(base \ úmida)} = [\% A.R.T. (Somogyi / Nelson) - (\%Aç. redutor ou solúveis totais)] \times 0,9 \quad (14)$$

$$\%Amido_{(base \ seca)} = \frac{\%amido \ base \ úmida \times 100}{(100 - \%umidade)} \quad (15)$$

Onde:

A.R.T. (Somogyi / Nelson) = porcentagem de açúcares totais (expresso em glicose, após a hidrólise completa dos açúcares da amostra).

%Aç. redutor ou solúveis totais = açúcares livres na amostra sem hidrólise enzimática, determinado em alíquota da amostra.

%umidade = porcentagem de umidade da amostra analisada.

### **3.3 ANÁLISES FÍSICAS**

#### **3.3.1 FARINHA DO TALO DO SHIITAKE**

##### **3.3.1.1 DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)**

A leitura do pH foi realizada em pHmetro de bancada equipado com eletrodo de vidro (Micronal; modelo TEC-5), através do método descrito por AOAC (1975). Foram pesadas 10 g da farinha de estipe do cogumelo shiitake em um béquer de 250 ml e adicionou 100 ml de água destilada e o pH da solução foi mensurado. A análise foi realizada em triplicata.

##### **3.3.1.2 DETERMINAÇÃO DE ATIVIDADE DE ÁGUA**

A atividade de água foi determinada em triplicata, com amostras estabilizadas a 25°C, utilizando o analisador AquaLab 4TE. Esta análise foi realizada em triplicata.

##### **3.3.1.3 DETERMINAÇÃO DE COR INSTRUMENTAL**

A determinação da cor instrumental da farinha de estipe de cogumelo foi utilizada o aparelho colorímetro portátil (Minolta Chroma Meter, Modelo CR-400), realizando-se a leitura dos parâmetros  $L^*$  (luminosidade), variando de 0 (preto) a 100 (branco),  $a^*$  (intensidade de vermelho/verde),  $b^*$  (intensidade de amarelo/azul) do sistema CIELab, com fonte iluminante D65, calibrado em porcelana branca padrão com  $Y=93,7$ ,  $x=0,3160$  e  $y=0,3323$  (MINOLTA,1998). A determinação de cor foi realizada em triplicata.

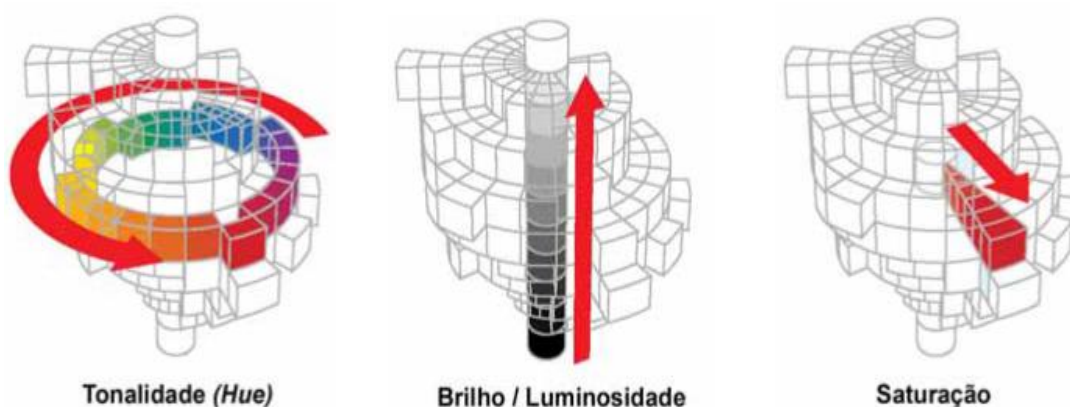
O ângulo *Hue* (ângulo de tonalidade) é o valor em graus correspondente ao diagrama tridimensional de cores, iniciando no eixo +a, sendo que 0° (+a) corresponde a vermelho, (+b) 90° corresponde a amarelo, 180° (-a) corresponde a verde e 270° (-b) corresponde a azul. O Cromo é representado pelo  $C^*$  o qual define a intensidade da cor, o valor de croma é 0 no centro e aumenta conforme a distância deste (MINOLTA,1998). Os valores numéricos de  $a^*$  e  $b^*$  foram convertidos em ângulo Hue e em Cromo (que são as variáveis que melhor representam a cor da farinha do estipe

de cogumelo shiitake), conforme as Equações 16 e 17. A Figura 13 mostra um diagrama de cromaticidade.

$$Hue_{ab} = \tan^{-1} \left( \frac{a}{b} \right) \quad (16)$$

$$C^* = \sqrt{((a^*)^2 + (b^*)^2)} \quad (17)$$

**Figura 13 - Diagrama de cromaticidade**



Fonte: LEÃO; ARAÚJO; SOUZA (2005).

### 3.3.1.4 ANÁLISE ENERGÉTICA

Segundo as normas da legislação brasileira (BRASIL, 2003), o valor energético deve ser expresso em kcal nos rótulos dos produtos. Portanto, os valores energéticos obtidos em kcal foram convertidos para kJ (1kcal equivale a 4,186 kJ).

Esse valor foi calculado a partir dos valores de proteína, lipídeo e carboidrato, utilizando os fatores energéticos de conversão, com auxílio da Equação 17.

- Proteína: 4 kcal  $100g^{-1}$ ;
- Lipídeo: 9 kcal  $100g^{-1}$ ;
- Carboidrato: 4kcal  $100g^{-1}$ .

$$VE = Proteína \times FC_{proteína} + Lipídeo \times FC_{lipídeo} + Carboidrato \times FC_{carboidrato} \quad (17)$$

Onde:

VE = valor energético (kcal  $100 g^{-1}$ ).

FC = fator de conversão específico ( kcal  $g^{-1}$ ).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 RESULTADO DA PESQUISA DOS PRODUTORES DAS CIDADES DO ESTADO DE SÃO PAULO

Os resultados obtidos na pesquisa dos produtores das cidades do estado de São Paulo são mostrados na Tabela 6 e 7. A Tabela 6 mostra as empresas produtoras de cogumelo shiitake, porte da empresa, produção média de cogumelo.mês<sup>-1</sup>, produção média de cogumelo.dia<sup>-1</sup> e na Tabela 7 mostra as mesmas empresas da Tabela 6 com os dados sobre descarte de cogumelo.mês<sup>-1</sup>, descarte de talo.mês<sup>-1</sup> e descarte de talo.dia<sup>-1</sup>.

**Tabela 6 - Empresas produtoras de cogumelo shiitake, porte da empresa, produção média de cogumelo.mês<sup>-1</sup>, produção média de cogumelo.dia<sup>-1</sup>**

Empresa/Cidade	Porte da empresa	Produção média de cogumelo.mês <sup>-1</sup>	Produção média de cogumelo.dia <sup>-1</sup>
Empresa A	Pequena/média	2 ton	65kg
Empresa B	Pequena	4 ton	133kg
Empresa C	Revendedora	25 a 30 ton	830 a 1000kg
Empresa D	Empresa rural - média	6,6 ton	220kg
Empresa E	Pequena	600-700kg	25kg

Fonte: ELABORADO PELO AUTOR (2022).

**Tabela 7 - Empresas produtoras de cogumelo shiitake, descarte médio de cogumelo.mês<sup>-1</sup>, descarte médio de talo.mês<sup>-1</sup> e descarte médio de talo.dia<sup>-1</sup>**

Empresa/Cidade	Descarte médio de cogumelos.mês <sup>-1</sup>	Descarte médio de talo.mês <sup>-1</sup>	Descarte médio de talo.dia <sup>-1</sup>
Empresa A	100kg	162,5 kg	3,25kg
Empresa B	250kg	100kg	3,30kg
Empresa C	-	1.200kg	40kg
Empresa D	1,5 ton	24.000kg	800kg
Empresa E	-	70kg	2,3kg

Fonte: ELABORADO PELO AUTOR (2022).

De acordo com a pesquisa realizada, pode-se observar que as empresas da Tabela 6 são de pequeno e médio porte e produzem por mês uma média de 3,3 toneladas de cogumelos shiitake, e além disso, o descarte médio de cogumelo por mês entre as empresas foi de 1,85 toneladas e de talos a média entre as empresas foi de 5,10 toneladas.

## 4.2 CUSTO

A Tabela 8 mostra o investimento inicial de equipamentos estimado para produção de  $1000 \text{ kg.mês}^{-1}$  de farinha de estipe de cogumelo shiitake: discriminação, quantidade, preço unitário e total. A Tabela 9 mostra o custo da mão de obra estimado para produção de  $1000 \text{ kg.mês}^{-1}$  de farinha de estipe de cogumelo shiitake: discriminação, quantidade, preço unitário e total.

Os custos fixos correspondem às despesas mensais que não sofrem alterações com o volume de produção. A Tabela 10 mostra o custo fixo estimado para produção de  $1000 \text{ kg.mês}^{-1}$  de farinha de estipe de cogumelo shiitake. A Tabela 11 mostra custos unitários estimados para produção de  $1000 \text{ kg.mês}^{-1}$  de farinha de estipe de cogumelo shiitake e por fim, a Tabela 12 mostra o custo geral para produção de  $1000 \text{ kg.mês}^{-1}$  de farinha de estipe de cogumelo shiitake.

O investimento inicial necessário para produção de  $1000 \text{ kg.mês}^{-1}$  de farinha de estipe de cogumelo shiitake foi de R\$ 60.221,18 (Tabela 8), a mão de obra para produção dessa quantidade contempla três funcionários, sendo que cada um receberá por mês R\$ 1.212,00 (salário mínimo), totalizando o valor de R\$ 3.636,00 mensais (Tabela 9), e cada funcionário receberá ainda o valor diário de R\$ 8,00 de vale transporte (ida e volta ao trabalho), totalizando no mês R\$ 528,00 (Tabela 10), dessa forma, os custos fixos mensais são de R\$ 2.497,77.

A depreciação dos equipamentos no mês foi de R\$ 492,172 (Tabela 10). Em uma situação hipotética, supondo que a distância da empresa fornecedora dos estipes de cogumelo shiitake até a empresa beneficiadora para produção da farinha seja de 6 km e a entrega da matéria prima seja realizada diariamente, dessa forma, o custo desse transporte será de R\$ 341,22. $\text{mês}^{-1}$ , e supondo que a distância da beneficiadora até o estabelecimento de revenda do produto final seja 10 km, o custo desse transporte será R\$ 48,18 no mês, totalizando R\$ 389,40. $\text{mês}^{-1}$  (Tabela 10).

**Tabela 8 - Investimento inicial de equipamentos estimado para produção de 1000 kg.mês<sup>-1</sup> de farinha de estipe de cogumelo shiitake: discriminação, quantidade, preço unitário e total**

Item	Discriminação	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
1	Estufa com renovação de ar 1600L	1	R\$ 31.207,50	R\$ 31.207,50
2	Moinho de facas – 30 kg.h <sup>-1</sup>	1	R\$ 9.857,00	R\$ 9.857,00
3	Dosadora Semi-automática RG-FM5000	1	R\$ 17.090,00	R\$ 17.090,00
	Seladora Automática Contínua Horizontal RG-900H	1	R\$ 1.570,00	R\$ 1.570,00
4	Peneira (35 mesh).	1	R\$ 291,48	R\$ 291,48
5	Bandejas perfurada de alumínio	6	R\$ 34,20	R\$ 205,20
<b>Total</b>				<b>R\$ 60.221,18</b>

Fonte: ELABORADO PELO AUTOR (2022).

**Tabela 9 - Custo da mão de obra estimado para produção de 1000 kg.mês<sup>-1</sup> de farinha de estipe de cogumelo shiitake: discriminação, quantidade, preço unitário e total**

Item	Discriminação	Quantidade	Total.mês <sup>-1</sup> (R\$)
1	Atividade de higienizar e branquear os talos.	1	R\$ 1.212,00
2	Atividade de secagem e moagem dos talos.	1	R\$ 1.212,00
3	Atividade de peneiragem, embalagem, selagem e armazenagem da farinha	1	R\$ 1.212,00
<b>Total</b>			<b>R\$ 3.636,00</b>

Fonte: ELABORADO PELO AUTOR (2022).

No que diz respeito a embalagem secundária, serão necessárias 16 unidades de 25 caixas de papelão (Tabela 11), visto que, uma caixa terá 10 pacotes de 0,5kg de farinha de estipe de cogumelo shiitake.

Os custos unitários estimados foram de R\$ 1.975,31 (Tabela 11), considerando que os talos de shiitake terão custo no processamento, uma vez que os talos *in-natura* serão doados pela empresa Fungibrás/Botucatu-SP. Serão necessárias embalagens plásticas de 0,5kg, com custo mensal de R\$ 38,99.

**Tabela 10 - Custos fixos estimados para produção de 1000 kg.mês<sup>-1</sup> de farinha de estipe de cogumelo shiitake**

Item	Discriminação	Total.mês <sup>-1</sup> (R\$)
1	Vale transporte – funcionários	R\$ 528,00
2	Luz e água	R\$ 937,65
3	Produtos de limpeza	R\$ 150,00
4	Depreciação	R\$ 492,72
5	Transporte	R\$ 389,40
<b>Total</b>		<b>R\$ 2.497,77</b>

Fonte: ELABORADO PELO AUTOR (2022).

**Tabela 11 - Custos unitários estimados de insumos diretos para produção de 1000kg.mês<sup>-1</sup> de farinha de estipe de cogumelo shiitake**

Item	Discriminação	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total.mês <sup>-1</sup> (R\$)
1	Farinha de estipe de cogumelo shiitake	1000 kg	-	R\$ 792,00
2	Embalagens plásticas 0,5kg	1 pacote (2000un) (5x10)	R\$ 19,49	R\$ 38,99
3	Hipoclorito de sódio	100L	R\$ 30,00	R\$ 660,00
4	Embalagem secundária (25 caixas - papelão 31x22x17 cm)	16 un	R\$ 30,27	R\$ 484,32
<b>Total</b>				<b>R\$1.975,31</b>

Fonte: ELABORADO PELO AUTOR (2022).

**Tabela 12 - Custo geral de produção para produção de 1000kg.mês<sup>-1</sup> de farinha de estipe de cogumelo shiitake**

Item	Discriminação	Total (R\$)
1	Custos unitários	R\$1.975,31
2	Custo de mão de obra	R\$ 3.636,00
3	Custos fixos	R\$ 2.497,77
<b>Total</b>		<b>R\$ 8.109,08</b>

Fonte: ELABORADO PELO AUTOR (2022).

O custo geral para produção de 1000 kg.mês<sup>-1</sup> de farinha de estipe de cogumelo shiitake é de R\$ 8.109,08, e a venda dos pacotes de 0,5kg de farinha de estipe de cogumelo shiitake será de R\$4,05. Comparando o preço desta farinha com as farinhas de trigo de 0,5kg conhecidas no mercado, estas apresentam uma média de preço de R\$ 4,03. Agora, comparando com o preço de farinhas diferenciadas como por exemplo: farinha de grão de bico, farinha de aveia, farinha de chia, farinha de uva, farinha de castanha de caju, farinha de linhaça dourada, farinha de coco branca, farinha de amêndoas fina, farinha de coco sem glúten e entre outras, a média de preço de um pacote de 0,5kg é de R\$ 11,26.

Pode-se dizer que farinha de estipe de cogumelo shiitake apresenta preço unitário de 0,5kg (R\$ 4,05), próximo ao preço médio das farinhas de trigo do mercado de 0,5kg (R\$4,03), e em comparação com as farinhas diferenciadas, apresenta no qual valor bem inferior (R\$11,26).

O lucro é a recompensa e a motivação para a instalação e continuidade de um empreendimento na sociedade capitalista, é importante saber administrar os valores dos serviços que disponibiliza e dos lucros de cada item vendido, além disso, para garantir um sucesso no seu negócio deve-se ter uma boa estratégia no preço competitivo e concorrentes, planejar a despesas e possuir um diferencial no atendimento (FUJI, 2004), como verificado neste trabalho para a farinha de estipe de cogumelo shiitake. E para finalizar, de acordo com Marques (2020), o lucro ideal para as indústrias é entre 8% a 12%, portanto, considerando-se o lucro máximo de 12%, o valor final da venda do pacote de 0,5 kg de farinha de estipe de cogumelo shiitake será de R\$ 4,53, valor este dentro do recomendado pelo autor.

### **4.3 FARINHA DO TALO DE SHIITAKE**

#### **4.3.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA FARINHA DE ESTIPE DO COGUMELO SHIITAKE**

Os resultados obtidos na análise da composição centesimal em base seca da farinha de estipe do cogumelo shiitake são mostrados na Tabela 13.

**Tabela 13 - Composição centesimal (%) em base seca da farinha de estipe de shiitake**

<b>Componente</b>	<b>%</b>
Umidade	5,62 ± 0,78
Cinza	3,33 ± 0,04
Lipídeos	1,36 ± 0,10
Fibra total	60,70 ± 0,52
Fibras solúveis	3,34 ± 0,15
Fibras insolúveis	57,36 ± 0,66
Proteína	13,97 ± 0,39
Carboidratos	15,02 ± 0,00
Açúcar total	0,84 ± 0,09
Açúcares redutores	0,39 ± 0,01
Açúcar solúveis totais	0,45 ± 0,08
Amido	1,18 ± 0,47
Valor energético	128,20 Kcal.100g <sup>-1</sup>

Média ± desvio padrão. n=3.

O resultado obtido na análise de umidade foi de 5,62%. Uma vez que a amostra inicial deste estudo foi a farinha desidratada de estipe de cogumelo shiitake, era esperado que o valor de umidade fosse baixo. Segundo a literatura, o trabalho de Cunha *et al.* (2011) avaliou a composição de cogumelo shiitake seco a 55°C e encontrou teores de umidade de 11,34% em produto obtido pelo produtor de Brasília e 11,13% em cogumelo do produtor de Mogi das Cruzes. Em outro trabalho, Lira *et al.* (2016) relataram o valor de 10,24% em cogumelos shiitake secos a 60°C durante 24 h. Dessa forma, podemos observar que os resultados da literatura estão acima do que foi obtido neste trabalho. As discrepâncias no teor de umidade entre as amostras podem estar relacionadas ao fato de que este estudo avaliou somente o estipe do cogumelo, enquanto os estudos da literatura utilizaram o cogumelo inteiro.

Além disso, há variações no tempo e temperatura de secagem entre os estudos, os quais influenciam na intensidade de secagem e, conseqüentemente, no teor de umidade final das amostras. De acordo com entendimento de Mattila *et al.* (2001), um dos fatores mais importantes quando se trata do valor nutricional é o teor da umidade, haja vista, que este influencia na quantidade de matéria seca, ou seja, no teor dos

demais componentes do material em estudo. Afirma ainda que outros fatores ambientais podem afetar a quantidade de umidade nos cogumelos, tais como: a temperatura e a umidade relativa do ar e o pH, o que justifica a diferença existente entre o resultado apresentado neste trabalho em relação à literatura existente sobre o assunto.

Na análise de cinzas o valor encontrado no presente trabalho foi de 3,33%, valor muito semelhante ao relatado por Lin *et al.* (2008), que encontraram 3,5% em farinha de shiitake. Furlani e Godoy (2007) avaliaram 5 diferentes marcas de cogumelo shiitake e encontraram valores de cinzas em base seca variando de 5,44 a 8,92%. Cunha *et al.* (2011) avaliaram amostras de produtores de cogumelo de diferentes estados e relataram valores de 6,55% em cogumelo produzido no Distrito Federal e de 6,83% em cogumelo de Mogi das Cruzes. Em outros trabalhos realizados por Helm *et al.* (2009) e Pauli (2010), o shiitake apresentou teor de cinzas de 7,90% e 6,70%, respectivamente. De acordo com o trabalho apresentado por Bano e Rajarathnam (1988), o shiitake, mostrou o teor de cinzas de 7% e Silva (2013) apresentou o valor de 4,9%. No trabalho de Mizuno (1995) a composição química do cogumelo *A. blazei* desidratado mostra um teor de cinzas entre 5%-7%.

Ao analisar os valores da literatura podemos verificar que alguns resultados estão acima do encontrado na amostra avaliada neste trabalho. De acordo com Chang e Miles (1989), o teor de cinzas de cogumelo shiitake apresenta uma variação de 3,7–7,0%, sendo que o intervalo inferior indicado foi similar ao determinado neste estudo.

De acordo com a literatura, o conteúdo mineral existente no cogumelo (cálcio, magnésio, potássio, ferro, zinco e cobre, entre outros minerais) sofre influência das condições apresentadas durante o seu cultivo, isto é: espécie, área de cultivo, fertilizantes utilizados, tempo de crescimento do corpo de frutificação (SILVA, 2013). Estas questões, juntamente com o fato que avaliamos, somente o estipe do cogumelo, podem ter influenciando nas diferenças entre os resultados dos teores de cinza.

No que diz respeito à análise de lipídeo, o valor encontrado no estipe de shiitake foi de 1,36%. Corroborando com o resultado deste estudo, Lira *et al.* (2016) encontraram um teor de 1,96% em farinha de cogumelo shiitake. No entanto, Furlani e Godoy (2007) e Pauli (2010) encontraram valores para o cogumelo shiitake em base seca de 4,39% e 3,9%, respectivamente, valores consideravelmente maiores que o encontrado no estipe. No trabalho apresentado por Bano e Rajarathnam (1988) e Bononi *et al.* (1999) os valores em base seca do cogumelo shiitake para o teor de

lipídeo foi de 8% e 1,2%, respectivamente. E de acordo com o trabalho de Yokomizo e Bononi (1985) mostra teores de lipídeos entre 4,9% a 8,0%.

De acordo com Chang e Miles (1989), os cogumelos apresentam baixas quantidades de lipídeos, variando de 1,1 a 8,3%. Dessa forma, podemos dizer que o valor obtido para o estipe está de acordo com o intervalo relatado na literatura para shiitake.

As fibras alimentares presentes nos cogumelos são compostas principalmente pela hemicelulose, manana e beta-glucana, sendo a última, a principal fibra solúvel dos cogumelos com ação potencializadora do sistema imunológico (MANZI; PIZZOFERRATO, 2000). As fibras alimentares estão presentes em grandes quantidades nos cogumelos comestíveis, o que condiz com o entendimento de Furlani e Godoy (2007), que relataram valores de 37,26 a 47,60% em base seca e de Regula e Siwulski (2007), que encontraram 46,15%. No estudo apresentado por Silva (2013) e Pauli (2010), relatam valores de 47,2% e 41%, respectivamente. No entanto, no presente trabalho, o teor de fibra alimentar total foi de 60,70%, valor consideravelmente maior que os relatados na literatura.

O estipe é descartado por apresentar características sensoriais não desejadas pelos consumidores, como textura dura e fibrosa, o que pode ser um indicativo que ele apresenta maior teor de fibra que o cogumelo inteiro, justificando o valor mais alto encontrado. Outro indicativo são os resultados do estudo de Nasiri *et al.* (2013), que apesar de não terem trabalhado com shiitake, compararam a composição do píleo e do estipe de cogumelo champignon e verificaram que o estipe tem uma quantidade de fibra superior que a do píleo. Ressalta-se, ainda, o alto teor de fibras da farinha de estipe de shiitake se compararmos com os conteúdos de fibras de outros alimentos, como aveia (9,1%) e semente de linhaça (33,5%) (TACO, 2011).

Os resultados para fibras insolúveis e solúveis foram 57,36% e 3,34%, respectivamente. Regula e Siwulski (2007) obtiveram para fibras solúveis de cogumelo *L. edodes* inteiro o teor de 1,95% e para fibras insolúveis 44,2%. Essa alta quantidade de fibras alimentares confere aos cogumelos uma importante funcionalidade, por promoverem efeitos fisiológicos benéficos. A fibra alimentar insolúvel atua como um agente de volume, normalizando a motilidade intestinal e prevenindo a constipação, enquanto que a fibra solúvel é associada à diminuição na absorção intestinal de colesterol e glicose (RODRÍGUEZ *et al.*, 2003). Dessa forma, a fibra total é considerada um ingrediente importante em uma dieta equilibrada e

saudável, de acordo com Chang e Miles (1989), relatam que pessoa com diabetes quando submetida a uma dieta rica em fibras, reduz a necessidade diária de insulina e estabiliza o perfil de glicose no sangue, possivelmente diminuindo a taxa de absorção de glicose e/ou retardando o transtorno da motilidade gástrica.

O resultado obtido na análise de proteína foi de 13,97%. Valor ligeiramente superior (15,19% base seca) foi encontrado por Manzi *et al.* (1999) em cogumelo shiitake. Chang e Miles (1989) relataram que o valor de proteína de shiitake pode variar entre 13,4 a 17,5%, indicando que a amostra de estipe se encontra dentro do esperado. No entanto, diversos estudos relatam teores de proteínas mais elevados, como o trabalho de Mattila *et al.* (2000) (19 a 35%), Pauli (2010) (21,7%), Silva (2013) (21,4%), Bano e Rajarathnam (1988) (17,5%), Bononi *et al.* (1999) (13,1%) e Yokomizo e Bononi (1985) (13,4 a 17,5%). Essa discrepância de valores da amostra em relação a estes estudos pode ser decorrente do estipe apresentar menor teor de proteína em relação ao cogumelo inteiro ou píleo, conforme indicado no estudo de Nasiri *et al.* (2013) com cogumelo *A. bisporus*. Comparando o resultado de proteína obtido nesse estudo com outros tipos de alimentos como, por exemplo, a aveia em flocos (13,9%) e a carne bovina (12,3%), podemos dizer que o estipe do cogumelo possui considerável teor de proteína (TACO, 2011). Em razão dos estipes de cogumelos apresentarem alto teor de proteína, eles podem apresentar potencial substituição de outros tipos de proteína, como a animal, ou para enriquecimento do teor proteico.

Os cogumelos são considerados ainda, fontes de carboidratos, como manitol e trealoses (SILVA, 2013). O carboidrato pode ser calculado pela diferença usando os dados coletados de proteína, lipídeo, cinzas, fibras totais e umidade (INFOODS, 2008). O valor obtido nesse trabalho foi de 15,02%, os quais são bem inferiores dos relatados na literatura. Segundo Furlani e Godoy (2007), o teor de carboidrato de cogumelo shiitake é 69,58%, o autor Bano e Rajarathnam (1988) encontram em seu trabalho o valor de 67,5%, e se comparar com dados de Chang e Miles (1989), o resultado varia de 67,5–78,0%, porém, de acordo com Silva (2013), o valor encontrado foi de 51,8%, cujo resultado está abaixo da faixa de comparação e pelos autores Bononi *et al.* (1999), o valor encontrado foi de 79,2%, sendo que o resultado é um pouco mais alto em comparação a faixa apresentada pelos autores Chang e Miles (1989). No entanto, Pauli (2010) mostra em seus resultados um valor de 26,7%, mais próximo do encontrado no presente estudo (15,02%).

Novamente, ao utilizarmos o estudo de Nasiri *et al.* (2013) como referência para a comparação da composição do estipe e do píleo de cogumelos, o estipe do *A. bisporus* apresentou 10,82% a mais de carboidratos que o píleo, ou seja, é provável que o estipe do *L. edodes* apresente maior teor de carboidrato que o cogumelo inteiro. Além disso, uma vez que o teor de carboidrato é obtido por diferença, ou seja, corresponde ao somatório da porcentagem de umidade, gordura, proteína, cinza e fibra subtraído de 100, variações e possíveis erros nas outras determinações acarretarão erros no teor de carboidratos.

No trabalho da autora Lira (2017) sobre a aplicação de farinhas de cogumelos na produção de pão, a farinha de cogumelo shiitake mostrou um teor de açúcar redutor de 50,20%, um valor alto em comparação ao encontrado neste trabalho que foi de 0,39% e se compararmos com a farinha de trigo (14,56%), esse valor ainda continua alto. No entanto, ao comparar com o autor Ferreira *et al.* (2013), o valor do açúcar redutor da farinha de grãos quebrados de arroz *in natura* em seu estudo foi de 0,56%, cujo valor é próximo ao encontrado na farinha de estipe de cogumelo shiitake. Os açúcares redutores (monossacarídeos, glicose e frutose), reagem com aminoácidos na reação de Maillard (reação não-enzimática), que ocorre principalmente ao cozinhar uma comida em temperaturas altas, conferindo sabor. Essa reação pode ser desejável, como no caso do pão, onde obtém coloração escura e o sabor característico do produto ou prejudicial quando estas características são alteradas ou ocorrem perdas de proteínas utilizáveis pelo homem (NITZKE; BIEDRZYCKI, 2021), fato verificado neste trabalho, cujo valor foi de 0,39%, corroborando uma pequena probabilidade de ocorrer o escurecimento na farinha do estipe de cogumelo shiitake, no entanto, suas características sensoriais não sofrerão alterações quando submetida em altas temperaturas.

O valor encontrado dos açúcares solúveis totais na farinha de estipe de cogumelo foi de 0,45% e de acordo com o autor Silva (2007), no seu trabalho sobre o cogumelo *A. blazei* Murril o teor de açúcares solúveis totais encontrado varia de 0,8323 a 1,6810% e comparando com a literatura, observa-se um valor acima do encontrado neste trabalho. O teor de amido na farinha de estipe foi de 1,18%. Não foi encontrado na literatura valores de teor de amido em farinha de cogumelo ou de estipe, no entanto, segundo o autor Goesart *et al.*, (2005), o principal constituinte nas farinhas de trigo é o amido, apresentando um valor de 70-75%, cujo valor está muito elevado em comparação com a farinha de estipe de cogumelo shiitake.

No que diz respeito ao valor energético da farinha do talo de shiitake, o valor encontrado neste trabalho foi de 128,20 Kcal.100g<sup>-1</sup>. Segundo o autor Bano e Rajarathnam (1988), o valor energético encontrado em cogumelo shiitake em seu estudo foi de 387 Kcal.100g<sup>-1</sup> e no estudo dos autores Yokomizo e Bononi (1985), o valor energético para esse cogumelo pode variar entre 387 a 392 Kcal/100g, e ao se comparar com a literatura mostra um resultado muito baixo, o motivo dessa diferença é por se tratar do cogumelo em si, uma vez que o objeto de estudo deste trabalho foi a farinha de estipe de cogumelo shiitake. E se comparar o valor energético dos outros alimentos da tabela TACO (2011) com o resultado encontrado neste trabalho, podemos destacar os valores encontrados nos seguintes alimentos: arroz tipo 1 cozido (128 Kcal.100g<sup>-1</sup>), batata doce crua (118 Kcal.100g<sup>-1</sup>), mandioca cozida (126 Kcal.100g<sup>-1</sup>), banana doce em barra (128 Kcal.100g<sup>-1</sup>), atum (118 Kcal.100g<sup>-1</sup>), sardinha (114 Kcal.100g<sup>-1</sup>), capa de contrafilé crua (131 Kcal.100g<sup>-1</sup>), picanha crua (134 Kcal.100g<sup>-1</sup>), peito de frango grelhado (119 Kcal.100g<sup>-1</sup>), queijo *petit suisse* (121 Kcal.100g<sup>-1</sup>), macarrão, molho bolognesa (120Kcal.100g<sup>-1</sup>), entre outros. E ao comparar com as farinhas, como de trigo (360Kcal.100g<sup>-1</sup>) e mandioca (361Kcal.100g<sup>-1</sup>) esses valores são bem altos em relação ao encontrado neste trabalho.

#### 4.3.2 ANÁLISES FÍSICAS DA FARINHA DE ESTIPE DO COGUMELO SHIITAKE

Os resultados obtidos para cor instrumental mostram que o parâmetro L\*, que se refere à luminosidade, foi de 31,77 (Tabela 14). Valor ligeiramente mais alto (41,74) foi encontrado em farinha de estipe de shiitake comercial no estudo de Lin *et al.* (2008). Estudo de Lira (2017) encontrou valores de 77,27 para o cogumelo shiitake inteiro, ou seja, a farinha desenvolvida no presente trabalho é mais escura em relação à desenvolvida por este autor. Este escurecimento possivelmente ocorreu por se tratar do estudo do cogumelo inteiro na literatura e pelo fato do tempo utilizado na secagem da amostra de Lira (2017) ter sido maior (24 h).

No que diz respeito a angulação *Hue*, o valor encontrado foi de 45° e de acordo com a Figura 14 mostra uma coloração alaranjada e a intensidade é mostrada pelo valor do Chroma o qual foi de 0,55, como mostrado na Figura 15.

Os parâmetros de cor estão relacionados com a parte do cogumelo avaliada, bem como, com a intensidade da secagem realizada, a qual pode afetar a coloração do produto final, nesse sentido, a aplicação da farinha de estipe de cogumelo em

produtos, pode ocasionar coloração diferente do tradicional, que pode levar o consumidor a ser influenciado pela cor na hora da compra.

**Tabela 14 - Luminosidade ( $L^*$ ), ângulo Hue ( $^\circ$ Hue), chroma, pH, atividade de água ( $A_w$ ) da farinha de estipe de shiitake**

Parâmetros	Estipe de shiitake
$L^*$	$31,77 \pm 0,36$
$^\circ$ Hue	$45^\circ$
Chroma	$0,55 \pm 0,01$
pH	$5,90 \pm 0,06$
$A_w$	$0,44 \pm 0,012$

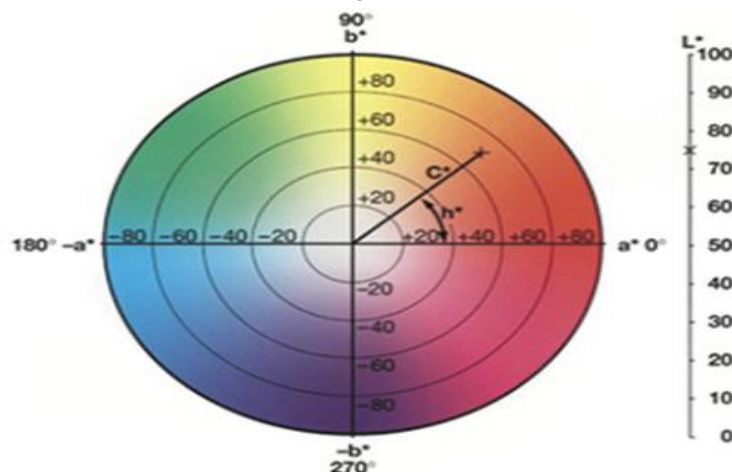
Média  $\pm$  desvio padrão. n=3.

**Figura 14 - Círculo de cor**



Fonte: NOGUEIRA *et al.*(2016).

**Figura 15 - Espaço de cor  $L^*C^*h^\circ$**



Fonte: ADAPTADO POR FERREIRA E SPRICIGO (2017).

No que se refere ao valor de pH, o resultado obtido neste trabalho foi de 5,90, o qual está próximo do relatado na literatura (6,12) (Lira *et al.*, 2016). Porém, ao se comparar com os dados de Cunha *et al.* (2011), o pH da amostra do cogumelo shiitake produzido em Brasília foi de 6,52 e o do produzido em Mogi das Cruzes foi de 6,66. Essa variação no valor do pH, em comparação ao resultado encontrado neste trabalho pode estar relacionada à diferentes fatores, principalmente ao tipo de substrato utilizado no cultivo. Pode ainda estar relacionada na concentração dos ácidos no processo de secagem e a parte do cogumelo analisada (estipe) (CUNHA *et al.*, 2011).

A atividade de água encontrada nesse trabalho foi de 0,44. Segundo Lira *et al.* (2016), o resultado obtido para farinha de shiitake foi de 0,54 e em outro trabalho, Cunha *et al.* (2011) relatou um valor de 0,23. Com esses resultados apresentados, podemos observar que os produtos são microbiologicamente estáveis à temperatura ambiente, pois, apresentaram atividade de água menor que 0,6, cujo valor é considerado limitante para o desenvolvimento de microrganismos (LIRA *et al.*, 2016).

#### **4.4 DISCUSSÃO FINAL**

A farinha de cogumelo shiitake pode ser utilizada como ingrediente no desenvolvimento de produtos e apresenta um potencial de utilização para o enriquecimento de alimentos. Com isso, a farinha do talo de cogumelo shiitake possui uma nova aplicação potencial nessas áreas, especificamente quanto aos teores de fibra e proteína. A farinha de estipe de cogumelo apresentou atividade de água baixa, o que mostra uma estabilidade microbiológica do produto, além disso, a luminosidade ( $L^*$ ) mostrou ligeiramente escura o que pode limitar sua aplicação em produtos de cor muito clara. E ainda traz a oportunidade de converter esses resíduos da produção de cogumelos em ingredientes alimentares de alto valor agregado, favorecendo o desenvolvimento de produtos com potencial nutricional benéfico.

A farinha poderia ser incluída como opção a outros alimentos de origem animal e vegetal, inclusive com potencial probiótico. O custo de produção da farinha de estipe de cogumelo shiitake apresentou preço unitário (R\$ 4,05), cujo valor mostrou menor em comparação ao preço médio das farinhas diferenciadas (R\$ 11,26).

## 5 CONCLUSÃO

Nas condições em que foi realizado este trabalho, pode-se concluir que a farinha de estipe de cogumelo shiitake:

- Pode ser recomendada na alimentação, podendo ser utilizada como complementação alimentar no que refere no teor de proteína e fibras alimentares.
- Apresentou alto teor de fibras, especialmente às fibras insolúveis (57,36%), baixo teor de umidade (5,62%), baixa atividade de água (0,44%); elevado teor de proteína (13,97%), baixo teor de lipídeo (1,36%), ligeiramente escura de acordo com seu teor luminosidade ( $L^*$ ) (31,77), baixo teor de açúcar redutor (0,39%), revelando pequena probabilidade de ocorrer o seu escurecimento.
- Com relação aos nutrientes proteína, lipídeo, carboidratos e fibras apresentou uma semelhança aos da farinha do píleo do cogumelo shiitake desidratado.
- O custo de produção da farinha de estipe de cogumelo shiitake representa preço unitário (R\$ 4,05) e valor de venda R\$ 4,53, estando dentro dos padrões de comercialização de outras farinhas.

## REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). **ANTT publica tabela com valores atualizados de frete rodoviário**: novos preços mínimos para a atividade estão no Diário Oficial da União. 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-01/antt-publica-tabela-com-valores-atualizados-de-frete-rodoviario>. Acesso em 02 maio 2022.
- AOLI, A. **Simulador de consumo de energia elétrica**. 2021. Disponível em: <https://adrianoaoli.com/eletronica/calculadora-consumo-eletrico.html>. Acesso em: 20 abr. 2022.
- ARORA, S. *et al.* Drying kinetics of agaricus bisporus and pleurotus florida mushrooms. **Merican Society Of Agricultural And Biological Engineers**, Michigan, v. 46, p. 721-724, 2003.
- ASP, N.G. *et al.* Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. **Journal of agricultural and food chemistry**. Easton, p. 476-482. jun. 1983.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE COGUMELOS (ABPC). **Cultivo Orgânico de Shimeji e Hiratake**. 2020. Disponível em: <https://www.zanatta.com.br/category/cogumelo/>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE COGUMELOS (ANPC). **Cogumelos**: Associação Nacional dos Produtores de Cogumelos. 2013. Disponível em: <https://www.anpccogumelos.org/cogumelos>. Acesso em: 23 dez. 2020.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. Washington Dc: Aoac Intl., 1995.
- BALBI, M. E. *et al.* Análise nutricional e perfil aminoacídico de cogumelos shitake ( *Lentinus edodes*, *Agaricacea*). **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 14, n. 4, p. 49-60, dez. 2013. Mensal.
- BANO, Z. A., RAJARATHNAM, S. Pleurotus mushrooms. Part II. Chemical composition, preservation, ad role and human food. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 27, n. 2, p. 87-158, 1988.
- BANWART, George. **Basic food microbiology**. 2. ed. New York: Springer, 1989. 774 p.
- BECKER, L. **Quem são os flexitarianos brasileiros e por que decidiram comer menos carne**. 2020. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Economia/noticia/2020/12/quem-sao-os-flexitarianos-brasileiros-e-por-que-decidiram-comer-menos-carne.html>. Acesso em: 24 abr. 2022.
- BERNARDI, E.; MINOTTO, E.; NASCIMENTO, J.S. Aproveitamento de resíduo de curtume como suplemento no cultivo de pleurotus ostreatus. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 2, p. 243-246, jun. 2008.

- BEUCHAT, L. R. Microbial stability as affected by water activity. **Cereal Foods World**. p. 345-349. 1 jul. 1981.
- BOA, E. **Wild Edible fungi a global overview of their use and importance to people**. 2. ed. Itália: Fao, 2004. 147 p. Disponível em: <https://www.fao.org/3/y5489e/y5489e00.htm>. Acesso em: 22 mar. 2021.
- BOAS, R. C V. *et al.* Viabilidade econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura da cebola. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 781-788, jul./ago., 2011.
- BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é, o que não é**. Petrópolis: Vozes, 2017. 200 p.
- BONONI, V.L.R. *et al.* **Cultivo de cogumelos comestíveis**. São Paulo: Ícone, 1999.
- BRASIL. Ministério da Fazenda. Secretaria da Receita Federal. Instruções Normativas Instrução Normativa SRF Nº 162, de 31 de dezembro de 1998. Fixa o prazo de vida útil e taxa de depreciação dos bens que relaciona. Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 dez. 1998. Seção 1, p. 12-31.
- BRASIL. Ministério da Fazenda. Secretaria da Receita Federal. Instruções Normativas Instrução Normativa SRF Nº 130, de 10 de novembro de 1999. Dispõe a alteração do anexo I da Instrução Normativa nº 162, de 31 de dezembro de 1998. Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 nov. 1999. Seção 1, p.10-11.
- BRASIL. Ministério da saúde. Agência nacional de vigilância sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial da República do Brasil**, Brasília, 26 dez. 2003.
- BRASIL. Política Nacional de Pisos Mínimos do Transporte Rodoviário de Cargas - PNPM-TRC. Resolução nº 5.959, de 20 de janeiro de 2022. Dispõe sobre pisos mínimos de transporte rodoviário de carga. Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 21 jan. 2022. Seção 1, p. 68-70.
- BRENNAN, M.A. *et al.* Enrichment of extruded snack products with coproducts from chestnut mushroom (*Agrocybe aegerita*) production: interactions between dietary fiber, physicochemical characteristics, and glycemic load. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 60, p. 4396–4401, mar. 2012.
- CARRASCO-GONZÁLEZ, J.A; SERNA-SALDÍVAR, S.O; GUTIÉRREZ-URIBE, J.A. Nutritional composition and nutraceutical properties of the *Pleurotus* fruiting bodies: Potential use as food ingrediente. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 58, p. 69 - 81, 2017.
- CELESTINO, S. M. C. **Princípios de Secagem de Alimentos**. Planaltina: Embrapa, 2010. 51 p.
- CHANG, S. T.; WASSER, S. Current and future research trends in agricultural and biomedical applications of medicinal mushrooms and mushroom products.

**International Journal of Medicinal Mushrooms.** Hong Kong, v. 20, p. 1121-1133, 2018.

CHANG, S.; MILES, P.G. **Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact.** 2. ed. 1989. 477 p.

CHEN, A. W.; ARROLD, N.; STAMETS, P. Shiitake cultivation systems. **Mushroom Science**, New York, v. 15, n. 32, p. 771-778, July 2000.

CHOU, W. T.; SHEIH, I.C.; FANG, T.J. The applications of polysaccharides from various mushroom wastes as prebiotics in different systems. **Journal of Food Science**, Champaign, v. 78, n. 7, 2013.

CLEMENTE, A; SOUZA, A. **Gestão de custos: aplicações operacionais e estratégicas.** 2. ed. São Paulo: Atlas Editora, 2011.

CPFL. **Simulador de consumo de energia.** 2022. Disponível em: <https://servicosonline.cpf.com.br/simuladorconsumo/simuladorconsumo.aspx>. Acesso em: 20 abr. 2022.

CUNHA, A. L. B. *et al.* Valor nutricional de cogumelos comestíveis comercializados em Manaus-AM. **Jornada de Iniciação Científica Pibic Inp**, Manaus, p. 1-5, 2011.

DAUDT, L. **Depreciação de máquinas e equipamentos.** 2021. Disponível em: <https://www.ataresacoplamentos.com.br/depreciacao-maquinas-equipamentos/>. Acesso em: 02 maio 2022.

EIRA, A. F.; MINHONI, M. T. A. **Manual teórico prático do cultivo de cogumelos comestíveis.** 2 ed. Botucatu: UNESP/Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1997. 115 p.

EIRA, A.F. ; BRAGA, G.C. **Manual de cultivo do “champignon” (Agaricus spp ).** Botucatu: UNESP/Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1997. 45p.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Data.** 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 12 mai. 2021.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Data.** 2022. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 14 mar. 2022.

FERREIRA I.C.F. R. *et al.* Free-radical scavenging capacity and reducing power of wild edible mushrooms from northeast Portugal: Individual cap and stipe activity. **Food Chemistry**, London, v. 100, p.1511-1516, nov. 2007.

FERREIRA, D. S. **Aplicação de espectroscopia no infravermelho e análise multivariada para previsão de parâmetros de qualidade em soja e quinoa.** 2013. 115 f. Tese (Doutorado) - Curso de Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. **Colorimetria - princípios e aplicações na agricultura.** São Paulo: Embrapa Instrumentação, 2017. 220 p.

FERREIRA, S. M. *et al.* Produção de açúcares redutores por hidrólise ácida e enzimática de farinha de arroz. **Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 15, n. 4, p. 383-390, set. 2013.

FINIMUNDY, T. C. *et al.* Aqueous extracts of *Lentinula edodes* and *Pleurotus sajor-caju* exhibit high antioxidant capability and promising in vitro antitumor activity. **Nutrition Research**, Tarrytown, v. 33, n. 1, p. 76-84, 2013.

FLOUDAS, D. *et al.* The Paleozoic Origin of Enzymatic Lignin Decomposition Reconstructed from 31 Fungal Genomes. **Science**, New York, v. 336, n. 6089, p. 1715-1719, 29 jun. 2012.

FUJI, A. H. O conceito de lucro econômico no âmbito da contabilidade aplicada. **Contabilidade & Finanças**, São Paulo, v. 15, n. 36, p. 74-86, set/dez. 2004. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2571/257119538004.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.

FUNGIBRAS. **Conheça a nossa empresa**. 2020. Disponível em: [https://www.fungibras.com.br/Cont\\_Default.aspx?cont=emp](https://www.fungibras.com.br/Cont_Default.aspx?cont=emp). Acesso em: 20 mar. 2021.

FURLANI, R.P.Z.; GODOY, H.T. Valor nutricional de cogumelos comestíveis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 154-157, mar. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/778cD6MTPJ5KfYZ6y7GyW8h/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 mar. 2021.

GOESAERT, H. *et al.* Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, p.12-30, 2005.

GOMES, D. *et al.*; Censo paulista de produção de cogumelos comestíveis e medicinais. **Pesquisa & Tecnologia**, Campinas, v. 13, n. 1, 2016.

GOMES, T. G.; **Degradação de ésteres de forbol da torta de pinhão manso por basídiomicetos e seu potencial como substrato para produção de enzimas de interesse industrial**. 2015, 36 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2015.

HAWKSWORTH, D. L. *et al.* **Ainsworth & Bisby's dictionary of the fungi**. 8. ed. Wallingford: Oxford University Press, 1995. 620 p.

HEARST, R. *et al.* An examination of antibacterial and antifungal properties of constituents of Shiitake (*Lentinula edodes*) and Oyster (*Pleurotus ostreatus*) mushrooms. **Complementary Therapies In Clinical Practice**, v. 15, n. 1, p. 5-7, fev. 2009.

HELM, C. V.; CORADIN, J.H.; KESTRING, D. R. **Avaliação da Composição Química dos Cogumelos Comestíveis *Agaricus bisporus*, *Agaricus***

**brasiliensis, Agaricus bisporus portobello, Lentinula edodes e Pleorotus ostreatus.** Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 1-7p.

HERRERA, O. M. **Produção, economicidade e parâmetros energéticos do cogumelo *Agaricus blazei*:** um enfoque de cadeia produtiva. 2001. 192 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2001.

INTERNATIONAL NETWORK OF FOOD DATA SYSTEMS (INFOODS). **Qualidade em informações sobre alimentos brasileiros.** 2008. Disponível em: [www.fao.org/infoods/tagnames\\_en.stm](http://www.fao.org/infoods/tagnames_en.stm). Acesso em: 26 mar. 2021.

JÚNIOR, M. S. M.; ALVEZ, R. N. B. **Rentabilidade da Produção de Farinha Artesanal no Município de Marabá, PA:** o caso da Vila Lagedo 2. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2021. 24 p.

KALBERER, P. P. Influence of urea and ammonium chloride on crop yield and fruit body size of shiitake (*Lentinula edodes*). **Mushroom Science**, New York, v. 15, n. 32, p. 361-366, July. 2000.

KALIPEDIA. **Ciencias Naturales.** Disponível em: [www.kalipedia.com/ciencias-vida/tema/basidiom](http://www.kalipedia.com/ciencias-vida/tema/basidiom). Acesso em: 25 mar. 2021.

KANG, M. Y.; RICO, C. W.; LEE, C. S. In vitro antioxidative and antimutagenic activities of oak mushroom (*Lentinus edodes*) and king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) byproducts. **Food Science and Biotechnology**, v. 21, p.167-173, fev. 2012.

KIRCHHOFF, B.; LELLEY, J. Investigations of Shiitake (*Lentinus edodes* (Berk.) Sing.) bag-log cultivation to increase the yield in Germany. **The International Society for Mushroom Science**, New York, v. 13, n. 28, p. 509-516, feb. 1991.

KITZBERGER, C. S. G. *et al.* Antioxidant and antimicrobial activities of shiitake (*Lentinula edodes*) extracts obtained by organic solvents and supercritical fluids. **Journal Of Food Engineering**, Essex, v. 80, n. 2, p. 631-638, mai. 2007.

LEÃO, A.C.; ARAÚJO, A. A; SOUZA, L.A.C. **Implementação de sistema de gerenciamento de cores para imagens digitais.** Editora PUC – Minas, Poços de Caldas, MG, Brasil, cap. 3, p. 61-96. 2005.

LIN, L.Y. *et al.* Quality of shiitake stipe bread. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 32, n. 6, p. 1002-1015, nov. 2008.

LIN, Z.; LIN, Z. **Fungi cultivation with Jun-Cao.** Fuzhou: Asia-Pacific Fungi Cultivation Training Center, 1995. 110 p.

LIRA, A.P. **Aplicação de farinhas de cogumelos na produção de pão e avaliação das propriedades tecnológicas e sensoriais.** 2017. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2017.

LIRA, P. A.; CARVALHO, A. S.; OLIVEIRA, P. C. **Obtenção e caracterização de farinhas de cogumelos comestíveis.** In: Congresso Brasileiro de Química, 56<sup>a</sup>,

2016. Belém. 2016. p.1-1. Disponível em: : <http://www.abq.org.br/cbq/2016/trabalhos/10/10281-23416.html>. Acesso em: 22 mar. 2021.

LONGVAH, T; DEOSTALE, Y. G. Compositional and nutritional studies on edible wild mushroom from northeast India. **Food Chemistry**. Great Britain, v. 63, n. 3, p. 331-334, 1998. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814698000260>. Acesso em: 15/02/2013.

MACHADO, G. V. **Série SI Energia**: Potencial energético dos resíduos agropecuários. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2019. 21 p.

MACIEL, W. P. **Cultivo de *Lentinula edones* em diferentes condições de substrato e temperatura**. 2012. 34 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Microbiologia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

MANZI, P. *et al.* Nutrients in edible mushrooms: an inter-species comparative study. **Food Chemistry**, London, v. 65, p.477-482, ago. 1999.

MANZI, P.; PIZZOFERRATO, L.  $\beta$ -glucans in edible mushrooms. **Food Chemistry**, London, v. 68, n. 3, p. 315-318, 2000.

MARAY, A.R. M.; MOSTAFA, M. K.; EL-FAKHRANY, A.E.D. M. A. Effect of pretreatments and drying methods on physico-chemical, sensory characteristics and nutritional value of oyster mushroom. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 42, n. 1, p. 1-8, 9 mai. 2017.

MARQUES, V. **Qual a margem de lucro ideal para o meu negócio?**. 2020. Disponível em: [https://www.jornalcontabil.com.br/qual-a-margem-de-lucro-ideal-para-o-meu-negocio/#.Ym\\_6wtPMKUK](https://www.jornalcontabil.com.br/qual-a-margem-de-lucro-ideal-para-o-meu-negocio/#.Ym_6wtPMKUK). Acesso em: 02 mai. 2022.

MARTÍNEZ-IBARRA, E.; GÓMEZ-MARTÍN, M. B.; ARMESTO-LÓPEZ, X. A. Climatic and Socioeconomic Aspects of Mushrooms: the case of Spain. **Sustainability**, v. 11, n. 4, p. 1030, 16 fev. 2019.

MASKAN, M. Microwave, air and microwave finish drying of banana. **Journal of Food Engineering**, v. 44, n. 2, p. 71-78, mai. 2000.

MATTAR, T.V. **Aplicação de extrato de cogumelo shiitake n o desenvolvimento de hambúrguer com teor reduzido de cloreto de sódio**. 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

MATTILA, P.; SUONPÄÄ, K.; PIIRONEN, V. Functional properties of edible mushrooms. **Nutrition**. New York, v. 16, n. 7-8, p. 694-696, july/aug. 2000.

MATTILA, P. *et al.* Contents of vitamins, mineral elements, and phenolic compounds in cultivated mushrooms. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 49, n.5, p. 2343-2348. mai. 2001.

- MINOLTA, K. **Comunicação precisa da cor: controle de qualidade da percepção à instrumentação**. Osaka. 1998. 59p.
- MIZUNO, T. Kawariharatake, *Agaricus blazei murril*: medicinal and dietary effects. **Food Reviews International**, v. 11, n 1, p. 167-172, 1995.
- MODA, E. M. *et al.* Uso de peróxido de hidrogênio e ácido cítrico na conservação de cogumelos *Pleurotus sajor-caju in natura*. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p.291-296, 2005.
- MONTINI, R. M. C. **Efeito de linhagens e substratos no crescimento miceliano e produtividade em cultivo axênico do cogumelo shiitake (*Lentinula edodes* (berk.) pegler)**. 2001. 97 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2001.
- MOURA, P. L.C. **Determinação de elementos essenciais e tóxicos em cogumelos comestíveis por análise por ativação com nêutrons**. 2008. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências na Área de Tecnologia Nuclear- Aplicações, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- NAPPI, B. P.; MORETTO, E. **Valor nutricional de corpos de frutificação e biomassas dos cogumelos comestíveis *Pleurotus ostreatus*, *Lentinula edodes* e *Auricularia auricula-fuclae***. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.
- NASIRI F. *et al.* Comparative Study on the Main Chemical Composition of Button Mushrooms (*Agaricus bisporus*) Cap and Stipe. **Journal of Food Biosciences And Technology**, v. 3, p.41-48, set. 2013.
- NELSON, N. A photometric adaptation of Somogyi method for determination of glucose. **Journal of Biologic Chemistry**, v. 153, n. 2, p. 375-380, fev. 1960.
- NETO, R. A. T.; DENIZO, N.; QUAST, D. G. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**. v.7, p. 191-206, 1976.
- NITZKE, J. A.; BIEDRZYCKI A. **Reação de Maillard**. 2021. Disponível em: [https://www.ufrgs.br/alimentus1/pao/fabricacao/fab\\_assamento\\_maillard.htm](https://www.ufrgs.br/alimentus1/pao/fabricacao/fab_assamento_maillard.htm). Acesso em: 24 mar. 2022.
- NOGUEIRA, B. A. *et al.* Caracterização físico-química de molho de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) Processado de acordo com as boas práticas de fabricação. **XXV - Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Gramado, v. 8, n. 6, p. 1-5, out. 2016.
- OLIVEIRA, L.M., PEREZ JR., J. H. **Contabilidade de custos para não contadores**. São Paulo: Atlas, 2000.
- PAULI, P. A. **Avaliação da composição química, compostos bioativos e atividade antioxidante em cogumelos comestíveis**. 2010. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Alimentos e Nutrição, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2010.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2009.

PIRES, C.V. *et al.* Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 179-187, mar. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/rZc6S4hLs5dLqhbmNgqwhPb/?lang=pt>. Acesso em: 16 mar. 2022.

POOJARY, M. M. *et al.* Improved extraction methods for simultaneous recovery of umami compounds from six different mushrooms. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 63, p. 171- 183, 2017.

POPPE, J. Use of agricultural waste materials in the cultivation of mushrooms. **Science and Cultivation of Edible Fungi**, v. 1, n. 2, p. 3-23, 2000.

PRZYBYLOWICZ, P.; DONOGHUE, J. **Shiitake growers handbook: the art and science of mushroom cultivation**. Dubuque: Kendall, 1988. 217 p.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

REGULA, J.; SIWULSKI, M. Dried shiitake (*Lentinula edodes*) and oyster (*Pleurotus ostreatus*) mushrooms as a good source of nutrient. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v. 6, n. 4, p.135-142, 2007.

REIS, R. P. **Fundamentos de economia aplicada**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002.

RODRÍGUEZ, M. B. S.; MEGÍAS, S. M.; BAENA, B. M. Alimentos funcionales y nutrición óptima: ¿cerca o lejos?. **Revista Española de Salud Pública**, Madrid, v. 77, n. 3, p. 317-331, jun. 2003.

ROSA, L.H. **Cultivo do “Cogumelo do sol”**. 1. ed. Minas Gerais: Cetec, 2006. 20 p. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MzU=>. Acesso em: 23 mar. 2021.

ROYSE, D. J.; BAHLER, C. C. Effects of genotype, spawn run time and substrate formulation on biological efficiency of shiitake. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 52, n. 67, p. 1425-1427, ago.1986.

SABESP. **Simulador de consumo de água**. 2022. Disponível em: <http://simuladordeconsumo.sabesp.com.br/>. Acesso em: 20 abr. 2022.

SABOTA, C. Strain of shiitake mushroom [*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler] and wood species affect the yield of shiitake mushrooms. **HortScience**, Alexandria, v. 6, n. 17, p. 388-392, jan. 1996.

SAMPAIO, S. M. **Secagem, armazenagem e reidratação de cogumelo shiitake: parâmetros dos processos e efeito sobre a qualidade**. 2003. 75 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2003.

- SANTOS, B. N.B. **Plano de negócio para uma empresa que produz e distribui cogumelos comestíveis**. 2011. 133 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenheiro de Produção, Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- SCHIEDECK, G.; MEDEIROS, M.; SCHWENGBER, E. J. **Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar**. 57. ed. Pelotas: Embrapa, 2006. 12 p.
- SCHOMMER, P. C. **Responsabilidade Socioambiental**. Desenvolvimento de material didático ou instrucional. Apostila para disciplina de MBA em Desenvolvimento Regional Sustentável, Ensino à distância. 2007.
- SCOTT, W. J. Water Relations of Food Spoilage Microorganisms. **Advances In Food Research**, v. 7, n. 1, p. 83-127, 1957.
- SILVA, E. G. **Caracterização química e enzimática de cogumelos medicinais**. 2007. 93f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- SILVA, L. C. **Determinação da composição química e de compostos bioativos em cogumelos comestíveis**. 2013. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2013.
- SIQUEIRA, F. G. de *et al.* Cultivation of Pleurotus mushrooms in substrates obtained by short composting and steam pasteurization. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 53, p. 11630-11635, 3 jul. 2012.
- SIQUEIRA, F. G.; FILHO, E. X.F. Plant Cell Wall as a Substrate for the Production of Enzymes with Industrial Applications. **Mini-Reviews In Organic Chemistry**, Brasília, v. 7, n. 1, p. 54-60, 2010.
- SOMOGYI, M. Determination of blood sugar. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v.160, n.1, p. 69-73, 1945.
- STEFFEN, G.P.K; STEFFEN, R. B.; HANDTE, V.G. **Produção de cogumelos comestíveis no Brasil: um mercado em ascensão**. 2019. Disponível em: <<https://revistacampoenegocios.com.br/producao-de-cogumelos-comestiveis-no-brasil-um-mercado-em-ascensao/>>. Acesso em: 14 mar. 2022.
- SUGUI, M.M *et al.* Antimutagenic effect of Lentinula edodes (BERK.) Pegler mushroom and possible variation among lineages. **Food And Chemical Toxicology**, v. 41, n. 4, p. 555-560, abr. 2003.
- TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Revisada e Ampliada. 4. ed. Campinas: Nepa, 2011. 161 p.
- TAN, Y. H.; MOORE, D. Convenient and effective methods for in vitro cultivation of mycelium and fruiting bodies of Lentinus edodes. **Mycological Research**, Cambridge, v. 96, n. 87, p. 1077-1084, jun.1992.

URBEN, A. F. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada**. Brasília: Técnica, v. 3, 2017.

URBEN, A. F.; SIQUEIRA, P. **Cogumelos e suas delícias**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 161 p.

VÁLAZQUEZ-CEDENO, M.A.; MATA, G.; SAVOIE, J.M. Waste reducing cultivation of pleurotus and pleurotus pulmonaris on coffee pulpe changes in the production of some lignocellulolytic enzymes. **Word Journal of Microbiology and Biotechnology**, México, v. 8, n.3, p. 201-207, jan. 2002.

VASCONCELLOS, M. A. S.; GARCIA, M. E. **Fundamentos de economia**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

VILELA, P. S. **Cogumelos: mercado e comercialização**. Disponível em: <[www.faemg.org.br/content.aspx?code=353&parentpath=none;13](http://www.faemg.org.br/content.aspx?code=353&parentpath=none;13)>. Acesso em: 16 abr. 2021.

VITAL, A. C. P. *et al.* Effect of addition of *Agaricus blazei* mushroom residue to milk enriched with omega-3 on the prevention of lipid oxidation and bioavailability of bioactive compounds after in vitro gastrointestinal digestion. **International Journal of Food Science Technology**, v. 52, p. 1483-1490 mar. 2017.

YOKOMIZO, N. K. S.; BONONI, V. L. R. Cogumelos comestíveis: perspectivas de introdução de outras espécies no mercado brasileiro. **Anais I Encontro Nacional de Cogumelos Comestíveis**, Moji das Cruzes, São Paulo, 1985. p. 43-51.

ZHANG, N. *et al.* Comparative studies on chemical parameters and antioxidant properties of stipes and caps of shiitake mushrooms as affected by different drying methods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 93, n. 12, p. 3107–3113, may. 2013.

## **ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA PESQUISA COM PRODUTORES DAS CIDADES DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Figura 16 - Questionário utilizado na pesquisa com os produtores das cidades  
do Estado de São Paulo**

- 1:** Qual é o nome da sua da empresa?
- 2:** Qual é o porte da sua empresa?
- 3:** Onde está localizada a sua empresa?
- 4:** Quais são os tipos de cogumelo que a sua empresa produz?
- 5:** Quantos quilos de cogumelo shiitake é produzido por dia?
- 6:** Quantos quilos de cogumelos shiitake é produzido por mês?
- 7:** Qual a quantidade diária e mensal de descarte do cogumelo shiitake?
- 8:** Qual a quantidade diária e mensal de descarte apenas do talo de shiitake?

**Fonte:** ELABORADO PELO AUTOR (2022).