



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de São José do Rio Preto

Renata Laurito Garcia

**Produção de alimentação para cães com incorporação de resíduos do  
cogumelo *Agaricus bisporus***

São José do Rio Preto

2019

Renata Laurito Garcia

**Produção de alimentação para cães com incorporação de resíduos do cogumelo *Agaricus bisporus***

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Orientador: Prof. Dr. João Cláudio Thoméo

São José do Rio Preto

2019

G216p

Garcia, Renata Laurito

Produção de alimentação para cães com incorporação de resíduos do cogumelo *Agaricus bisporus* / Renata Laurito Garcia. -- São José do Rio Preto, 2019

61 f. : il., tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto

Orientador: João Cláudio Thoméo

1. Tecnologia de bioprocesso. 2. Microbiologia. 3. Cogumelos. 4. Fermentação em estado sólido. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Renata Laurito Garcia

**Produção de alimentação para cães com incorporação de resíduos do cogumelo *Agaricus bisporus***

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

**Comissão Examinadora**

Prof. Dr. João Cláudio Thoméo

UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto

Orientador

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fernanda Perpétua Casciotori

UFSCar – São Carlos

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Márcia Maria de Souza Moretti

UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto

São José do Rio Preto

01 de março de 2019

*Dedico este trabalho à minha mãe e ao meu  
irmão, que tanto me apoiaram.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por proteger e iluminar meu caminho durante toda minha vida;

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Cláudio Thoméo, pela confiança depositada desde minha iniciação científica e por todo conhecimento transmitido, orientação e carinho;

À minha mãe Carla, ao meu irmão Maurício e ao meu pai Paulo por todo amor e apoio durante toda minha vida;

Aos meus primos Andrei e Carol por todo apoio neste processo;

Às Prof<sup>as</sup>. Dr<sup>as</sup>. Fernanda Casciatori e Márcia Moretti, por participarem da banca de defesa desta dissertação e contribuírem, assim, para seu aprimoramento e concretização;

Às Prof<sup>as</sup>. Dr<sup>as</sup>. Márcia Moretti e Ana Carolina pela contribuição com este trabalho através da participação no exame de qualificação e à Prof<sup>a</sup>. Ana Carolina e seus alunos Leonardo e Suzane pelo auxílio com o processo de extrusão;

A todos os professores e técnicos do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos da Unesp/Ibilce por estarem sempre compartilhando seu conhecimento;

Aos meus amigos de laboratório, principalmente Lucas, João Paulo e Marianny, por toda a ajuda durante a realização do projeto, amizade e companhia no laboratório;

À minha amiga e aluna de iniciação científica Larissa, por todo o auxílio com as análises, por sua dedicação e por sua amizade;

À Júlia, que foi minha aluna de iniciação científica por pouco tempo, mas contribuiu muito para este trabalho, obrigada pelo esforço e amizade;

Ao meu amigo Marco Henrique, obrigada por compartilhar seus conhecimentos veterinários que muito contribuíram para a elaboração deste trabalho;

Ao Alison, ao Roberto e à Carolina, muito obrigada por permitirem a visita ao local de produção dos substratos e cogumelos e por todo o ensinamento transmitido. Agradeço por terem contribuído tanto com este trabalho.

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

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

*“Façamos da interrupção um caminho novo.  
Da queda um passo de dança,  
do medo uma escada,  
do sonho uma ponte, da procura um encontro!”*

*Fernando Sabino*

## RESUMO

*Agaricus bisporus* (Champignon de Paris) é o cogumelo mais cultivado no Brasil e no mundo e sua produção gera grande quantidade de resíduo, representado pelo talo, que possui grande potencial de aplicação na alimentação animal, devido aos aminoácidos presentes em sua proteína. A produção de ração para cães atualmente utiliza diversas farinhas de origem animal como fonte proteica e o objetivo deste trabalho foi elaborar e produzir uma ração com substituição da fonte proteica animal por talo de Champignon de Paris. Os cogumelos foram cultivados em biorreator de bandeja, estabelecendo-se a temperatura de 20 °C para miceliação mais eficiente do cogumelo e de 22 °C para frutificação. Da massa total de cogumelos colhida, 14,2% corresponde ao talo, cujo teor proteico foi determinado em 25,5% (base seca). Este talo foi seco a 70 °C até 22,1% de umidade e incorporado, na proporção de 40%, na formulação de uma ração para cães. Os demais ingredientes da ração foram grits de milho (30%), farinha de soja (12%) e farinha de sorgo (18%). A formulação proposta foi extrusada em extrusora de rosca única, atingindo a temperatura de 140 °C na última zona de aquecimento. O produto final apresentou teor proteico de 17,5%, valor superior ao limite mínimo estabelecido pela legislação pertinente. O custo de ingredientes desta ração foi de R\$ 4,39/kg, compatível com um mercado específico disposto a investir em uma alimentação diferenciada e de qualidade para cães.

**Palavras-chave:** Champignon de Paris; proteína; alimentação para cães.

## ABSTRACT

*Agaricus bisporus* (champignon mushroom) is the most cultivated mushroom worldwide and in Brazil and its production generates a large amount of residue, represented by the stalk, which has great potential for application in animal feed due to the aminoacids present in its protein. The production of dog feed currently uses several flours from animal sources as protein and the purpose of this work is to elaborate and produce a feed with substitution of the animal protein by the champignon mushroom stalk. The mushrooms were cultivated in a tray bioreactor, setting the temperature at 20 °C for more efficient micelliation and 22 °C for fruiting. From the total mass of harvested mushrooms, 14.2% was represented by the stem, whose protein content was determined in 25.5% (dry basis). This stem was dried at 70 ° C up to 22.1% moisture content and incorporated at a fraction of 40% in a formulation of dog feed. The other ingredients of the dog feed were corn grits (30%), soybean meal (12%) and sorghum flour (18%). The proposed formulation was extruded in a single screw extruder, reaching the temperature of 140 ° C in the last heating zone. The final product had a protein content of 17.5%, which is higher than the minimum limit established Brazilian regulation for dog feed. The ingredients cost of this feed was estimated as R\$ 4.39/kg, aiming a specific market willing to spend money in a highquality dog feed.

**Keywords:** Champignon mushroom; protein; dog feed.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1 – Distribuição geográfica dos produtores de cogumelos do Estado de São Paulo.....	17
Figura 3.2 – Champignon de Paris em seu desenvolvimento ideal para colheita (a) e representação de sua estrutura fisiológica (b) .....	19
Figura 3.3 – Lamelas de um Champignon de Paris após o ponto de colheita.....	19
Figura 4.1 – Representação esquemática do reator utilizado para cultivo do Champignon (a) e substrato inoculado no reator (b).....	27
Figura 4.2 – Regiões a serem medidas no cogumelo colhido.....	28
Figura 4.3 - Secador de leito fixo com convecção forçada utilizado no processo de secagem.....	30
Figura 4.4 - Extrusora utilizada para o processo de extrusão da ração.....	32
Figura 5.1 – Início do aparecimento dos corpos de frutificação para ensaio realizado a 20 °C.....	35
Figura 5.2 – Cogumelos cultivados a 22 °C.....	36
Figura 5.3 – Cogumelos colhidos após 18 dias de cultivo a 22 °C.....	38
Figura 5.4 – Umidade do talo em função do tempo de secagem a 70 °C.....	41
Figura 5.5 – Taxa de secagem do talo em função do conteúdo de umidade.....	41
Figura 5.6 – Composição nutricional do talo de Champignon ao longo do processo de secagem em relação à quantidade de matéria mineral (a), proteínas (b), lipídios (c) e carboidratos (d).....	42
Figura 5.7 – Ração com talo de Champignon após o processo de extrusão (a) e cortada em porções de 1 cm (b).....	48

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Produção mundial de cogumelos comestíveis em 2013.....	17
Tabela 3.2 – Conteúdo de aminoácidos do <i>Agaricus bisporus</i> .....	21
Tabela 3.3 – Exigências da Instrução Normativa nº 9 para alimentação de cães adultos no Brasil.....	23
Tabela 4.1 – Temperatura das zonas de aquecimento da extrusora durante o processo de produção da ração.....	33
Tabela 5.1 – Temperatura no interior do reator ao longo do cultivo dos cogumelos.....	37
Tabela 5.2 – Massa dos cogumelos cultivados.....	37
Tabela 5.3 – Medidas dos cogumelos.....	39
Tabela 5.4 – Composição centesimal do talo de Champignon cultivado a 22 °C.....	39
Tabela 5.5 – Coeficiente de difusividade efetiva da secagem do talo de Champignon.....	40
Tabela 5.6 – Composição centesimal dos ingredientes da ração a ser produzida....	44
Tabela 5.7 – Composição centesimal da farinha de carne e ossos.....	45
Tabela 5.8 – Formulações propostas de ração com composição da fonte proteica....	46
Tabela 5.9 – Composição centesimal calculada das formulações elaboradas.....	46
Tabela 5.10 – Formulação de ração proposta.....	47
Tabela 5.11 – Composição centesimal do talo de Champignon a 22,1% de umidade.....	47
Tabela 5.12 - Composição centesimal da ração produzida.....	48
Tabela 5.13 - Quantidade de aminoácidos essenciais fornecidos pelo talo de Champignon na ração formulada e necessidade canina.....	49
Tabela 5.14 - Custo do talo de Champignon.....	51
Tabela 5.15 - Custo de ingredientes para produção da ração.....	51
Tabela 5.16 - Custo de ingredientes para formulação contendo farinha de carne e osso e talo de Champignon como fonte proteica.....	52
Tabela 5.17 – Nutrientes de rações das linhas Premium e Superpremium encontrados no comércio.....	53

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>Cultivo de cogumelos.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2</b>	<b><i>Agaricus bisporus</i>.....</b>	<b>18</b>
3.2.1	Valor nutricional.....	20
<b>3.3</b>	<b>Alimentação para cães.....</b>	<b>22</b>
3.3.1	Mercado de rações.....	22
3.3.2	Questões nutricionais.....	22
3.3.3	Ingredientes que compõem a alimentação.....	23
3.3.4	Processo produtivo.....	24
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
<b>4.1</b>	<b>Material.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2</b>	<b>Cultivo dos cogumelos.....</b>	<b>26</b>
<b>4.3</b>	<b>Caracterização dos cogumelos produzidos.....</b>	<b>28</b>
<b>4.4</b>	<b>Secagem do talo de cogumelo em secador de convecção forçada.....</b>	<b>29</b>
<b>4.5</b>	<b>Caracterização dos insumos da ração.....</b>	<b>31</b>
<b>4.6</b>	<b>Formulação da ração.....</b>	<b>31</b>
<b>4.7</b>	<b>Produção da ração.....</b>	<b>32</b>
<b>4.8</b>	<b>Análise de custos de ingredientes.....</b>	<b>33</b>
<b>4.9</b>	<b>Análise de resultados.....</b>	<b>34</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>5.1</b>	<b>Cultivo do Champignon.....</b>	<b>35</b>
<b>5.2</b>	<b>Caracterização dos cogumelos produzidos.....</b>	<b>39</b>
<b>5.3</b>	<b>Secagem do talo de cogumelo em secador de convecção forçada.....</b>	<b>40</b>
<b>5.4</b>	<b>Formulação da ração.....</b>	<b>43</b>
5.4.1	Caracterização de ingredientes.....	43
5.4.2	Formulação.....	45
<b>5.5</b>	<b>Processamento da ração.....</b>	<b>47</b>

<b>5.6</b>	<b>Análise de custos de ingredientes.....</b>	<b>50</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>54</b>
<b>7</b>	<b>TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>55</b>
	<b>REFERÊNCIAS CITADAS.....</b>	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de cogumelos comestíveis ao redor do mundo é crescente, devido às suas propriedades sensoriais, como aroma e sabor, e seu elevado valor nutritivo e medicinal (GUEDES et. al., 2008; AIDA et al., 2009). A produção brasileira de cogumelos é expressiva e atingiu, em 2016, 12050 t, abrangendo estados do Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul do país (ANPC, 2016), sendo o *Agaricus bisporus* (Champignon de Paris) o mais cultivado, com uma taxa de 8000 t/ano, equivalente a 67% da produção total brasileira (ANPC, 2016). *A. bisporus* destaca-se por seu elevado teor proteico, podendo atingir até 28% de proteína de elevado valor nutricional (FURLANI & GODOY, 2007), a qual caracteriza-se por ser composta principalmente por aminoácidos essenciais. Além disso, possui diversos componentes ativos com efeitos na redução da hiperglicemia e hipercolesterolemia, elevado índice de fibras dietéticas (JEONG et al., 2010), vitaminas B2, B3 e B5, ergosteróis e minerais como selênio, cobre e potássio (CHANG, 2008).

O comércio de cogumelos gera grande quantidade de resíduos, representados por seus talos, que são cortados e descartados após a colheita. A aplicação de resíduos agroindustriais em diversas áreas da indústria é alvo de estudos recentes, uma vez que podem ter conteúdo nutricional de interesse para muitas aplicações e seu reaproveitamento contribui para uma redução no acúmulo de resíduos sólidos no meio ambiente (LAUFENBERG, 2003).

Destaca-se, na aplicação de resíduos, a indústria de alimentos, com o setor de alimentação animal, o qual absorve grande quantidade dos subprodutos agrícolas gerados no país. Neste contexto, vale lembrar da população brasileira de cães que, de acordo com o IBGE, é a segunda maior do planeta, totalizando 52,2 milhões de animais (IBGE, 2013), dos quais 34% são alimentados com ração industrializada. O volume de *pet food* produzido no Brasil no ano de 2017 foi de 2,66 milhões de toneladas, 3% maior que no ano anterior (Abin Pet, 2018).

As principais fontes proteicas empregadas na alimentação dos cães provêm de farinhas de origem animal, e a grande diversidade de produtos e processos utilizados para a obtenção destas farinhas gera uma grande dificuldade relacionada à sua utilização, por possuírem grande diversidade de valor nutricional (KAWAUCHI, 2012). Além disso, a presença de problemas sanitários e transmissão vertical de doenças geraram restrições no mercado internacional quanto ao uso de fontes proteicas de

origem animal na formulação de rações, ocasionando uma demanda por ingredientes proteicos de valor biológico equivalente (NUNES et al., 2001; MENDES et al., 2004; WOODGATE, 2007).

Por isso, a indústria de alimentos para animais tem se mostrado disposta a investir em ingredientes com melhores padrões de qualidade, favorecendo a segmentação do mercado e disponibilizando produtos diferenciados (DOZIER et al., 2003). Também devido ao crescente aumento no faturamento brasileiro com o mercado de rações, surge a busca por novos produtos a serem incorporados nas formulações para constantes inovações e melhorias neste mercado.

Nesse contexto, o resíduo de Champignon de Paris merece destaque por ser rico nos principais nutrientes importantes para este mercado e por ser produzido em quantidade significativa no Brasil. Assim, este trabalho visou a produção de uma ração para cães a partir de talos de cogumelo Paris, avaliando seu potencial enquanto fonte proteica, sua aplicabilidade para extrusão e sua viabilidade comercial.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Este trabalho teve por objetivo geral elaborar uma formulação de alimentação para cães que contenha resíduos do cogumelo *A. bisporus* como principal fonte proteica, de modo a oferecer ao mercado um produto diferenciado com maior qualidade nutricional.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Este trabalho teve como objetivos específicos:

- Cultivar o cogumelo Champignon de Paris em biorreator de bandeja;
- Estabelecer o tempo de secagem e composição nutricional do talo de Champignon em função da umidade;
- Formular uma ração para cães contendo talo de Champignon de Paris;
- Produzir e extrusar a ração formulada;
- Avaliar as características nutritivas do produto final;
- Estabelecer um custo provável para a ração elaborada.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Cultivo de cogumelos

O cultivo de cogumelos ao redor do mundo é antigo, e não apenas suas características gastronômicas e medicinais eram exploradas, pois egípcios, romanos, gregos e chineses possuíam diferentes crenças nos cogumelos: para os egípcios e romanos, os cogumelos eram presentes divinos; para os gregos, representavam força e coragem para os guerreiros e na China, eram considerados “elixir da vida” (CHANG e MILES, 1989). Estas diferentes crenças despertaram o interesse de pesquisadores nos cogumelos e diversos estudos elucidaram seu elevado poder nutritivo, características sensoriais e, mais recentemente, seu poder nutracêutico.

A maioria dos estudos foi realizada com cogumelos provenientes de países orientais, não se podendo generalizar as informações encontradas para cogumelos produzidos em regiões de diferentes condições climáticas, fazendo-se necessário um estudo mais aprofundado das características nutricionais dos cogumelos cultivados por produtores brasileiros (FURLANI e GODOY, 2007).

Um estudo realizado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) sobre o cultivo de cogumelos durante 2013 classificou a China como maior produtor mundial de cogumelos comestíveis, com uma produção de 5.008.850 toneladas. Em segundo lugar encontrava-se a Itália, já com produção muito inferior à da China, correspondendo a apenas 15% da maior produção mundial. A Tabela 3.1 apresenta os maiores produtores mundiais de cogumelos comestíveis e o total produzido por cada país em 2013.

Dentre as diversas espécies de cogumelos cultivados ao redor do mundo, destaca-se o *A. bisporus*, popularmente conhecido como Champignon de Paris, muito cultivado na Europa, América do Norte, China e Austrália (ANPC, 2018).

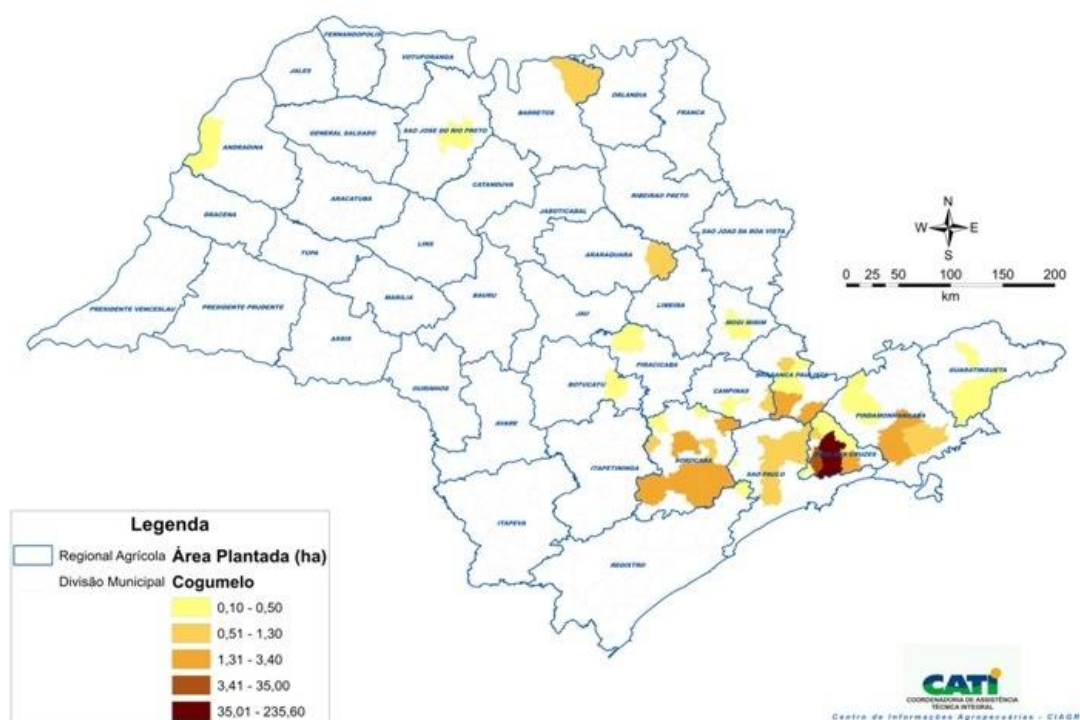
A produção brasileira de cogumelos comestíveis, que é de 12050 t/ano, sendo 8000 t correspondentes à produção do Champignon de Paris, está abaixo da produção Irlandesa, considerada a décima produção mundial deste produto. Porém, deve-se considerar que a chegada deste cultivo no Brasil foi tardia com relação aos demais países.

Tabela 3.1 – Produção mundial de cogumelos comestíveis em 2013

País	Quantidade (t)
China	5.008.850
Itália	761.858
Estados Unidos	390.902
Holanda	304.000
Polônia	198.235
Espanha	148.000
França	115.669
Canadá	78.930
Reino Unido	69.300
Irlanda	67.063

Fonte: FAOSTAT – FAO Statistics Division 2013.

Figura 3.1 – Distribuição geográfica dos produtores de cogumelos do Estado de São Paulo



Fonte: Censo Paulista de Produção de Cogumelos Comestíveis e Medicinais, 2016.

Destacam-se, na produção brasileira, os cogumelos *A. bisporus*, *Pleurotus spp*, que engloba diversas variedades comerciais, *Lentinula edodes* (Shiitake) e *Agaricus blazei* (Cogumelo do Sol). O cultivo se dá principalmente nos Estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Bahia, Pernambuco, Distrito Federal e Rio Grande do Sul (ANPC, 2016). O Estado de São Paulo é o que abriga o maior número de produtores, que, no ano de 2016, distribuíam-se por 93 municípios, totalizando 505 produtores, de acordo com a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de

São Paulo, APTA-Regional Polo Leste Paulista e CATI/SP – Casa da Agricultura Regional. A Figura 3.1 mostra a distribuição de produtores de cogumelos localizados no Estado de São Paulo, os quais concentram-se nas regiões mais próximas ao litoral, principalmente nos municípios de Mogi das Cruzes, Cabreúva e Atibaia. Estas regiões possuem condições climáticas mais favoráveis ao desenvolvimento do Champignon, como umidade relativa do ar elevada e baixas temperaturas.

O cultivo de cogumelos emprega, normalmente, resíduos agroindustriais como substrato, contribuindo para uma redução no acúmulo de resíduos no meio ambiente (LAUFENBERG, 2003) e tendo, assim, um baixo custo de processo. O tempo de cultivo é relativamente longo (em torno de 120 dias), porém, o elevado rendimento da produção faz com que este seja um processo lucrativo para os produtores.

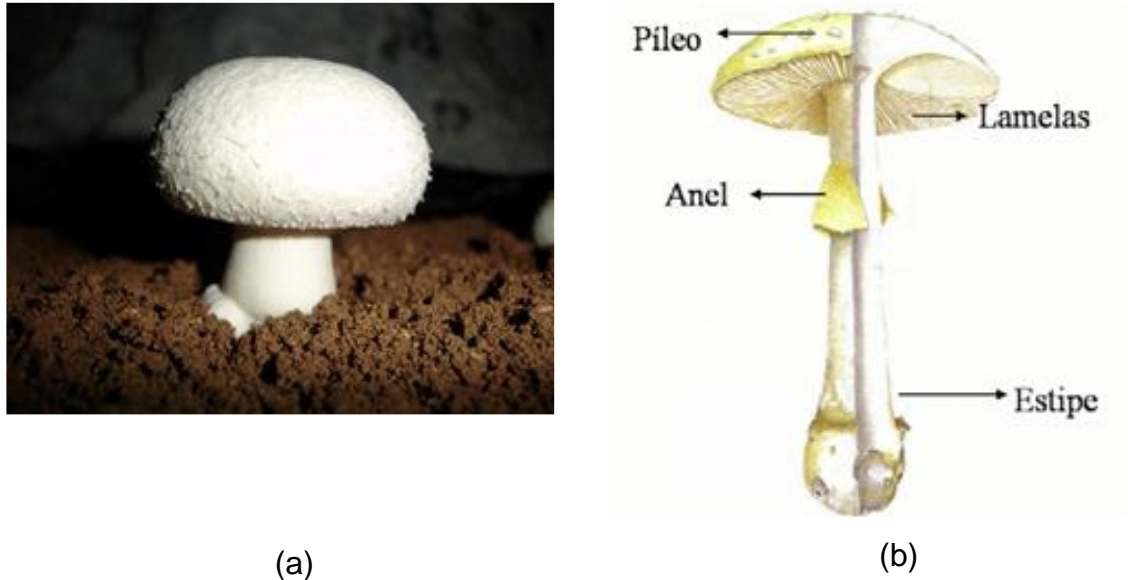
### **3.2 *Agaricus bisporus***

O *A. bisporus* (Figura 3.2a) é um cogumelo comestível pertencente ao sub-reino Dikarya (HIBBETT et al., 2007; JAMES et al., 2006), filo Basidiomycota e sub-filo Agaricomycotina (BAUER et al., 2006). Apresenta duas fases distintas em seu desenvolvimento: na primeira, ou estágio vegetativo, a reprodução é assexuada e ocorre o desenvolvimento das hifas e formação do micélio; na segunda fase, ou estágio reprodutivo, a reprodução é sexuada e ocorre a formação do basidioma ou corpo de frutificação, responsável pela produção de esporos e cuja formação é dependente das condições do ambiente e da estabilização do micélio no substrato (BONONI, 1998).

Como pode ser visto na Figura 3.2b, o corpo de frutificação dos basidiomicetos é composto pela estipe, anel, lamelas e píleo. A estipe é uma estrutura semelhante a um caule, composta pelas hifas do fungo, e que sustenta as demais estruturas. No topo do estipe encontra-se o anel, estrutura de junção entre a estipe e o píleo, cuja parte inferior é formada pelas lamelas, estruturas portadoras dos esporos do cogumelo (KIRK et al., 2008), ilustrada na Figura 3.3.

No Champignon de Paris, o chapéu tende a ser arredondado e o estipe, aqui denominado de talo, não muito extenso. As lamelas, localizadas na parte inferior do chapéu, permanecem fechadas até que o cogumelo atinja o desenvolvimento ideal para colheita e consumo, abrindo-se após esta condição.

Figura 3.2 – Champignon de Paris em seu desenvolvimento ideal para colheita (a) e representação de sua estrutura fisiológica (b)



Fonte: Gimenes, 2010.

Figura 3.3 – Lamelas de um Champignon de Paris após o ponto de colheita



Fonte: Elaborado pela autora.

O Champignon de Paris é o cogumelo mais cultivado e mais consumido no mundo, contribuindo com aproximadamente 30% da produção mundial de cogumelos (ROYSE, 2014). Teve seu cultivo iniciado na França, durante o século XVII, de forma casual por produtores de melão que observaram o desenvolvimento do fungo sobre

as camas utilizadas para estocagem dos frutos (SANTANA, 2014). Esta cama era composta por diversos resíduos industriais como palhas de arroz, trigo e aveia, que são os principais substratos utilizados para a produção do Champignon atualmente.

Este cogumelo foi a primeira espécie cultivada no Brasil e hoje ocupa terras principalmente do município de Mogi das Cruzes - SP. Com seu destaque de crescimento a partir do ano de 1993, o cultivo do Champignon no Brasil data da década de 50, trazido por imigrantes italianos que se alocaram em Cabreúva e Atibaia e imigrantes chineses que se fixaram em Mogi das Cruzes (BONONI, 2003).

Mesmo 25 anos após o início do crescimento de seu cultivo no Brasil, a produção do Champignon de Paris ainda é realizada de forma rudimentar e familiar, geralmente sem o emprego de tecnologia sofisticada e conhecimentos científicos aprofundados (COUTINHO, 2004).

Em geral, a produção ocorre em galpões, onde encontram-se prateleiras de madeira com as caixas que contém o substrato para cultivo, normalmente composto por palhas e bagaços. A umidade é garantida por umidificadores que borrifam água sobre o substrato, porém, sem controle da quantidade de água utilizada e da umidade atingida. Para verificar a umidificação, os produtores apenas apalpam o substrato e a decisão de adicionar água é subjetiva. A temperatura do ambiente é mantida em torno de 19 °C com o auxílio de exaustores, porém, sem controle rigoroso, estando sujeita às variações da temperatura externa. Neste galpão, as caixas são mantidas fechadas por cerca de 15 dias, permanecendo abertas posteriormente até que os cogumelos entrem no estágio de frutificação e possam ser colhidos. Após a abertura das caixas, a umidade do substrato deve ser reduzida, e os produtores ajustam empiricamente a quantidade de água aspergida. Ao término do cultivo, desocupa-se o galpão e se inicia um novo cultivo.

O tempo em que a embalagem permanece fechada proporciona baixa disponibilidade de oxigênio ao cogumelo e é responsável por induzir a formação dos corpos de frutificação, como resposta à condição adversa de baixa concentração de oxigênio.

### **3.2.1 Valor nutricional**

Jeong et. al. (2010) estudaram as características nutricionais do Champignon de Paris e encontraram diversos componentes ativos com efeitos na redução da

hiperglicemia e hipercolesterolemia e elevado índice de fibras dietéticas, correspondendo a aproximadamente 20% do peso seco do cogumelo. O Champignon é, ainda, fonte de proteínas (MATILLA et al., 2002), riboflavina (vitamina B2), niacina (vitamina B3), ácido pantotênico (vitamina B5), ergosteróis e minerais como selênio, cobre e potássio (CHANG, 2008).

O alto valor nutricional do Champignon de Paris pode ser verificado também pelo seu elevado teor proteico (FURLANI & GODOY, 2007; PAULI, 2010) e de carboidratos que pode chegar a 28% do seu peso seco, de acordo com Pardo et al. (2001). Wani et al. (2010) estudaram a composição em carboidratos do *A. bisporus* e encontraram pentoses (xilose e ribose), hexoses (glicose, galactose, manose), sacarose e outros açúcares (inositol, ácidos galacturônico e glicurônico e glicosamina).

Tabela 3.2 – Conteúdo de aminoácidos do *A. bisporus*

<b>Aminoácido</b>	<b>Quantidade (mg/100 g massa úmida*)</b>
<b>Cistina</b>	23
<b>Metionina</b>	30
<b>Ácido aspártico</b>	270
<b>Treonina</b>	102
<b>Serina</b>	110
<b>Ácido glutâmico</b>	478
<b>Prolina</b>	103
<b>Glicina</b>	97
<b>Alanina</b>	158
<b>Valina</b>	120
<b>Isoleucina</b>	85
<b>Leucina</b>	142
<b>Histidina</b>	54
<b>Lisina</b>	127
<b>Arginina</b>	108
<b>Tirosina</b>	292
<b>Fenilalanina</b>	97

\* Neste trabalho, 100 g de massa úmida equivale a 7,07 g de massa seca.  
Fonte: Mattila et al., 2002.

*A. bisporus* e os demais cogumelos têm grande quantidade de quitina compondo sua parede celular, um composto nitrogenado não proteico e não digerível, de modo que apenas 70% dos compostos nitrogenados dos cogumelos são digeríveis.

Mattila et al. (2002) estudaram a composição em aminoácidos do Champignon de Paris e constataram a presença de 17 aminoácidos, estando entre eles arginina,

valina, fenilalanina, treonina, lisina, isoleucina, leucina, histidina e metionina, que são essenciais para a dieta humana e de cães. Neste mesmo estudo, a quantidade de triptofano não foi determinada. A composição total de aminoácidos e suas quantidades no Champignon são apresentadas na Tabela 3.2.

### **3.3 Alimentação para cães**

#### **3.3.1 Mercado de rações**

A produção de alimentação animal cresce, em média, 5% ao ano, e durante o ano de 2017 foram produzidas 33,1 milhões de toneladas de acordo com o Sindirações (Sindirações, 2017). Deste volume, 16,5 milhões de toneladas correspondem à alimentação de aves de corte; 7,7 milhões à suinocultura; 2,9 milhões à alimentação de aves de postura; 2,56 milhões à bovinocultura de leite; 1,3 milhão à alimentação de cães e gatos e 1 milhão à bovinocultura de corte.

A população de cães no Brasil é a segunda maior do planeta, totalizando 52,2 milhões de animais (IBGE, 2013), e o mercado pet brasileiro obteve, no ano de 2017, um faturamento de R\$ 25 bilhões, valor 7% maior do que o obtido em 2016, envolvendo setores de medicamentos, produtos de higiene e beleza, serviços e alimentação. O setor de alimentação contribuiu com 68,6% do faturamento de 2017, tendo em vista que 34% da população de cães brasileira é alimentada com ração industrializada, segundo dados da Associação Nacional dos Produtores de Alimentos para Animais (ANFAL PET, 2017).

#### **3.3.2 Questões nutricionais**

Um dos principais ingredientes na alimentação de cães é a proteína, sendo que a dieta destes animais deve conter um teor mínimo de 22% de proteína bruta para cães em crescimento e 16% para cães adultos, considerando-se a elaboração de alimento seco, conforme estabelecido pela Instrução Normativa n° 9, de 9 de julho de 2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Tabela 3.3). A composição em aminoácidos da proteína não é determinada pela IN n° 9, porém, é importante que se conheça as exigências nutricionais dos cães antes de se determinar as fontes de proteína da ração. Os aminoácidos essenciais à dieta canina são

arginina, fenilalanina, treonina, lisina, leucina, isoleucina, triptofano, valina, histidina e metionina, e é importante que estejam presentes em sua dieta em quantidades suficientes para atender às suas necessidades metabólicas (CASE et al., 2000).

Tabela 3.3 – Exigências da Instrução Normativa nº 9 para alimentação de cães adultos no Brasil

	<b>F1</b>
<b>Umidade (%)</b>	12 (máx.)
<b>Matéria mineral (%)</b>	12 (máx.)
<b>Proteína (%)</b>	16 (mín.)
<b>Lipídios (%)</b>	4,5 (mín.)
<b>Fibras (%)</b>	6,5 (máx.)
<b>Cálcio (%)</b>	2,4 (máx.)
<b>Fósforo (%)</b>	0,6 (mín.)

Fonte: Elaborado pela autora.

As fontes proteicas mais empregadas nas formulações das rações para cães comercializadas no Brasil atualmente são de origem animal, pelo fato de possuírem melhor balanço de aminoácidos essenciais quando comparados aos vegetais comumente empregados nas formulações (CLAPPER et al., 2001). Porém, existe uma grande diversidade nos processos de obtenção dessas farinhas e nas proporções de tecido animal empregadas em sua formulação, o que implica na existência de uma grande diversidade de produtos com expressiva variação de valor nutricional, sendo esta a maior dificuldade relacionada à utilização de ingredientes de origem animal (KAWAUCHI, 2012).

### 3.3.3 Ingredientes que compõem a alimentação

As dietas para cães formuladas no Brasil são compostas por uma base de ingredientes de origem vegetal, principalmente o milho, sorgo e soja e pela fonte proteica que, na maioria dos casos, são ingredientes de origem animal, representada por farinhas de penas e sangue, de vísceras de aves e de carne e ossos de bovinos. A fonte proteica corresponde a aproximadamente 30-35% da massa total do alimento (KAWAUCHI, 2012) de forma que, a partir de seu teor proteico médio de 60% (ANDRIGUETTO et al., 2002), a ração atinja a quantidade final mínima de 16% de proteínas.

O milho e o sorgo entram na ração como fonte de carboidratos, principalmente amido (BUTOLO, 2002), e o milho contribui ainda com certa quantidade de proteínas, ainda que de baixo valor nutritivo por serem pobres em aminoácidos essenciais ao organismo dos cães (RODRIGUES et al. 2001).

A soja, normalmente empregada na forma de farelo ou farinha, é a principal fonte de proteína vegetal, contendo até 37% de proteína rica em aminoácidos essenciais (BELLAVIER et al., 2002; COSTA et al., 2002). No entanto, a soja possui diversos fatores antinutricionais que limitam sua utilização na alimentação de monogástricos, como inibidores de protease e ácido fítico, os quais complexam enzimas e nutrientes, prejudicando a digestão e absorção de diversas moléculas pelo organismo animal (LIMA JÚNIOR et al., 2010; LIMA 2004).

Eyng et al. (2012) determinaram a composição química e aminoacídica da farinha de penas e sangue e encontraram um teor proteico médio de 79%, sendo o aminoácido mais abundante o ácido glutâmico, seguido da serina e isoleucina, sendo apenas este último essencial à dieta de cães. O processo de hidrólise desta farinha é de essencial importância para elevar seu valor nutritivo, tendo em vista que seu teor proteico é representado principalmente pela queratina, que não é degradada pela maioria das enzimas proteolíticas (COWARD-KELLY et al., 2006).

De acordo com Kawauchi (2012), as farinhas de carne e ossos comercializadas no Estado de São Paulo possuem uma média de 43,7% de proteína em base úmida e o elevado teor de matéria mineral (aproximadamente 54,7%), limita seu uso na formulação de dietas extrusadas para cães adultos. Outro fato que prejudica a qualidade nutricional desta farinha é a grande presença de colágeno entre suas proteínas, o qual é pobre em triptofano, isoleucina e metionina (RAVINDRAN et al., 2002), aminoácidos essenciais aos cães.

#### **3.3.4 Processo produtivo**

A produção da grande maioria das formulações de ração para cães ocorre por extrusão, processo que promove alterações químicas e físicas nos ingredientes, elevando seu valor nutricional (GRIFFIN, 2003; BERTIPAGLIA et al, 2008). As principais alterações que ocorrem durante o processo estão relacionadas com o aumento da digestibilidade do produto final, melhora da palatabilidade do alimento e alterações na textura que favorecem a mastigação (LANKHORST et al., 2007).

O aumento da digestibilidade está relacionado a dois principais fatores:

- A desnaturação proteica, que ocorre devido ao emprego de temperaturas elevadas que alteram a estrutura terciária das proteínas e estas, desnaturadas, são mais sensíveis à hidrólise por enzimas proteolíticas presentes no trato gastrointestinal animal (BERTIPAGLIA et al., 2008);
- A gelatinização do amido, tornando-o mais digerível pelas enzimas presentes no trato gastrointestinal animal (MURRAY et al., 2001).

A partir das características nutritivas do *A. bisporus* e das buscas por melhorias na alimentação de cães, vale estudar a viabilidade de aplicação dos resíduos de produção deste cogumelo na formulação de alimentos para estes animais, cenário no qual diversos estudos avaliaram a aplicabilidade de resíduos oriundos de diversas atividades agroindustriais, mas não do cultivo do Champignon de Paris. Para isso, faz-se necessário conhecer as condições de cultivo do cogumelo, bem como as condições de processamento para incorporação na ração e a influência dos processos em suas características nutricionais.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

Os ensaios deste trabalho foram realizados no Laboratório de Biorreatores e Engenharia de Processos do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (IBILCE), campus de São José do Rio Preto da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP).

### **4.1 Material**

O material para cultivo dos cogumelos foi adquirido já inoculado de um produtor localizado no município de Bom Jesus dos Perdões – SP, e é composto por bagaço de cana-de-açúcar (35%), palha de trigo (25%), palha de arroz (20%) e cama de porco (20%). O preparo deste substrato pelo produtor seguiu as seguintes etapas: homogeneização e umidificação do bagaço e das palhas; adição da cama de porco, pasteurização e inoculação.

Os insumos para formulação da ração (grits de milho, farinha de soja e farinha de sorgo) foram adquiridos em comércio de São José do Rio Preto - SP.

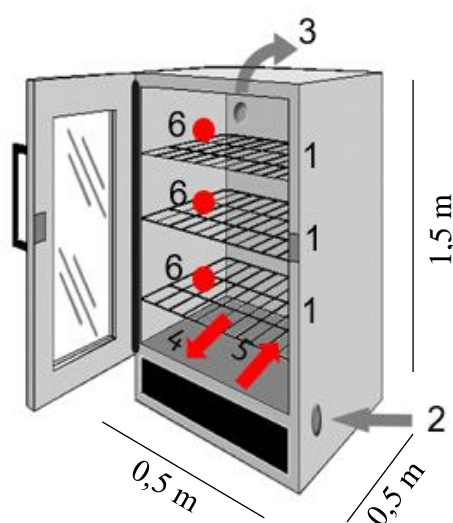
### **4.2 Cultivo dos Cogumelos**

Foram utilizados dois compostos para cultivo, igualmente preparados pelo produtor, os quais foram cultivados por três ciclos cada, sendo que cada ciclo compreende desde o início da frutificação até a colheita dos cogumelos, com intervalo de aproximadamente 10 dias entre os ciclos.

O cultivo foi realizado em biorreator de bandeja, confeccionado em aço inoxidável (Figura 4.1). Na parte inferior desta câmara havia um reservatório de água com capacidade de 60 L, ao qual estava conectado um banho termostático para manutenção da temperatura da água no valor desejado. O ar, proveniente de um compressor, foi injetado no reator a uma pressão de 2 bar, mantida com o auxílio de uma válvula reguladora de pressão. A injeção de ar ocorreu diretamente em um tubo perfurado de aço inoxidável localizado no tanque do reator, fazendo com que o ar percolasse a água e garantindo que fosse saturado. A saída de ar ocorreu pelo topo do reator, forçando o ar saturado a atravessar verticalmente a câmara e garantindo a manutenção de um ambiente totalmente saturado em toda a região interna do reator.

A manutenção da temperatura no interior do reator ocorreu através do controle da temperatura da água no banho termostático e a temperatura interna foi registrada por termopares tipo T, conectados a um sistema de aquisição de dados COMPAQ-DAQ (National Instruments, Austin, EUA), gerenciado por uma rotina elaborada em ambiente LabView 8.5.

Figura 4.1 – Representação esquemática do reator utilizado para cultivo do Champignon (a) e substrato inoculado no reator (b)



(a)



(b)

1: Bandejas; 2: Entrada de ar; 3: Saída de ar;  
4: Entrada de água; 5: Saída de água; 6:  
Termopares instalados

Fonte: Compilação da autora.

O substrato inoculado adquirido do produtor foi, então, acondicionado no reator, onde foi deixado coberto por embalagem plástica por 15 dias. Decorrido este tempo, a embalagem foi aberta e procedeu-se à rega, ou seja, o substrato foi umidificado diariamente com 165 mL de água destilada, mantendo-se 44% de umidade em base úmida do substrato, a qual encontrava-se inicialmente a 32%. A água foi aspergida sobre toda a superfície do substrato com o auxílio de um borrifador, até que os primeiros corpos de frutificação se tornassem visíveis. Após esta etapa, a rega foi interrompida e o reator manteve-se fechado até que os primeiros cogumelos atingissem o ponto de colheita, determinado pela altura do cogumelo, que deveria

estar entre 3,5 e 5,5 cm. A colheita foi realizada por uma leve torção nos talos dos cogumelos, até que estes se desprendessem do substrato.

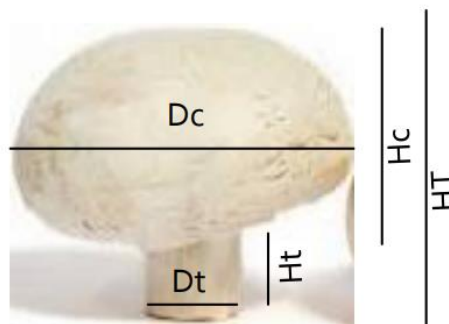
Foram avaliadas três diferentes temperaturas de cultivo: 18°C, 20 °C e 22 °C e o tempo de cultivo foi determinado contando-se os dias decorridos após a incubação do substrato até o dia de colheita do último cogumelo.

### 4.3 Caracterização dos Cogumelos Produzidos

Após a colheita, os cogumelos foram pesados em balança analítica e caracterizados quanto a medida de cinco diferentes regiões estabelecidas (Figura 4.2):

- Dc: Diâmetro do chapéu – Foi medido nos sentidos vertical e horizontal, sendo determinado pela média entre as duas medidas.
- Dt: Diâmetro do talo – Foi medido após a separação do talo e do chapéu do cogumelo, sendo calculado a partir da média entre as medidas realizadas na base que se encontrava aderida ao substrato e no local do corte entre o talo e o chapéu.
- Hc: Altura do chapéu – Foi medida a distância entre o ponto mais alto do cogumelo e a curvatura do chapéu que termina no estipe.
- Ht: Altura do talo – Foi medida a distância entre a base do estipe e o local de corte entre a estipe e o chapéu.
- HT: Altura total – Foi medida a distância entre a base do estipe e o ponto mais alto do chapéu.

Figura 4.2 – Regiões a serem medidas no cogumelo colhido



Fonte: Elaborado pela autora.

Todas as medidas foram realizadas em triplicata com o auxílio de um paquímetro.

Os cogumelos tiveram, então, seus talos separados do chapéu com o auxílio de uma faca e as duas porções foram armazenadas separadamente. Foi realizada a pesagem individual de cada porção em balança analítica e calculou-se a porcentagem de talo obtido em relação à massa total de cogumelo colhido.

Foi determinada a composição centesimal do talo a partir das seguintes análises:

- Umidade: realizada em estufa a 105 °C, conforme metodologia descrita pela AOAC (1997);
- Matéria mineral: realizada por incineração em mufla a 550 °C, conforme metodologia descrita pela AOAC (1997);
- Proteínas: realizada pela metodologia de Kjeldahl, onde determina-se o teor proteico da amostra a partir da quantificação do nitrogênio total, empregando-se um fator de conversão de 4,38 (BREENE, 1990; FURLANI e GODOY, 2005). A análise foi realizada conforme determinação da AOAC (1997);
- Lipídios: realizada pela metodologia de Bligh & Dyer (1959);
- Carboidratos: a quantidade de carboidratos foi calculada por diferença.

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos em base úmida.

#### **4.4 Secagem do talo de cogumelo em secador de convecção forçada**

A secagem foi realizada em secador de leito fixo com convecção forçada de ar aquecido, com área da câmara de secagem de 13,9 cm<sup>2</sup>, onde a amostra é disposta em bandejas de metal e o fluxo de ar se dá paralelamente à amostra. O secador (Figura 4.3) é equipado com ventilador centrífugo (Ventilador Siroco VSI 195, motor de 2.0 CV, 3400 rpm) e a velocidade do ar foi controlada por um inversor de frequência (WEG, CWF10 – Brasil) conectado ao motor do ventilador. O aquecimento do ar ocorre por resistências elétricas e o controle da temperatura é feito por controlador tipo PID com um sensor de temperatura LM35. A velocidade média do ar no interior da câmara de secagem é determinada por um anemômetro. O secador possui quatro sensores tipo PT 100 e um sensor de umidade conectados a um sistema de aquisição de dados (ImPac®) que registra temperatura e umidade a cada dois segundos.

Os talos de Champignon foram moídos e transferidos para bandejas formadas por telas, com área de 15 cm<sup>2</sup>, onde foram dispostos em uma camada de 0,5 cm de espessura. As bandejas foram pesadas e levadas ao secador. A temperatura de secagem foi mantida a 70 °C e a velocidade do ar a 1 m/s. Foi utilizada uma balança analítica para registrar a massa do produto que, durante a primeira hora de processo, teve sua massa medida a cada 15 min e, a partir de então, a cada meia hora, até que não fosse mais observada variação na segunda casa decimal do valor da massa, indicando que foi atingida a umidade de equilíbrio do material.

A cada hora de secagem retirou-se uma amostra para determinação da composição centesimal, avaliando-se os teores de umidade, matéria mineral, proteínas, lipídios e carboidratos, conforme metodologia descrita no item 4.3.

Figura 4.3 – Secador de leito fixo com convecção forçada utilizado no processo de secagem



Fonte: Compilação da autora.

O coeficiente de difusividade efetiva foi determinado pela lei de Fick de acordo com equação 4.1.

$$\frac{x-x_{eq}}{x_0-x_{eq}} = \frac{8}{\pi^2} \sum \frac{1}{(2n-1)^2} \exp \left[ - \left( \frac{2n-1}{2} \pi \right)^2 \frac{D_{eff} t}{L^2} \right], \quad (4.1)$$

onde  $x$  = umidade no tempo  $t$ ,  $x_{eq}$  = umidade de equilíbrio do material,  $X_0$  = umidade inicial,  $D_{eff}$  = coeficiente de difusividade efetiva ( $m^2/s$ ),  $t$  = tempo (s) e  $L$  = metade da espessura (m).

#### **4.5 Caracterização dos insumos da ração**

Os ingredientes incorporados na formulação da ração foram: grits de milho, farinha de soja e farinha de sorgo. O milho foi moído em moinho de facas e as farinhas foram utilizadas da forma em que foram adquiridas.

Todos os ingredientes tiveram sua composição centesimal determinada pelas análises de umidade, matéria mineral, proteínas, lipídeos e carboidratos, realizadas conforme descrito no item 4.3.

#### **4.6 Formulação da ração**

Foram propostas 5 formulações de ração onde a fonte proteica é representada por uma composição de talo de Champignon e farinha de carne e ossos, combinadas em diferentes proporções para que a soma de suas quantidades seja igual a 30% da formulação total. Estas formulações não foram produzidas e, para cada uma delas, foi estimada a composição centesimal, sendo que os teores de matéria mineral, proteínas, lipídios e carboidratos proporcionais foram calculados a partir dos resultados obtidos no item 4.5, atentando-se à quantidade final de proteínas no produto, que deveria ser maior que o limite mínimo de 16% estabelecido pela IN n° 9.

De modo a se obter uma ração com teor proteico compatível ao estabelecido pela IN n° 9 onde a fonte proteica fosse composta apenas por talo de Champignon, foi proposta uma sexta formulação com diferente relação entre a quantidade de fonte proteica e ingredientes vegetais.

A umidade em que o talo de Champignon deveria entrar nesta nova formulação foi calculada com base no conteúdo de água fornecido pelos ingredientes vegetais, de modo a se obter um produto a ser extrusado com 13% de umidade.

A partir da umidade calculada, obteve-se a composição centesimal do talo pelas equações obtidas no ensaio de secagem.

#### 4.7 Produção da ração

A formulação de ração proposta foi produzida pesando-se cada ingrediente na proporção determinada, homogeneizando-os e procedendo-se ao processo de extrusão.

A extrusão foi realizada em extrusora de rosca única, modelo RXPQ Labor 24, INBRAMAQ – Indústria de Máquinas Ltda, Ribeirão Preto – SP, com capacidade de produção semi-industrial e cinco zonas de aquecimento (Figura 4.4). Foi utilizada camisa helicoidal e tráfila de orifício único de 5,5 mm, um diâmetro considerado grande, com o objetivo de minimizar a expansão do produto. As temperaturas de cada zona de aquecimento são apresentadas na Tabela 4.1.

Figura 4.4 – Extrusora utilizada para o processo de extrusão da ração



Fonte: Compilação da autora.

Após o processo de extrusão, a ração foi cortada em pedaços de aproximadamente 1 cm e estocada à temperatura ambiente.

Parte da ração foi moída em moinho de facas e avaliada quanto ao valor nutricional pela quantificação da umidade, matéria mineral, proteínas, extrato etéreo e carboidratos. A quantificação do extrato etéreo foi realizada pela metodologia de

Soxhlet (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985), e para os demais nutrientes as análises foram realizadas conforme descrito no item 4.3.

A composição em aminoácidos essenciais da ração produzida foi calculada com base na porcentagem aminoacídica do Champignon de Paris determinada por Mattila et al. (2002) e os resultados foram comparados às necessidades caninas determinadas por Brown (1989).

Tabela 4.1 – Temperatura das zonas de aquecimento da extrusora durante o processo de produção da ração

Zona	Temperatura (°C)
1	50 °C
2	70 °C
3	90 °C
4	140 °C
5	140 °C

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.8 Análise de custos de ingredientes

Foram estabelecidos dois cenários: o primeiro (C1), considera que o Champignon é cultivado, colhido, o talo é separado, seco na propriedade produtora do cogumelo até 22,1% de umidade e enviado à indústria de ração; já o segundo (C2), considera que o talo colhido é enviado in-natura à indústria produtora de ração, e esta realizará o processo de secagem.

Para determinação do custo de ingredientes para produção da ração foram considerados os gastos com a produção, secagem e transporte do talo até a região produtora de ração e gastos com demais insumos da ração.

O custo de produção do talo foi calculado aplicando-se uma porcentagem de 10% no custo de produção de Champignon.

O gasto energético para o processo de secagem foi calculado conforme a equação 4.2, proposta por Filippin et al. (2018), que utilizou, em seu trabalho, o mesmo secador aqui empregado.

$$E = 0,0121 t + 0,2435 \quad (4.2)$$

onde E = gasto energético em kW.h e t = tempo de secagem em minutos. O gasto em reais foi calculado multiplicando a quantidade de kW.h por R\$ 0,484, que equivale ao custo do kW.h no Estado de São Paulo orçado em dezembro de 2018.

O custo com transporte foi calculado considerando-se a localização da unidade produtora de cogumelos no município de Mogi das Cruzes – SP, por ser a principal região produtora de cogumelos comestíveis do Brasil, e a localização da unidade produtora da ração no município de São Paulo – SP, que concentra grande parte das indústrias do país. Esta distância é de 63 km e o valor do frete foi determinado em função da massa de material transportada nesta distância, de acordo com cotação realizada em janeiro de 2019.

O custo dos demais ingredientes da ração foi calculado utilizando-se o preço do kg do ingrediente de acordo com cotação pela Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), realizada em janeiro de 2019, e as proporções empregadas na formulação.

#### **4.9 Análise dos resultados**

As análises descritivas dos dados e a determinação do coeficiente de difusividade efetiva foram realizadas pelo Software Statistica 2007. A construção dos gráficos e das equações foi realizada pelo OriginPro 8.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Cultivo do Champignon

A manutenção, por 20 dias, da temperatura da estufa de cultivo a 18 °C não permitiu o desenvolvimento dos corpos de frutificação dos cogumelos. Sendo assim, a temperatura foi elevada para 20 °C, temperatura na qual pôde-se observar, após 15 dias, o aparecimento dos primeiros corpos de frutificação, ilustrados na Figura 5.1. Porém, o crescimento foi lento, e os primeiros cogumelos somente atingiram o ponto de colheita 15 dias após o início do desenvolvimento das estruturas visíveis, enquanto nas propriedades comerciais a colheita ocorre entre o terceiro e quinto dias após este estágio.

Figura 5.1 – Início do aparecimento dos corpos de frutificação para ensaio realizado a 20 °C



Fonte: Compilação da autora.

Após a colheita destes cogumelos, aumentou-se a temperatura, e quando esta foi mantida em 22 °C o desenvolvimento dos fungos foi mais intenso, atingindo-se o ponto de colheita entre 2 e 3 dias após o aparecimento dos corpos de frutificação (Figura 5.2).

Figura 5.2 – Cogumelos cultivados a 22 °C



Fonte: Compilação da autora.

Sendo assim, os cogumelos utilizados para a realização dos experimentos posteriores foram cultivados a 20 °C durante a fase de colonização do substrato pelo micélio do fungo e início da frutificação, ocorrendo aumento da temperatura para 22 °C até o final do cultivo. A Tabela 5.1 apresenta os valores de temperatura registrados durante a primeira hora de cultivo para miceliação e primeira hora para frutificação, registrados a cada 5 minutos. Os termopares foram numerados de 1 a 3, sendo 1 aquele localizado na prateleira inferior e 3, o da prateleira superior.

Os dados foram registrados durante todo o cultivo e o padrão de variação de temperatura foi o mesmo que o observado na Tabela 5.1, onde a temperatura manteve-se praticamente constante ao longo do tempo, com oscilação máxima de 0,6 °C. As médias de temperatura na primeira hora de cultivo foram de 20,08 e 22,08 °C para miceliação e frutificação, respectivamente. Considerando-se todo o tempo de duração destas duas etapas, as médias foram de 20,15 e 22,10 °C, respectivamente.

Figueiredo e Dias (2014) também estudaram o cultivo do Champignon em função da temperatura e verificaram um bom crescimento do fungo em temperaturas superiores a 23 °C, enquanto Andrade et al. (2010) definem 25 °C como temperatura ótima para desenvolvimento micelial. Estes resultados divergem do encontrado por Dias et al. (2004), que definiu a faixa entre 17 e 19 °C como ideal para a indução da frutificação e também para manutenção do fungo após este estágio.

Tabela 5.1 – Temperatura no interior do reator ao longo do cultivo dos cogumelos

Tempo (min)	Temperatura miceliação (°C)	Temperatura frutificação (°C)
5	20,3	22,4
10	20,4	22,2
15	20,1	22,3
20	19,8	22,3
25	20,2	22,1
30	19,9	21,8
35	20,1	22,1
40	20,6	21,7
45	20,2	22,3
50	19,6	21,9
55	19,8	21,9
60	20,2	22,0
<b>Média ± DP</b>	20,08 ± 0,29	22,08 ± 0,25

Fonte: Elaborado pela autora.

A colheita de cogumelos (Figura 5.3) aconteceu durante 45 dias, sendo que, a partir 32° dia, a colheita tornou-se menos frequente. A massa total de cogumelos colhidos após os 3 ciclos de cultivo e a massa média de cada cogumelo são apresentadas na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Massa dos cogumelos cultivados

	Massa Chapéu (g)			Massa Talo (g)			Massa Total (g)			% Talo		
	Média	DP	CV (%)	Média	DP	CV (%)	Média	DP	CV (%)	Média	DP	CV (%)
<b>Unitária</b>	22,37	5,99	26,77	3,94	1,18	29,94	26,31	7,13	27,09	14,91	1,11	7,45
<b>Total</b>	1528,51			253,45			1781,96			14,22		

DP: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação ( $CV = (DP/Média) \times 100$ ).

Fonte: Elaborado pela autora.

A massa total de cogumelos obtida após os 3 cultivos nos dois substratos foi de 1,78 kg, uma média de 890 g por substrato, enquanto, para produtores comerciais, este valor encontra-se entre 700 e 800 g. Da quantidade colhida neste trabalho, 1,53 kg corresponde à porção do Champignon comercializada e consumida e 0,25 kg à

porção descartada (talo), a qual corresponde a 14,22% da massa total. Este percentual é relativamente alto quando se pensa em uma produção anual de 8000 t, correspondendo a 1,1 t de resíduo de cogumelo gerada por ano no Brasil. Esta quantidade não é capaz de suprir a demanda de fonte proteica em toda a ração para cães comercializada no Brasil, porém, no segmento de rações diferenciadas, esta quantidade possibilita a produção de grande parte dos alimentos.

Observa-se, na Tabela 5.2, um coeficiente de variação elevado, indicando grande variabilidade na massa dos cogumelos, os quais apresentaram, ainda, tamanhos bastante variáveis (Tabela 5.3).

Figura 5.3 – Cogumelos colhidos após 18 dias de cultivo a 22 °C



Fonte: Compilação da autora.

Considerando-se a massa seca de substrato inoculado e a massa total de cogumelos colhida, calcula-se um rendimento de cultivo de 33,63%, superior ao atingido por Jesus (2011), que empregou temperatura de 25 °C para o cultivo em substrato composto por bagaço de cana-de-açúcar, farelo de soja e cama de frango, obtendo um rendimento de 26,78%. Além do rendimento, o tempo de colheita atingido neste trabalho foi expressivamente superior à maioria dos tempos encontrados na literatura, podendo-se citar novamente o trabalho de Jesus (2011), onde a colheita de cogumelos ocorreu durante 25 dias. O aumento no tempo de colheita, ocasionando um maior rendimento de processo, possibilita a obtenção de um produto final de menor custo, tanto para a porção comercializada do cogumelo quanto para o talo que será enviado à indústria de ração. Além disso, o aumento no volume de produção é interessante, pois, devido ao fato de o talo de Champignon apresentar elevado

conteúdo de água em sua composição, a elaboração de um alimento seco para cães exigirá grande quantidade de material.

## 5.2 Caracterização dos Cogumelos Produzidos

As medidas dos cogumelos coletados são apresentadas na Tabela 5.3 e a composição centesimal dos talos na Tabela 5.4. Pode-se observar que a variação no tamanho dos cogumelos é alta, principalmente em relação à altura do talo. O crescimento em altura do cogumelo é diretamente proporcional ao tempo de cultivo, porém, não foi observada constância na velocidade de crescimento nem um padrão entre a chegada do ponto de colheita e a altura.

Tabela 5.3 – Medidas dos cogumelos

Dc (cm)			Dt (cm)			Hc (cm)			Ht (cm)			HT (cm)		
M	DP	CV (%)	M	DP	CV (%)	M	DP	CV (%)	M	DP	CV (%)	M	DP	CV (%)
4,89	1,44	29,45	1,96	0,44	22,49	3,31	0,22	6,65	1,61	0,52	32,29	4,92	0,72	14,63

Dc: Diâmetro do chapéu; Dt: Diâmetro do talo; Hc: Altura do chapéu; Ht: Altura do talo; HT: Altura total; M: Média; DP: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação (CV = (DP/Média)x100).

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 5.4 – Composição centesimal do talo de Champignon cultivado a 22 °C

	Conteúdo (g/100 g massa úmida)		
	M	DP	CV (%)
<b>Umidade</b>	89,21	0,94	1,05
<b>Matéria mineral</b>	1,87	0,38	20,32
<b>Proteínas</b>	2,76	0,27	9,78
<b>Lipídios</b>	1,18	0,28	23,72
<b>Carboidratos</b>	4,99	0,54	10,82

M: Média; DP: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação (CV = (DP/Média)x100).

Fonte: Elaborado pela autora.

O teor proteico obtido, 2,76%, o qual representa 25,48% em base seca, é próximo aos encontrados por Mattila et al. (2002), 27,14%, Furlani e Godoy (2007), 28,45%, e Silva (2013), 26,5%. Vale lembrar que os autores citados estudaram a composição centesimal do chapéu do cogumelo, e não do talo, o que indica grande similaridade de composição entre as duas porções do fungo.

A equivalência entre os dados obtidos neste trabalho e os encontrados na literatura citada representam grande vantagem na utilização dos talos para produção

de ração, uma vez que o produtor do alimento animal poderá contar com uma fonte proteica de composição praticamente constante independente do fornecedor. Isso não ocorre no caso das farinhas de origem animal atualmente empregadas nas formulações de alimentos para cães, as quais possuem composição centesimal bastante variável (DOZIER et al., 2003; SINHORINI, 2013; ADEDOKUN e ADEOLA, 2005).

### 5.3 Secagem do talo de cogumelo em secador de convecção forçada

Os parâmetros de secagem e o coeficiente de difusividade efetiva ( $D_{eff}$ ) são apresentados na Tabela 5.5. A Figura 5.4 apresenta a umidade do talo em função do tempo de secagem e a Figura 5.5, a taxa de secagem em função da umidade.

Tabela 5.5 - Coeficiente de difusividade efetiva da secagem do talo de Champignon

Condições processo	Repetição	Tempo secagem (min)	Coeficiente de difusividade efetiva x $10^{10}$ (m <sup>2</sup> /s)		
			$D_{eff}$	$R^2$	Média ± DP
70 °C	a	240	5,6	0,998	5,65 ± 0,07
	b	240	5,7	0,997	

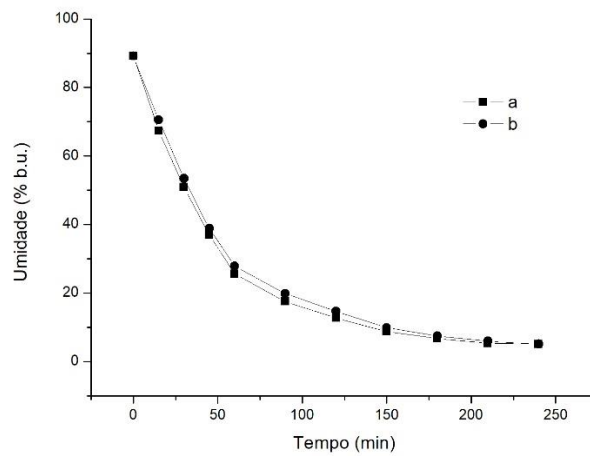
$R^2$ : coeficiente de determinação.

Fonte: Elaborado pela autora.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) indica ótima eficiência do ajuste, por estar acima de 0,995. O coeficiente de difusividade efetiva foi de  $5,6 \times 10^{-10}$  m<sup>2</sup>/s para o primeiro ensaio e de  $5,7 \times 10^{-10}$  m<sup>2</sup>/s para o segundo, com média de  $5,65 \times 10^{-10}$  m<sup>2</sup>/s. Este valor está na mesma ordem de grandeza do encontrado por Pijuan et al. (1997) para secagem de *A. bisporus*, que empregou temperaturas de secagem de 50, 60 e 70 °C e velocidades do ar de 0,5 e 1,0 m/s, obtendo valores de  $D_{eff}$  entre  $1,46 \times 10^{-10}$  e  $3,10 \times 10^{-10}$  m<sup>2</sup>/s.

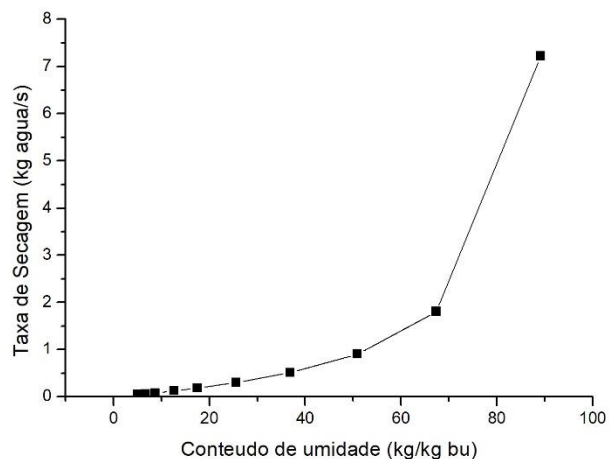
O tempo de processo foi relativamente longo, sendo necessários 240 min de secagem para obtenção de um material contendo 5,11% de umidade. Porém, pode-se observar na Figura 5.4 que, a partir dos 180 min (umidade = 6,73%), a taxa de secagem é bastante baixa, obtendo-se redução lenta do conteúdo de água na última hora de processo.

Figura 5.4 – Umidade do talo em função do tempo de secagem a 70 °C



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 5.5 – Taxa de secagem do talo em função do conteúdo de umidade



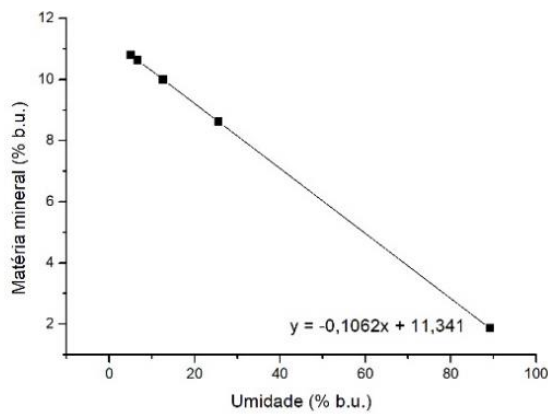
Fonte: Elaborado pela autora.

A cada hora de secagem foi retirada uma amostra para determinação da composição centesimal, cujos resultados são apresentados na Figura 5.5.

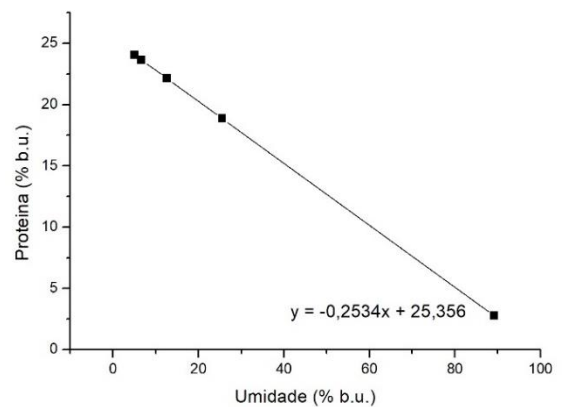
O comportamento linear do teor de nutrientes em função da umidade indica que não existe perda de constituintes a partir da perda de água do produto. Além disso, a inexistência de alteração na proporção de nutrientes possibilita que a quantidade de água do produto seja a única variável no momento da determinação da umidade em que o talo de Champignon deve entrar na formulação da ração.

As equações apresentadas na Figura 5.6 foram utilizadas para determinar a quantidade de cada nutriente no talo de Champignon na umidade em que foi incorporado na ração.

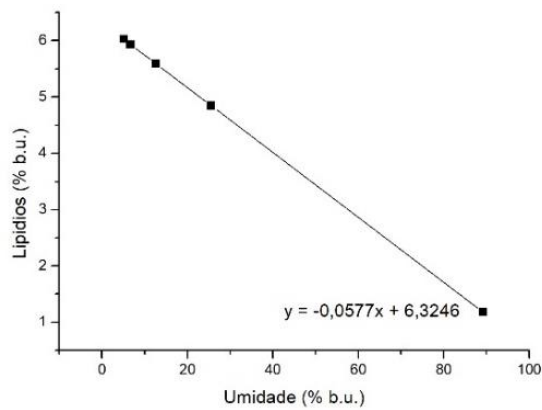
Figura 5.6 – Composição nutricional do talo de Champignon ao longo do processo de secagem em relação à quantidade de matéria mineral (a), proteínas (b), lipídios (c) e carboidratos (d)



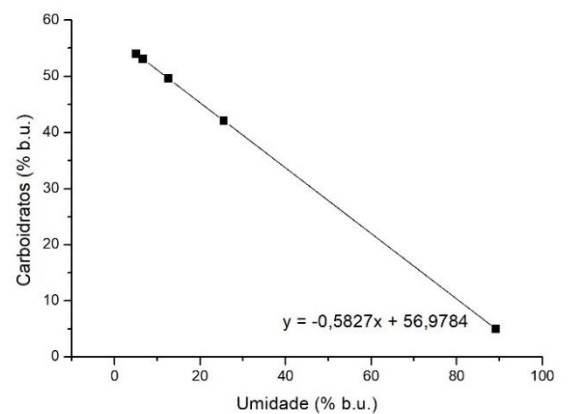
(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Elaborado pela autora.

## **5.4 Formulação da ração**

### **5.4.1 Caracterização de ingredientes**

A composição centesimal dos ingredientes a serem empregados na formulação é apresentada na Tabela 5.6. Pode-se observar que a maior contribuição do milho na formulação está relacionada aos carboidratos, constituídos principalmente de amido, que representa entre 70 e 73% da massa do grão (LUCCHIN et al., 2003; PAES, 2006). O mesmo ocorre para a farinha de sorgo, que possui aproximadamente 71,8% de amido (WANISKA, 2000) e, no caso da farinha de soja, a maior contribuição se dá no teor proteico.

Tabela 5.6 – Composição centesimal dos ingredientes da ração a ser produzida

	<b>Milho</b>			<b>Farinha de soja</b>			<b>Farinha de Sorgo</b>		
	<b>M</b>	<b>DP</b>	<b>CV (%)</b>	<b>M</b>	<b>DP</b>	<b>CV (%)</b>	<b>M</b>	<b>DP</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Umdade (%)</b>	6,77	0,39	5,76	3,23	0,41	12,69	9,74	0,48	4,92
<b>Matéria mineral (%)</b>	1,15	0,19	16,52	5,67	0,60	10,58	1,91	0,07	3,66
<b>Proteína (%)</b>	9,49	0,25	2,63	44,48	0,65	1,46	6,10	0,45	7,37
<b>Lipídio (%)</b>	4,20	0,04	0,95	2,68	0,78	29,10	3,42	0,55	16,08
<b>Carboidrato (%)</b>	78,39	0,53	0,67	43,98	1,54	3,50	78,83	0,78	0,98

M: Média; DP: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação ( $CV = (DP/Média) \times 100$ ).

Fonte: Elaborado pela autora.

Os produtos apresentados na Tabela 5.6 possuem baixa umidade, não necessitando de secagem para elaboração da ração, que deve conter um teor de umidade de 13% antes do processo de extrusão. Os carboidratos são os principais nutrientes presentes, seguidos da proteína, que constitui 9,49% do milho, 44,48% da farinha de soja e 6,10% da farinha de sorgo. Os teores de matéria mineral e lipídio são baixos, sendo o maior teor de matéria mineral representado pela farinha de soja (5,67%) e de lipídios pelo milho (4,20%).

#### 5.4.2 Formulação

Foram elaboradas 5 formulações onde a fonte proteica é composta por uma combinação de talo de Champignon e farinha de carne e ossos, cuja composição centesimal é apresentada na Tabela 5.7.

Nestas formulações, a fonte proteica representa 30% do total de ingredientes da ração, sendo esta porcentagem a soma entre as quantidades de talo e de farinha de carne e ossos, combinadas conforme descrito na Tabela 5.8. O objetivo é verificar qual a máxima substituição possível da farinha de carne e ossos pelo talo de Champignon para que se produza uma ração que atenda às condições da legislação vigente para a alimentação de cães adultos.

A Tabela 5.9 apresenta a composição centesimal calculada de cada formulação apresentada na Tabela 5.8.

Tabela 5.7 – Composição centesimal da farinha de carne e ossos

	<b>Composição (%)</b>
<b>Umidade</b>	6,31
<b>Matéria mineral</b>	24,43
<b>Proteínas</b>	53,76
<b>Lipídios</b>	12,89
<b>Carboidratos</b>	2,61

As formulações 1, 2 e 3 possuem teor proteico superior ao limite mínimo estabelecido pela IN n° 9, enquanto as formulações 4 e 5 não correspondem à quantidade necessária de proteínas. Nas formulações de 1 a 3, os demais nutrientes também atendem às condições determinadas pela IN n° 9.

Tabela 5.8 – Formulações propostas de ração com composição da fonte proteica

	<b>F*1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>
<b>Talo Champignon (%)</b>	10	15	20	25	30
<b>Farinha de carne e ossos (%)</b>	20	15	10	5	0
<b>Milho (%)</b>	35	35	35	35	35
<b>Farinha de sorgo (%)</b>	30	30	30	30	30
<b>Farinha de soja (%)</b>	5	5	5	5	5

F: Formulação.

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 5.9 – Composição centesimal calculada das formulações elaboradas

	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>
<b>Umidade (%)</b>	8,93	9,71	10,50	11,29	12,08
<b>Matéria mineral (%)</b>	7,04	6,27	5,50	4,73	3,96
<b>Proteína (%)</b>	20,10	18,40	16,70	15,00	13,30
<b>Lipídios (%)</b>	5,71	5,32	4,93	4,54	4,15
<b>Carboidratos (%)</b>	58,19	60,27	62,34	64,42	66,49

Fonte: Elaborado pela autora.

O maior teor proteico é apresentado pela formulação 1, que conta com 20,10% de proteínas. Porém, esta formulação é a que apresenta menor porcentagem de talo de Champignon em sua composição e, dessa forma, a proposta de produção de ração com fonte proteica alternativa à proteína animal ocorre em baixa proporção, além de ficar comprometida a quantidade de aminoácidos essenciais na dieta, uma vez que estes são fornecidos principalmente pelo talo do cogumelo. Por isso, deseja-se selecionar a formulação com maior incorporação de talo, o que acontece na formulação 3, onde a fonte proteica é composta por 20% de talo de Champignon e 10 % de farinha de carne e ossos e o teor proteico é de 16,70%. A quantidade de talo corresponde a 66,67% da fonte proteica, sendo este o limite máximo de substituição das farinhas de origem animal por talo de Champignon de Paris sem comprometimento da qualidade nutricional do alimento.

Empregando-se 30% de fonte proteica, quantidade empregada na maioria das formulações comerciais produzidas atualmente, não foi possível atingir o teor proteico mínimo estabelecido pela legislação utilizando-se apenas o talo de Champignon. Foi realizada, então, uma reformulação na proporção de ingredientes, que foram combinados conforme descrito na Tabela 5.10. Nesta mesma tabela é mostrada também a contribuição em nutrientes de cada ingrediente adicionado na proporção estabelecida para obtenção de 100 g de material.

Tabela 5.10 – Formulação proposta de ração à base de talo de Champignon (F6)

	<b>Talo de Champignon</b>	<b>Milho</b>	<b>Farinha de Sorgo</b>	<b>Farinha de Soja</b>
<b>Proporção (%)</b>	40	30	18	12
<b>Conteúdo de água (g)</b>	8,83	2,03	1,75	0,39
<b>Matéria mineral (g)</b>	3,59	0,35	0,34	0,68
<b>Proteínas (g)</b>	7,90	2,85	1,10	5,34
<b>Lipídios (g)</b>	2,02	1,26	0,62	0,32
<b>Carboidratos (g)</b>	17,64	23,82	14,19	5,27

Fonte: Elaborado pela autora.

Para determinação da umidade na qual deveria entrar o talo de Champignon na formulação, objetivando-se evitar gastos desnecessários com secagem, o conteúdo de água no material foi calculado por diferença para 13% a partir das umidades dos demais ingredientes, de modo que 40% de talo fornecesse a quantidade de água necessária. O valor de 13% refere-se à umidade (b.u.) que o material deve conter antes do processo de extrusão.

Para que forneça a quantidade de água necessária, a umidade do talo de Champignon deve ser de 22,1%, e o tempo de secagem para que atinja esta umidade é de 75 min. A partir das equações apresentadas na Figura 5.5, foi determinada a composição centesimal do talo nesta umidade, que é apresentada na Tabela 5.11.

Tabela 5.11 – Composição centesimal do talo de Champignon a 22,1% de umidade

<b>Composição (%)</b>	
<b>Umidade</b>	22,1
<b>Matéria mineral</b>	8,99
<b>Proteínas</b>	19,75
<b>Lipídios</b>	5,05
<b>Carboidratos</b>	44,10

Fonte: Elaborado pela autora.

## 5.5 Processamento da ração

O produto obtido ao final do processo de extrusão apresentou características visuais semelhantes e odor mais suave quando comparado às rações para cães disponíveis no comércio.

A ração produzida foi cortada em porções de aproximadamente 1 cm de comprimento (Figura 5.7) e sua composição centesimal é apresentada na Tabela 5.12.

Figura 5.7 – Ração com talo de Champignon após o processo de extrusão (a) e cortada em porções de 1 cm (b)



(a)



(b)

Fonte: Compilação da autora.

Tabela 5.12 – Composição centesimal da ração produzida

	<b>Composição (%b.u.)</b>		
	<b>M</b>	<b>DP</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Umidade</b>	10,17	0,17	1,67
<b>Matéria mineral</b>	4,89	0,11	2,37
<b>Proteínas</b>	17,49	0,23	1,33
<b>Extrato etéreo</b>	5,10	0,08	1,56
<b>Carboidratos</b>	61,88	0,54	0,88

Fonte: Elaborado pela autora.

O teor proteico do produto obtido, assim como a quantidade dos demais nutrientes, encontra-se dentro do limite determinado pela IN n° 9. O teor proteico, de 17,49%, está acima do limite mínimo estabelecido para cães adultos, que é de 16%. A Tabela 5.13 apresenta a quantidade de aminoácidos fornecidos pelo talo de Champignon na ração formulada, de acordo com a composição aminoacídica apresentada na Tabela 3.2, e a quantidade necessária para suprir as necessidades caninas, de acordo com Brown (1989).

De acordo com o teor de fibras de cada ingrediente, 10% dos carboidratos da ração correspondem a fibras, o que representa 6,19%, valor este que está de acordo com o exigido pela IN n° 9.

Os minerais fósforo e cálcio representam, respectivamente, 0,51 e 0,08% da formulação. Para o fósforo, a legislação determina um limite mínimo de 0,6%, sendo necessária sua suplementação na ração produzida. Para o cálcio, o limite estabelecido é de, no máximo, 2,4%, não existindo limite mínimo. Porém, devido a quantidade extremamente baixa deste mineral da ração produzida, é interessante a suplementação com pequena quantidade de cálcio além do fósforo.

Tabela 5.13 - Quantidade de aminoácidos essenciais fornecidos pelo talo de Champignon na ração formulada e necessidade canina

<b>Aminoácido</b>	<b>Quantidade fornecida pelo talo (g/kg formulação)</b>	<b>Necessidade canina (g/kg de ração)</b>
Metionina	1,32	3,50
Cistina*	1,01	
Treonina	4,50	4,22
Valina	5,29	3,50
Isoleucina	3,75	3,23
Leucina	6,26	5,21
Histidina	2,38	1,61
Lisina	5,60	4,58
Arginina	4,76	4,49
Fenilalanina	4,28	6,46
Tirosina*	12,87	
Triptofano	-	1,35

\* Aminoácidos não essenciais, porém, contabilizados juntamente com os essenciais para determinar a necessidade canina.

Fonte: Adaptado de Brown (1989).

Na ração formulada neste trabalho, o talo de Champignon é capaz de suprir 38% da necessidade canina da combinação dos aminoácidos metionina e cistina, e

100% da necessidade dos demais aminoácidos essenciais, exceto o triptofano, por serem encontrados apenas traços deste aminoácido no cogumelo Paris. Os aminoácidos sulfurados metionina e cistina são encontrados principalmente no milho, onde aparecem em uma proporção de 0,42% (RODRIGUES et al., 2001), o equivalente a 1,26 g na formulação proposta. Somada às quantidades fornecidas pelo talo de Champignon, a formulação conta com 3,59 g/kg de metionina + cistina, suprimindo totalmente a necessidade dos cães que é de 3,50 g/kg de ração consumida. Já o triptofano é principalmente encontrado na soja, onde existe em uma proporção de 1,46% (NUNES, 2011), fornecendo 1,75 g para a formulação deste trabalho e suprimindo a necessidade dos cães de 1,35 g/kg de ração.

### **5.6 Análise de custos de ingredientes**

O custo do talo de cogumelo ao produtor de ração envolve os gastos com sua produção, secagem até a umidade de 22,1% e transporte da região produtora à indústria. Estes gastos são apresentados nas Tabelas 5.14 e 5.14, onde são considerados dois casos: o primeiro (C1) refere-se àquele em que o próprio produtor do cogumelo seca o talo do Champignon em sua propriedade e envia-o seco à indústria produtora de ração; já o segundo (C2), considera que o talo seja enviado úmido e o processo de secagem ocorra na indústria. Em ambos os casos, considera-se uma produção mensal de 0,5 t de cogumelos pelo produtor, a qual, de acordo com a porcentagem de resíduo calculada no item 5.1, origina 71 kg de talo.

Os gastos com os demais ingredientes da ração foram de R\$ 0,15 para o milho, R\$ 0,14 para a farinha de soja e R\$ 0,07 para a farinha de sorgo, calculados a partir dos custos para 60 kg, que foram cotados em R\$ 31,10, R\$ 69,27 e R\$ 23,25, respectivamente.

Tabela 5.14 – Custo do talo de Champignon

	<b>Gastos produtor (R\$)</b>	
	<b>C1</b>	<b>C2</b>
<b>Produção</b>	6,39	6,39
<b>Secagem do talo</b>	199,30	-
<b>Transporte talo</b>	30,02	200,1
<b>Custo talo</b>	235,71	206,49
<b>Custo talo (R\$/kg ração)</b>	4,04	3,53

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 5.15 – Custo de ingredientes para produção da ração

	<b>Gastos indústria (R\$)</b>	
	<b>C1</b>	<b>C2</b>
<b>Secagem do talo</b>	-	199,30
<b>Compra talo</b>	235,71	206,49
<b>Gasto demais ingredientes</b>	21,02	21,02
<b>Custo total</b>	256,73	426,81
<b>Custo (R\$/kg ração)</b>	4,39	7,31

Fonte: Elaborado pela autora.

O custo do talo foi determinado aplicando-se uma porcentagem de 10% no custo do cogumelo comercializado, que é de R\$ 0,90/kg, o que equivale a R\$ 6,39 para os 71 kg de talo produzidos durante um mês. O gasto com secagem, calculado pela equação 4.2, proposta por Filippin et al. (2018), foi determinado para a secagem de 71 kg de talo com umidade inicial de 89,21% até 22,1% de umidade, indicando um consumo de 308,84 kW.h e um custo de R\$ 199,30. Desta secagem são obtidos 23,3 kg de talo com 22,1% de umidade.

Em C1, a secagem é realizada pelo produtor do cogumelo e, portanto, o gasto com este processo é incluído no custo do talo. O transporte de 23,3 kg de material se encaixa na categoria 21-30 kg na tabela para cálculo do frete, gerando um gasto de R\$ 30,02 com transporte e totalizando um custo de R\$ 235,71 para envio à indústria de ração. Esta quantidade de talo possibilita a produção de 58,4 kg de ração com incorporação de 400 g de talo/kg. Sendo assim o custo do talo para a produção de cada kg de ração é de R\$ 4,04.

Em C2, o gasto com secagem é responsabilidade da indústria produtora de ração e, portanto, o custo do talo inclui somente gastos com produção e transporte.

Neste caso, a produção mensal não pode ser enviada de uma única vez à indústria, como em C1, pois o talo em sua umidade inicial possui vida de prateleira curta, entre 1 e 3 dias (XU et al., 2016). Em 3 dias de produção são colhidos 50 kg de cogumelo, o que corresponde a 7,11 kg de talo, que se encaixa na categoria 1-10 kg para cálculo do frete, com custo de R\$ 20,01. Ao longo do mês, este transporte será realizado por 10 vezes, totalizando um custo de R\$ 206,49. Este custo, assim como para C1, possibilita a produção de 58,4 kg de ração e o custo de talo para produção de cada kg é de R\$ 3,53.

Em relação aos gastos da indústria, em C1, eles incluem: gastos com a compra do talo e com os demais insumos da ração, totalizando um custo de R\$ 256,73 para a produção de 58,4 kg de ração, que equivale a R\$ 4,39/kg. Já em C2, além dos gastos envolvidos em C1, deve-se considerar o gasto com o processo de secagem, que será realizado na indústria, o que gera um gasto total de R\$ 426,81, o equivalente a R\$ 7,31/kg de ração.

O custo de produção em C1 é 40% inferior ao custo em C2, ou seja, a realização do processo de secagem na propriedade produtora de cogumelo origina um produto de igual qualidade e menor custo.

O custo da farinha de carne e ossos é de R\$ 1,00/kg e a Tabela 5.16 apresenta, com base neste custo e no custo do talo apresentado na tabela 5.14 para C1, os custos de ingredientes para as formulações elaboradas no item 5.4.2 (expostas na Tabela 5.8) e para uma formulação F0 onde a fonte proteica é composta por 30% de farinha de carne e ossos.

Tabela 5.16 – Custo de ingredientes para formulação contendo farinha de carne e osso e talo de Champignon como fonte proteica

	<b>F0</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>	<b>F6</b>
<b>Custo ingredientes (R\$/kg)</b>	0,66	1,57	2,02	2,48	2,93	3,39	4,39

Fonte: Elaborado pela autora.

Pode-se observar uma relação direta entre o aumento da proporção de talo incorporado na ração e o aumento de custo de ingredientes. As formulações F4 e F5, apesar de não possuírem quantidade suficiente de proteínas para a dieta de cães adultos, são as que apresentam os maiores custos. O custo de F0 é o mais baixo, correspondendo a 85% do custo da formulação produzida apenas com talo de

cogumelos. Porém, a ração proposta neste trabalho destina-se a um segmento específico do mercado, buscando atender clientes dispostos a investir em alimentos diferenciados, dentre os quais encontra-se ração com preço de venda de até R\$100,00/kg, cenário no qual o produto aqui formulado se torna competitivo. A Tabela 5.17 apresenta as quantidades médias de nutrientes encontrados em rações para cães adultos que atendem a este ramo do mercado. Nela, observa-se um teor proteico entre 23 e 25%, porém, a fonte proteica é composta por ingredientes de origem animal que, além de gerarem restrições para a comercialização internacional de rações, torna necessária a adição de aminoácidos como metionina, lisina e tirosina, os quais não necessitam ser adicionados na ração produzida a partir de talo de Champignon.

Tabela 5.17 – Nutrientes de rações das linhas Premium e Superpremium encontrados no comércio

	<b>Faixa de valores (%)</b>
<b>Umidade</b>	11-12
<b>Matéria mineral</b>	5,8-9
<b>Proteína</b>	23-25
<b>Lipídios</b>	8-12
<b>Fibras</b>	2,3-6,5
<b>Cálcio</b>	1,08-1,44
<b>Fósforo</b>	0,64-1,3
<b>Aminoácidos adicionados:</b> Lisina, metionina, tirosina	
<b>Fontes proteicas:</b> Farinha de víscera de aves, farinha de carne e osso de bovinos	

Fonte: Elaborado pela autora.

## 6 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi possível caracterizar o resíduo (talo) do Champignon de Paris como uma fonte aplicável à ração de cães e foi elaborada e produzida uma ração que tem potencial para ser produzida industrialmente. Assim, as principais conclusões foram:

- O rendimento do cultivo é considerável, obtendo-se grande volume de resíduo a partir de um único cultivo;
- O teor proteico do talo é elevado e sua composição centesimal geral é favorável à sua utilização na produção de ração para cães;
- A ração formulada com talo de Champignon de Paris em substituição às farinhas de origem animal deve conter 40% da fonte proteica para que se obtenha uma ração com 17,5% de proteínas;
- Nas formulações em que a fonte proteica é composta por talo de Champignon e farinha da carne e ossos, a combinação que fornece melhor valor nutritivo é de 20% de talo e 10% de farinha de carne e ossos, por fornecer maior quantidade de aminoácidos essenciais e teor proteico dentro do limite exigido pela legislação pertinente;
- A ração produzida a partir de uma proporção de 4:3:1,2:1,8 de talo de Champignon: grits de milho: farinha de soja: farinha de sorgo origina um produto com teor proteico acima do limite mínimo estabelecido pela legislação brasileira para alimentos destinados a cães adultos saudáveis;
- O custo da ração proposta é relativamente elevado, porém está dentro dos limites de custo para rações que atendem a um mercado específico, disposto a investir em qualidade e alimentos diferenciados.

## 7 TRABALHOS FUTUROS

Relacionam-se à continuidade deste trabalho:

- Determinação do efeito no ganho de massa e da digestibilidade da ração proposta neste trabalho a partir da alimentação de uma população selecionada de cães;
- Estudos de otimização do processo de secagem, a fim de reduzir o gasto energético e, conseqüentemente, o custo do talo de Champignon aos produtores da ração;
- Estudo de alternativas de secagem mais econômicas, como, por exemplo, o emprego de um secador solar para secagem inicial do talo e somente finalização do processo em secador de convecção forçada;
- Estudo econômico do processo de produção de ração, considerando-se todos os gastos envolvidos além dos gastos com ingredientes, determinando-se o preço de venda do produto;
- Estudo do perfil das proteínas e do comportamento dos aminoácidos em cada etapa do processamento do talo, identificando possíveis perdas de aminoácidos ao longo do processo de produção da ração.

## REFERÊNCIAS CITADAS

- ADEDOKUN, S. A.; ADEOLA, O. Apparent metabolizable energy value of meat and bone meal for white pekin ducks. **Poultry Science**, v.84, p.1539-1946, 2005.
- AIDA, F. M. N. A. et al. Mushroom as a potential source of prebiotics: a review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 20, p. 567–575, 2009.
- ANDRADE, M. C. N.; CHAVARI, J. L.; MINHONI, M. T. A.; ZIED, D. C. Crescimento micelial *in vitro* de cinco linhagens de *Agaricus bisporus* submetidas a diferentes condições de temperatura. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.32, n.1, p.69-72, 2010.
- ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, J. S.; SOUZA, G. A. De; BONA FILHO, A. **Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal: os alimentos**. 4.ed. São Paulo: Nobel, 2002. 395p.
- AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**: método oficial 925.10. 16. ed., v. 2. Gaithersburg: 1997.
- ANFALPET - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO. Institucional. Disponível em: Acesso em: nov. 2018.
- BAUER, R. et al. 2006. The simple-septate basidiomycetes: a synopsis. **Mycological Progress**, v. 5, p. 41–66, 2006.
- BELLAVER, C.; COTREFAL, G.; GRECCO, M. Soja integral: processamento e uso. **Alimentação Animal**, v.7, p.28-30, 2002.
- BERTIPAGLIA, L. M. A.; MELO, G. M. P.; SUGOHARA, A. et al. Alterações bromatológicas em soja e milho processados por extrusão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p. 2003-2010, 2008.
- BONONI, V. L. R. **Zigomicetos, Basidiomicetos e Deuteromicetos: noções básicas de taxonomia e aplicações biotecnológicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 1998.
- BONONI, V. L. R. **O cultivo de *Agaricus bisporus* no Brasil**. Anais do 1º. Simpósio Internacional sobre cogumelos, alimentação, saúde, tecnologia e meio ambiente no Brasil. Brasília: Ed. Urben, A. F.; Santos, J. K. P.; Oliveira, H. C. B.: Embrapa, agosto 2003. p. 24-31.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 9, de 9 de julho de 2003. Aprovar regulamento técnico sobre fixação de padrões de identidade e qualidade de alimentos completos e de alimentos especiais destinados a cães e gatos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 jul. 2003.
- BROWN, R. G. Protein in dog foods. **Canadian Veterinary Journal**, n. 30, 1989.
- BREENE, W. M. Nutritional and Medicinal Value of Specialty Mushrooms. **Journal of Food Protection**, v. 53, n. 10, p. 883-894, 1990.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Alimentação Animal, 2002. 430p.

CASE, L. P.; CAREY, D. P.; HIRAKAWA, D. A. et al. Canine and feline nutrition. A resource for companion animal professionals. 2ed. St. Louis: Mosby, 2000. 592p.

Censo Paulista de Produção de Cogumelos Comestíveis e Medicinais, **Pesquisa e Tecnologia**, v. 13, n. 1, 2016.

CHANG, S. T.; MILES, P. G. **Edible mushrooms and their cultivation**. CRC Press, inc Boca Raton (FL), 1989.

CHANG, S. T. Overview of mushroom cultivation and utilization as functional foods. In: PCK, C. (Ed.). **Mushrooms as functional foods**. New Jersey: John Wiley, 2008. p. 1-29.

CLAPPER, G. M.; GRIESHOP, C. M.; MERCHEN, N. R.; et al. Ileal and total tract nutrient digestibilities and fecal characteristics of dogs as affected by soybean protein inclusion in dry, extruded diets. **Journal Animal Science**, v.79, p. 1523-1532, 2001.

COSTA, J. A. **Rendimento da soja: chegamos ao máximo?** Piracicaba: POTAFOS, Informações Agronômicas, n.99, 2002.

COUTINHO, L. N. **Cultivo de Espécies de Cogumelo Comestíveis**. Disponível em <http://www.geocities.com/esabio.geo/cogumelo/agaricus.htm> . Acesso em: out. 2018.

COWARD-KELLY, G.; CHANG, V. S.; AGBOGBO, F. K. et al. Lime treatment of keratinous materials for the generation of highly digestible animal feed: 1. Chicken feathers. **Bioresource Technology**, v.97, p.1337-1343, 2006.

DIAS, E. S.; ABE, C. SCHWAN, R. F. Truths and myths about the mushroom *Agaricus blazei*. **Scientia Agricola**, v.61, p.545-549, 2004.

DOZIER, W. A.; DALE, N. M.; DOVE, C. R. Nutrient composition of feed-grade and pet-food-grade poultry by-product meal. **Journal of Applied Poultry Research**, v.12, p.526-530, 2003.

EYNG, C. et al. Composição química e aminoacídica e coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de farinhas de penas e sangue determinados em galos cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 1, p. 80-85, 2010.

FAOSTAT: Food and agriculture organization of the United Nations, 2013. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home> . Acesso em: jul. 2018.

FIGUEIREDO, V. R.; DIAS, E. S. Cultivo do champignon em função da temperatura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n.2, p. 241-246, 2014.

FILIPPIN, A. P. et al. Thermal intermittent drying of apples and its effects on energy consumption. **Drying Technology**, v. 36, n. 14, p. 1662-1677, 2018.

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, 2007.

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

GRIFFIN, R. W. Palatability testing: Parameters and analyses that influence test conclusions. In: KVAMME, J.L.; PHILLIPS, T.D. **Petfood technology**. Illinois Mt Morris, 2003, p.187-193.

GUEDES, P. P. et al. Correlation between the pattern volatiles and the overall aroma of wild edible mushrooms, **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 56, n. 5, p. 1704–1712, 2008.

HIBBETT, D. S. et al. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. **Mycological Research**, v. 111, p. 509-547, 2007.

IBGE, Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013. Disponível em: <https://paises.ibge.gov.br/#/pt> . Acesso em: ago. 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3.ed., v. 1. São Paulo: O Instituto Adolfo Lutz, 1985. 533 p.

JAMES, T. Y. et al. Reconstructing the early evolution of the fungi using a six gene phylogeny. **Nature**, v. 443, p. 818–822, 2006.

JEONG, S. C. et al. White button mushroom (*Agaricus bisporus*) lowers blood glucose and cholesterol levels in diabetic and hypercholesterolemic rats. **Nutrition Research**, Penrith South, v. 30, p. 49-56, 2010.

JESUS, J. P. F. **Desenvolvimento de cinco linhagens de *Agaricus bisporus* Lange (Imbach) (“Champignon de Paris”) em diferentes formulações de composto e meio de cultura**, 2011, 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu, 2011.

KAWAUCHI, I. M. **Valor nutricional e parâmetros de qualidade de subprodutos de origem animal para cães**, 2012, 100f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Jaboticabal. Jaboticabal, 2012.

KIRK, P. M., CANON, P. F., MINTER, D. W.; STALPERS, J. A. **Dictionary of the fungi**. CAB International, Wallingford, 2008.

LANKHORST, C.; TRAN, Q. D.; HAVENAAR, R.; HENDRIKS, W. H.; VAN DER POEL, A. F. B. The effect of extrusion on the nutritional value of canine diets as assessed by in vitro indicators. **Animal Feed Science and Technology**, v. 138, p.285-297, 2007.

LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROEM, M. Transformation of vegetable waste into added products practical implementations. **Bioresource Technology**, Bona, v. 87, n. 2, p. 167-198, 2003.

LIMA, M. R. **Nutrição de monogástricos**, 2004, 181f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2004.

LIMA, M. G. de S.; MENDES, C. R.; BERVALD, C. M. P. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja transgênica submetidas ao clomazone. **Conferências y Resúmenes de Trabajos Presentados do XIX Seminário Panamericano de Semillas**. Assunção – Paraguai. p.234, 2004.

LUCCHIN, M.; BARCACCIA G.; PARRINI, P. Characterization of a flint maize (*Zea mays* L. convar. *mays*) Italian landrace: I. Morpho-phenological and agronomic traits. **Genetic Resources and Crop Evolution**. n.50, p.315–327, 2003.

MATTILA, P. Basic Composition and Amino Acid Contents of Mushrooms Cultivated in Finland. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 6419-6422, 2002.

MENDES, W. S.; SILVA, I. J; FONTES, D. O. et al. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 2, p.207-213, 2004.

MURRAY, S. M.; FLICKINGER, E. A.; PATIL, A. R. In vitro fermentation characteristics of native and processed cereal grains and potato starch using ileal chyme from dogs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.79, p.435-444, 2001.

NUNES, R. V.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. et al. Composição bromatológica, energia metabolizável e equações de predição da energia do grão e de subprodutos do trigo para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.785-793, 2001.

NUNES, R. M. **Avaliação da qualidade proteica de diferentes cultivares de soja e farinha mista de soja e milho e análise proteômica da soja**, 2011, 50f. Tese (Doutorado em Biologia Celular Estrutural) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2011.

PAES, M. C. D.; BICUDO, M. H. (1995). Nutritional perspectives of Quality Protein Maize. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON QUALITY PROTEIN MAIZE, 1995, Sete Lagoas. **Quality Protein Maize: 1964-1994: proceedings**. [West Lafayette]: Purdue University, 1997. p. 65-78. Editado por Brian A. Larkins, Edwin T. Mertz.

PARDO, A.; JUAN, J. A.; PARDO, J. E. Chemical composition and nutritional value of cultivated mushroom, *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach. **Alimentacion Equipos y Tecnologia**, Barcelona, v. 20 n. 157, p. 115-117, 2001.

PAULI, P. A. **Avaliação da composição química, compostos bioativos e atividade antioxidante em cogumelos comestíveis**, 2010, 73 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, UNESP. Araraquara, 2010.

RAVINDRAN, V.; HENDRIKS, W.H.; CAMDEN, B.J. et al. Amino acid digestibility of meat and bone meals for broiler chickens. Australian **Journal of Agricultural Research**, v.53, n.11, p.1257-1264, 2002.

RODRIGUES, P. B. et al. Aminoácidos digestíveis verdadeiros do milheto, do milho e subprodutos do milho, determinados com galos adultos cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 2046-2058, 2001.

ROYSE, D. J. **A global perspective on the high five: Agaricus, Pleurotus, Lentinula, Auricularia & Flammulina**. Paper presented at the proceedings of the 8th international conference on mushroom biology and mushroom products (ICMBMP8).

SANTAN, C. R. B. **As vantagens competitivas do cultivo do Champignon no Paraná**. 2014. 30 f. Especialização em Projetos Empresariais – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2014.

SILVA, L. C. **Determinação da composição química e de compostos bioativos em cogumelos comestíveis**. 2013. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2013.

SINHORINI, M. R. **Processo de produção de farinha de penas hidrolisadas: estudos de otimização do teor proteico e do valor de digestibilidade da proteína**, 2013, 105f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2013.

WANI, B. A.; BODHA, R. H.; WANI, A. H. Nutritional and medicinal importance of mushrooms. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 4, n. 24, p. 2598-2604, 2010.

WANISKA, R. D.; POE, R. D.; BANDYOPADHYAY, R. Effects of growth conditions on grain molding and phenols in sorghum caryopsis. **Journal of Cereal Science**, v. 10, p. 217-225, 1989.

WOODGATE, S. L. **Animal by-product use in foods for companion animals: the European rendering industry – a critical review**. 2007. Disponível em: [http://en.engormix.com/MA-pets/articles/animal-byproduct-use-foods\\_427.htm](http://en.engormix.com/MA-pets/articles/animal-byproduct-use-foods_427.htm) . Acesso em dez. 2018.

XU, Y.; TIAN, Y.; MA, R., et al. Effect of plasma activated water on the postharvest quality of button mushrooms, *Agaricus bisporus*. **Food Chemistry**, v. 15, n. 197, p. 436-444, 2015.