



INSTITUTO  
SUPERIOR DE  
AGRONOMIA  
*Universidade de Lisboa*

**Vitor Hahn Monteiro Lufchitz**

Tecnólogo em Gastronomia

***Snack cracker* enriquecido com farinha de shiitake:  
desenvolvimento e caracterização de um novo alimento  
funcional**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre  
em Ciências Gastronómicas

Orientador: Doutora Catarina Paula Guerra Geoffroy Prista,  
Professor Auxiliar, Instituto Superior de Agronomia (ISA).

Co-orientador: Doutora Anabela Cristina da Silva Naret Moreira  
Raymundo,  
Professora Auxiliar com Agregação, Instituto Superior de Agronomia  
(ISA).

Júri:

Presidente: Doutora Maria Paulina Estorninho Neves da Mata,  
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT NOVA),

Arguente: Doutora Marisa Andreia Viegas Ventura dos Santos,  
Professora Auxiliar, Instituto Superior de Agronomia (ISA),

Vogal: Doutora Anabela Cristina da Silva Naret Moreira Raymundo,  
Professora Auxiliar com Agregação, Instituto Superior de Agronomia (ISA).



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Novembro 2020**





INSTITUTO  
SUPERIOR DE  
AGRONOMIA  
*Universidade de Lisboa*

**Vitor Hahn Monteiro Lufchitz**

Tecnólogo em Gastronomia

***Snack cracker* enriquecido com farinha de  
shiitake: desenvolvimento e caracterização de um novo  
alimento funcional**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre  
em Ciências Gastronómicas

Orientador: Doutora Catarina Paula Guerra Geoffroy Prista,  
Professor Auxiliar, Instituto Superior de Agronomia (ISA).

Co-orientador: Doutora Anabela Cristina da Silva Naret Moreira  
Raymundo,  
Professora Auxiliar com Agregação, Instituto Superior de Agronomia  
(ISA).



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Novembro 2020**

***Snack cracker* enriquecido com farinha de shiitake: desenvolvimento e caracterização de um novo alimento funcional**

Copyright © Vitor Hahn Monteiro Lufchitz, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

## **POEMA**

*A minha vida é o mar o abril a rua  
O meu interior é uma atenção voltada para fora  
O meu viver escuta  
A frase que de coisa em coisa silabada  
Grava no espaço e no tempo a sua escrita*

*Não trago Deus em mim mas no mundo o procuro  
Sabendo que o real o mostrará*

*Não tenho explicações  
Olho e confronto  
E por método é nu meu pensamento*

*A terra o sol o vento o mar  
São a minha biografia e são meu rosto*

*Por isso não me peçam cartão de identidade  
Pois nenhum outro senão o mundo tenho  
Não me peçam opiniões nem entrevistas  
Não me perguntem datas nem moradas  
De tudo quanto vejo me acrescento*

*[...]*

**Sophia de Mello Breyner Andresen**

*Dedico este trabalho aos meus  
eternos amores, à minha família.*



## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria, primeiramente, de agradecer carinhosamente à coordenadora Paulina Mata a oportunidade de estar presente no Mestrado em Ciências Gastronômicas. O entusiasmo que nutre pela gastronomia é contagiante e motivador e a sua curiosidade pelas mais recentes tendências do setor desperta a vontade do conhecimento.

À professora e orientadora Catarina Prista, por contribuir com o meu trabalho de pesquisa, compartilhando seu amplo conhecimento no campo da micologia, sobretudo, do universo peculiar dos cogumelos. Agradeço também, a sua forma leve e divertida de ensinar, que certamente me fará um melhor profissional no futuro.

À professora e co-orientadora, Anabela Raymundo, toda a minha admiração pelo seu trabalho no campo da reologia. Agradeço a generosidade de compartilhar o conhecimento de forma tão carismática e gentil. Nossas aulas sempre foram experiências de grande enriquecimento profissional. Espero que a presente tese possa ter atendido às suas expectativas e ter retribuído um pouco daquilo que foi ensinado, contribuindo com algo de novo para a Ciência dos Alimentos.

À minha família – eternos amores – por sempre acreditar nos meus sonhos e apoiar as minhas decisões, por mais difíceis que fossem. Agradeço todo o suporte e o carinho recebido ao longo deste caminho. Apesar da distância física e da saudade, sempre estiveram onipresentes nos meus pensamentos. Em especial, à minha mãe Magali, minha conselheira e amiga, faltam-me palavras para escrever o quanto sou grato por tudo que sou hoje.

À minha esposa Raquel por me acompanhar nesta aventura, sempre com bom humor e alegria no coração, lembrando-me de que não precisamos de muito para sermos felizes. Sigamos juntos na certeza de que o sentimento de respeito e carinho que cultivamos ainda nos levará muito longe.

Aos amigos – a minha segunda família – Rodolfo Guidi, Alice Búrigo, Robson Oliveira, Valdson Freitas, Fabiano Queiroga, Roberta Costa, Walei Marcolino, Francini Valentim, Juliana Pereira, Gabriela Loureiro, Carla Upiati, dentre outros, sempre dispostos a ajudar e a apoiar, além de compartilhar os melhores momentos da vida, sempre com muita alegria.



## RESUMO

As mudanças climáticas são reconhecidas como uma questão de saúde pública e seu impacto na segurança alimentar, no futuro, é uma área de grande preocupação mundial. Faz-se necessário, mudar os padrões alimentares tradicionais (de alto consumo de produtos de origem animal), em direção a uma produção e consumo maior de produtos de base vegetal (que causam menos prejuízos ao meio ambiente).

Atualmente, os consumidores demandam alimentos que providenciem benefícios à saúde com baixa caloria, alto teor de proteínas, que contenham fonte de fibras e que causam menores danos ambientais. Alinhado a estas tendências, a indústria alimentar está progressivamente lançando novos produtos de base vegetal nos mercados.

Os cogumelos são alimentos globalmente considerados como uma “maravilha gastronômica”. Além das qualidades organolépticas, os cogumelos também são de grande interesse pelas suas propriedades medicinais, alto valor nutricional e funcional. A grande maioria das pesquisas e aplicações atuais relacionadas aos cogumelos está voltada para a indústria nutracêutica e pouco se aplica na ótica da inovação gastronômica.

Neste contexto, é importante investigar as potencialidades biológicas e nutricionais do cogumelo shiitake e ainda, desenvolver técnicas para a sua utilização na gastronomia. O presente trabalho tem por objetivo desenvolver um *snack* enriquecido com farinha de shiitake e empreende esforços a fim de caracterizá-lo como um alimento funcional.

Devido à pandemia instalada neste ano de 2020, não foi possível concluir os testes laboratoriais previstos para a caracterização nutricional dos *snack crackers*. Mesmo assim, foi possível realizar uma análise sensorial como ferramenta exploratória para o desenvolvimento de formulações para o mercado consumidor.

Em relação à aplicação prática dos resultados, foram testadas 5 formulações diferentes, com variações dos níveis de farinha de shiitake incorporadas. A boa aceitação da farinha de shiitake pelo painel revela que há boas potencialidades para o desenvolvimento de novos produtos funcionais e para a inovação gastronômica.

**Palavras-chave:** *Lentinula edodes*; Shiitake; Gastronomia; Ciência dos alimentos; Novos produtos funcionais.



## **ABSTRACT**

Climate change is recognized as a public health issue and its impact on food security in the future is an area of great concern worldwide. It is necessary to change traditional food patterns (high consumption of products of animal origin), towards a greater production and consumption of plant-based products (which cause less damage to the environment).

Currently, consumers demand foods that provide health benefits with low calories, high protein content, containing source of fiber and causing less environmental damage. In line with these trends, the food industry is progressively launching new plant-based products on the markets.

In this context, mushrooms are foods considered a gastronomic marvel globally. In addition to organoleptic qualities, mushrooms are also of great interest for their medicinal properties, high nutritional and functional value. The vast majority of current research and applications related to mushrooms are aimed at the nutraceutical industry and has little application in terms of gastronomic innovation.

It is therefore necessary to investigate the biological and nutritional potential of the shiitake mushroom and also to develop techniques for its use in gastronomy. This work aims to develop a snack enriched with shiitake flour and endeavors to characterize it as a functional food.

Due to the pandemic installed this year of 2020, it was not possible to complete the laboratory tests planned for the nutritional characterization of the snack crackers. Even so, it was possible to perform a sensory analysis as an exploratory tool for the development of formulations for the consumer market.

Concerning the practical application of the results, 5 different formulations were tested, with variations in the levels of incorporated shiitake flour. The good acceptance of shiitake flour by the panel reveals that there is good potential for the development of new functional products and for gastronomic innovation.

**Keywords:** Lentinula edodes; Shiitake; Gastronomy; Food science; New functional products.



## ÍNDICE

RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE TABELAS .....	xv
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS.....	xvii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. ALIMENTO, MEIO AMBIENTE E SAÚDE .....	9
2.1 DIETAS À BASE DE PLANTAS.....	10
2.1.1 Vegetarianismo e Veganismo.....	10
2.2 NOVAS ALTERNATIVAS DE ALIMENTOS À BASE DE PLANTAS.....	11
3. ALIMENTOS FUNCIONAIS E NUTRACÊUTICOS – Alimentos com benefícios para a saúde .....	15
4. O REINO FUNGI .....	19
4.1 O QUE SÃO COGUMELOS? .....	20
4.1.1 Cogumelos comestíveis: uma breve história .....	21
4.1.2 Principais espécies cultivadas .....	22
4.1.3 Principais espécies selvagens.....	25
4.2 IMPORTÂNCIAS NUTRICIONAL E MEDICINAL DOS COGUMELOS.....	25
4.2.1 Hidratos de carbono .....	26
4.2.2 Proteínas .....	29
4.2.3 Lípidos.....	30
4.2.4 Vitaminas .....	31
4.2.5 Minerais.....	31
4.3 ARMAZENAMENTO E QUESTÕES FISIOLÓGICAS NO PÓS-COLHEITA .....	31
4.4 TÉCNICAS DE PROCESSAMENTO E CONSERVAÇÃO.....	33
4.4.1 Processamento para conservação em curto prazo .....	33
Refrigeração.....	33
Processamento mínimo.....	34
Branqueamento .....	34
4.4.2 Processamento para conservação em longo prazo.....	35
Congelamento.....	35
Enlatamento.....	35

Secagem.....	36
5. ASPECTOS COMERCIAIS DOS COGUMELOS .....	39
5.1 SUBPRODUTOS DESPERDIÇADOS DA INDÚSTRIA DE COGUMELOS .....	40
6. CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE ESTUDADA.....	41
6.1 SHIITAKE (LENTINULA EDODES) .....	41
6.2 CONSTITUINTES QUÍMICOS E COMPONENTES BIOATIVOS DE <i>L. EDODES</i> .....	42
6.2.1 Lentinano .....	45
6.3.1 Aspectos comerciais do <i>L. edodes</i> .....	45
7. MATERIAIS E MÉTODOS .....	49
7.1 MATÉRIAS-PRIMAS USADAS .....	49
7.2 PREPARAÇÃO DO SNACK CRACKER COM FARINHA DE SHIITAKE.....	49
7.2.1 Testes preliminares.....	49
7.2.2 Mistura e fermentação preliminar da esponja .....	50
7.2.3 Mistura e fermentação preliminar da massa .....	51
7.2.4 Laminação e corte preliminar da massa .....	52
7.2.5 Cozimento e refrigeração preliminar.....	53
7.2.6 Fluxograma de processamento do <i>snack cracker</i> com farinha de shiitake .....	53
7.2.7 Avaliação sensorial – seleção preliminar da formulação.....	54
7.3 DESENVOLVIMENTO DE UMA FORMULAÇÃO BASE DE SNACKS E DO RESPETIVO PROCESSAMENTO .....	55
7.3.1 Mistura e fermentação intercalar da esponja.....	56
7.3.2 Mistura e fermentação intercalar da massa .....	56
7.3.3 Laminação e corte intercalar da massa .....	56
7.3.4 Cozimento e refrigeração intercalar .....	58
7.4 ANÁLISE SENSORIAL DE <i>SNACK CRACKERS</i> COM FARINHA DE SHIITAKE.....	58
7.4.1 Aspectos gerais .....	58
7.4.2 Teste Afetivo de Aceitação.....	60
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	61
8.1 RESULTADOS PRELIMINARES .....	61
8.1.1 Observação empírica durante a amassadura.....	61
8.1.2 Observação empírica após amassadura e fermentação (6h).....	61
8.1.3 Avaliação sensorial dos testes preliminares.....	62
8.2 RESULTADOS INTERCALARES .....	62

8.3 AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE DIFERENTES NÍVEIS DE INCORPORAÇÃO DE FARINHA DE SHIITAKE NAS CARACTERÍSTICAS DOS <i>SNACKS</i> .....	63
8.4 ANÁLISE SENSORIAL DE <i>SNACK CRACKERS</i> COM FARINHA DE SHIITAKE.....	72
8.4.1 Comparação da apreciação sensorial dos <i>snacks</i> .....	72
8.4.2 Considerações Finais.....	74
8.5 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE <i>SNACK CRACKER</i> COM FARINHA DE SHIITAKE .....	74
9. CONCLUSÕES .....	77
10. BIBLIOGRAFIA.....	81
11. ANEXOS.....	93
11.1 FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL .....	93



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Pirâmide dupla, ilustrando a correlação entre os alimentos da pirâmide alimentar aconselhada e o impacto ambiental de cada tipo de alimento. ....	2
Figura 2 - Alimentação à base de plantas.....	10
Figura 3 - Hamburguer à base de plantas.....	12
Figura 4 – A busca por proteínas alternativas chega ao mercado de alimentos.....	13
Figura 5 - Exemplos do Reino Fungi.....	19
Figura 6 - Boletus edulis.....	20
Figura 7 - Principais cogumelos cultivados no mundo.....	24
Figura 8 - Estrutura (1→3) β-glucanos com ramificações β (1→6). ....	27
Figura 9 - <i>Lentinula edodes</i> ou cogumelo shiitake.....	41
Figura 10 - Estrutura química do Lentinano.....	45
Figura 11 - As massas após o processo de mistura.....	52
Figura 12 - Fluxograma do processamento de <i>snack cracker</i> .....	54
Figura 13 - Máquina de massas Area.....	57
Figura 14 - Sequência das dobras e laminação da massa do <i>cracker</i> .....	57
Figura 15 - Laminação e corte das massas.....	58
Figura 16 - Exemplos de massas após a fermentação e com a distribuição desigual entre as farinhas: (A) = A3 (10%); (B) = A4 (12,5%); (C) = A5 (15%).....	65
Figura 17 - Resultado final da formulação A1, com 5% de incorporação de farinha de shiitake	66
Figura 18- Resultado final da formulação A2, com 7,5% de incorporação de farinha de shiitake.....	67
Figura 19 - Resultado final da formulação A3, com 10% de incorporação de farinha de shiitake. ....	68
Figura 20 - Resultado final da formulação A4, com 12,5% de incorporação de farinha de shiitake.....	70
Figura 21- Resultado final da formulação A5, com 15% de incorporação de farinha de shiitake.....	71
Figura 22 - Resultados do teste de avaliação dos snacks de shiitake com diferentes níveis de incorporação: A1 = 5%, A2 = 7,5%, A3 = 10%, A4 = 12,5%, A5 = 15%.....	72
Figura 23 - Relação entre a apreciação global <i>versus</i> a intenção de compra.....	73
Figura 24 - Informação nutricional do snack cracker com 5% de incorporação de farinha de shiitake.....	75



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Principais tipos de alimentos funcionais encontrados nos mercados .....	17
Tabela 2 - Importantes polissacáridos de cogumelos de diferentes espécies e seus benefícios na saúde .....	29
Tabela 3 - Composição Aproximada e Mineral de <i>L. edodes</i> (por 100g) .....	42
Tabela 4 - Composição de Vitaminas de <i>Lentinula edodes</i> (por 100g) .....	43
Tabela 5 - Composição de Ácidos Gordos de <i>Lentinula edodes</i> (Valores em Porcentagem do Total de Gordura) .....	43
Tabela 6 - Composição de Aminoácidos de <i>Lentinula edodes</i> .....	44
Tabela 7 - Composição dos ingredientes da esponja nos testes preliminares .....	50
Tabela 8 - Formulação preliminar base do <i>snack cracker</i> .....	51
Tabela 9 - Composição da formulação preliminar do <i>snack cracker</i> restrita à mistura de farinha de shiitake .....	51
Tabela 10 – Formulação base do <i>snack cracker</i> .....	55
Tabela 11 - Composição da formulação do <i>snack cracker</i> restrita à mistura da farinha de shiitake. ....	55
Tabela 12 - Formulações selecionadas após o processamento dos <i>snacks</i> em duas etapas .....	62
Tabela 13 - Composição das formulações selecionadas nos testes preliminares .....	66
Tabela 14 - Formulação final da amostra A1, com 5% de incorporação de farinha de shiitake. 67	
Tabela 15 - Formulação final da amostra A2, com 7,5% de incorporação de farinha de shiitake. ....	68
Tabela 16 - Formulação final da amostra A3, com 10% de incorporação de farinha de shiitake. ....	69
Tabela 17 - Formulação final da amostra A4, com 12,5% de incorporação de farinha de shiitake. ....	70
Tabela 18 - Formulação final da amostra A5, com 15% de incorporação de farinha de shiitake. ....	71



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

µg	micrograma
AVC	Acidente Vascular Cerebral
CAP	Controlled Atmosphere Packaging (Embalagem em Atmosfera Controlada)
CLT	<i>Clean Label Trend</i> (Tendência de Rótulo Limpo)
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
EFSA	<i>European Food Safety Authority</i> (Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar)
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura)
FOS	Fruto-oligossacárido
g	grama
GEE	Gases de Efeito Estufa
HIV	<i>Human Immunodeficiency Virus</i> (Vírus da Imunodeficiência Humana)
i.u.	Unidades Internacionais
IMO	Isomalto-oligossacárido
Kcal	Quilocaloria
kg	kilograma
MAP	Modified Atmosphere Packaging (Embalagem em Atmosfera Modificada)
mg	miligrama
ml	mililitro
mm	milímetro
ONG	Organização não governamental
PFO	Polifenol oxidase
PSK	<i>Polyssacharide-K</i> (Polissacárido-K)
rpm	rotação por minuto

SAQ	Secagem por ar quente
SM	Secagem por microondas
SV	Secagem a vácuo
SVM	Secagem a vácuo por microondas
UR	Umidade relativa
UV	Ultravioleta
$\alpha$	alfa
$\beta$	beta
$\omega$ -3	Ômega 3
$\omega$ -6	Ômega 6

## 1. INTRODUÇÃO

Há uma crescente preocupação, a nível mundial, para mitigar os efeitos das mudanças climáticas (van Bussel et al., 2019). As mudanças climáticas são reconhecidas como uma questão de saúde pública, e seu impacto na segurança alimentar é uma importante área de preocupação (Joyce et al., 2014).

A produção e o consumo de alimentos tem impacto direto tanto na saúde humana quanto no meio ambiente (Hyland et al., 2017), onde o sistema de produção alimentar é responsável por 30% das emissões de gases causadores de efeito de estufa (GEE), além de representar 70% de todo consumo humano de água (Hoek et al., 2017). Além disso, é esperado que esses gases aumentem ainda mais no futuro (Olivier et al., 2005). O maior contribuinte para a emissão de GEEs, e consequentemente, para as alterações climáticas, são os produtos de origem animal, sobretudo, produtos de carne. Geralmente, os produtos de origem animal causam mais efeitos negativos no meio ambiente do que os produtos de origem vegetal (Garnett, 2014).

Ao mesmo tempo, estima-se que a população mundial alcance mais de nove mil milhões de pessoas em 2050 e que a demanda mundial por alimentos cresça 60%, impulsionada pelas mudanças dos padrões alimentares e pelo crescimento populacional (Alexandratos & Bruinsma, 2012). Para suprir a demanda alimentar no futuro sem causar maiores degradações e prevenir impactos severos ao meio ambiente será necessário produzir e consumir alimentos de um modo mais sustentável (van Bussel et al., 2019), isto é, tornar nossas dietas mais sustentáveis. De acordo com van Bussel et al. (2019) *apud* FAO (2010) estas dietas são definidas como: “*Diets which are nutritionally adequate, safe and healthy, while having a low environmental impact. These diets are culturally acceptable, accessible, equitable, affordable and economically fair, contributing to food and nutrition security and to healthy lifestyles for present and future generations*”.

Nesse contexto, a fim de mudar para uma dieta mais sustentável, é importante aumentar a proporção de produtos de origem vegetal em comparação a produtos de origem animal (van Bussel et al., 2019). Há diversos estudos (Boer & Aiking, 2019; Donati et al., 2016; Springmann et al., 2018) que corroboram com a ideia de que há uma sinergia entre dietas mais saudáveis e a diminuição dos impactos ambientais,

levando à noção de dietas sustentáveis para vidas mais saudáveis e ecossistemas mais saudáveis (Figura 1).



**Figura 1 - Pirâmide dupla, ilustrando a correlação entre os alimentos da pirâmide alimentar aconselhada e o impacto ambiental de cada tipo de alimento.**

[Crédito: (<https://redeambientaltaiopolis.wordpress.com/2017/06/27/piramide-alimentar-dupla/>)]

Aqueles que propõem adotar alternativas de alimentos de base vegetal insistem que esses produtos podem trazer benefícios múltiplos para a sociedade, caso eles tenham condições de competir com o sabor, preço e conveniência dos produtos de origem animal até ao final do século XXI. Entretanto, uma série de críticas colocou em questão os méritos nutricionais, agrônômicos e econômicos dessas alternativas. Uma recente revisão (Broad, 2019) concluiu que é mais provável que as alternativas aos produtos animais sejam incorporadas como reformas no sistema de produção alimentar dominante e podem não ser compatíveis com questões de soberania alimentar. No entanto, esforços ativos de diferentes setores da sociedade aliados a essas alternativas podem ser um modelo para a tecnologia de alimentos promover a sustentabilidade ambiental, a saúde nutricional e a equidade econômica.

Outra tendência mundial é o crescimento do número de consumidores que seguem uma dieta vegana e da sua influência no setor alimentício (Janssen et al., 2016).

O termo “alimento vegano” refere-se a produtos que não contenham ingredientes ou parte deles de origem animal. Para ser considerado vegano um gênero alimentício não pode ser produzido com a ajuda de animais vivos ou produtos derivados de animais (The Vegan Society,” 2020). Ser vegano significa não somente evitar alimentos de origem animal como também evitar a exploração de animais para quaisquer outros fins, ou seja, os consumidores que seguem uma dieta vegana são pessoas que recusam qualquer produto animal, i.e. não somente produtos que precisam que o animal seja abatido (carne e gelatina), mas também produtos lácteos, ovos e outros ingredientes de origem animal.

Embora os consumidores que seguem uma dieta vegana sejam uma pequena parcela da população, há razões para acreditar que a sua influência no setor alimentício e o padrão geral deste consumo irá aumentar nos próximos anos (Radnitz et al., 2015). De acordo com (Caig, 2009), a dieta vegana está a ganhar popularidade entre os jovens, principalmente jovens mulheres. Para muitos veganos, as principais escolhas para adotarem uma dieta estão em torno de questões éticas e de saúde. Dessa forma, o veganismo ganhou atenção dos investigadores nos últimos anos, embora sejam raros os estudos que são exclusivos de consumidores que seguem uma dieta vegana.

Os focos das pesquisas em veganos são diversos, estendendo-se desde normas, valores, motivos, crenças, o processo de tornar-se um vegano, até aspectos nutricionais, comportamentos saudáveis e desordens alimentares (Janssen et al., 2016).

Alimentos consumidos numa dieta vegana são diversos, mas nem sempre saudáveis. Eles podem incluir frutas, legumes, vegetais, oleaginosas, sementes, gorduras saudáveis, grãos integrais que têm propriedades benéficas para a saúde já estudadas e comprovadas. Ao mesmo tempo, cereais e grãos ricos em açúcar, sal e gorduras não saudáveis podem ser veganos. Isto levanta a questão sobre se as vantagens relacionadas com a saúde são apenas pelo fato de se evitar o consumo de produtos de origem animal ou resultam de uma preocupação generalizada pela qualidade da saúde que demanda escolhas de bons alimentos e o engajamento de outras atividades promotoras de saúde. Segundo Radnitz et al. (2015), caso a dieta vegana seja escolhida por questões de saúde e não por questões éticas, então esta escolha também é acompanhada de outros comportamentos benéficos à saúde. Além disso, o aumento substancial do número de indivíduos que segue uma dieta vegana é

impulsionado por uma maior conscientização sobre o abuso de animais e um aumento substancial na disponibilidade de substitutos de carne e laticínios.

Nesse contexto, há uma tendência crescente em direção à mudança dos padrões alimentares tradicionais das sociedades e do sistema de produção alimentar das indústrias. Isto acontece devido à melhora nos impactos ambientais gerados pela produção de alimentos, às questões de saúde pública e ao bem estar animal. (Lang, 2020). A mudança para dietas de base vegetal é mais evidente conforme os consumidores se tornam mais conscientes sobre os benefícios para a saúde e para a sustentabilidade dos sistemas alimentares e do planeta.

Alinhado com isto, muitos produtos de base vegetal estão sendo introduzidos nos mercados em alternativa aos produtos tradicionais de origem animal. Da mesma forma, evitar alergênicos é cada vez mais visto como parte de um estilo de vida saudável (Jeske et al., 2018).

Assim, não somente produtos não lácteos, mas também sem a presença de oleaginosas e de glúten estão ganhando espaço no mercado.

Em resposta a este desenvolvimento, os produtores de alimentos e a indústria estão a oferecer mais alternativas de produtos de origem vegetal e a procurar novas fontes proteicas vegetais que podem ser usadas em substituição à proteína animal (Banovic et al., 2018).

Uma dessas relativamente novas fontes proteicas é a do cogumelo shiitake (*Lentinula edodes*). O shiitake é um tipo comestível de cogumelo e tem sido parte da dieta humana e usado com propósitos medicinais por muito tempo em muitos países, principalmente em países asiáticos, como por exemplo, a China (Tian et al., 2016).

Estes cogumelos possuem alta qualidade nutricional, são deliciosos e fornecem grandes quantidades de nutrientes, existindo uma vasta literatura científica a respeito dos valores nutricionais do shiitake (Bilal et al., 2010; Jiang et al., 2015; Kalaras et al., 2017). A presença de compostos bioativos específicos fazem dos cogumelos uma valiosa fonte terapêutica devido às características imunomodulatórias e que até mesmo podem ser a cura para doenças que ameaçam a saúde humana como ataques cardíacos, hipertensão, acidente vascular cerebral (AVC) e cânceros (Wasser & Weis, 1999).

Os cogumelos também são conhecidos por apresentarem atividades antifúngicas, antiinflamatórias, anticancerígenas, antivirais, antibióticas, hepatoprotetivas, antidiabéticas e antitrombóticas (Rathore et al., 2017).

Segundo Brennan et al. (2012), comercialmente, a parte comestível dos cogumelos é o corpo de frutificação que se encontra acima do solo e essa fração é processada em uma variedade de formas (minimamente processado, enlatado, desidratado e em farinha) antes do consumo humano. Os cogumelos não processados tendem a ter um conteúdo de água elevado, entre 70g a 80g / 100g de peso. Em base de matéria seca eles formam uma rica fonte de fibras (até 80g / 100g), como também têm uma significativa quantidade de proteína (6-10g / 100g).

O shiitake, o segundo cogumelo comestível mais cultivado no mundo, é responsável por 25% de toda produção mundial e o seu cultivo tem crescido mais do que qualquer outra espécie de cogumelo (Jiang et al., 2015).

Além disso, pesquisadores descobriram que o shiitake possuem altos níveis de compostos bioativos como fenóis e polifenóis que apresentam uma vasta gama de propriedades biológicas com efeito antimicrobiano, antioxidante, anticancerígeno, antidiabético e antihipertensivo (Choi et al., 2006; Reis et al., 2012; Yu et al., 2010).

Segundo Van Ba et al. (2016), “estruturalmente, o shiitake consiste em duas partes que são o chapéu (ou píleo) e o estipe (ou pé), das quais o chapéu é usado, enquanto o estipe geralmente é descartado devido à sua textura rígida. No entanto, os pesquisadores provaram que a parte do estipe possui valor nutricional e níveis de compostos bioativos maiores do que a parte chapéu.”

Durante a produção de cogumelos frescos, as hifas e o corpo basal permanecem no substrato após a colheita dos corpos de frutificação, o que é considerado como um desperdício de produto (Brennan et al., 2012).

Uma vez que o consumo de shiitake tem crescido nos últimos anos (Reis et al., 2012), tal indica que uma quantidade considerável de estipe é desperdiçada todos os dias por produtores de cogumelos e que se torna um problema de carga ao descartá-los quando não são utilizados. Embora esse material seja tratado como um subproduto, ele é considerado seguro para o consumo humano quando separado dos compostos residuais e limpo. Portanto, essa fonte abundante disponível também pode se tornar uma oportunidade para a indústria ao diminuir os custos associados ao

descarte, assim como desenvolver novos produtos com valor agregado ricos em fibras e proteínas vegetais, além dos compostos bioativos (Brennan et al., 2012).

Hoje em dia os consumidores estão mais preocupados em relação a sua saúde e demandam alimentos que providenciam benefícios à saúde com baixa caloria, alto teor de proteína e que contenham fontes de fibras (Morales-Polanco et al., 2017)

Alinhado a isto, há também uma tendência para aumentar a ingestão de produtos mais naturais, preferencialmente àqueles alimentos que contenham substâncias sintéticas. Segundo Peschel et al. (2019) os produtores respondem a atual tendência denominada “*clean label*” aumentando a oferta de produtos de base vegetal assim como evidenciando e tornando a lista de ingredientes mais transparente e compreensível.

Há evidências que o estilo de vida moderno levou o ser humano a contrair mais doenças como pressão alta, diabetes, doenças cardiovasculares entre outras (Maheshwari et al., 2019). O consumo de cogumelos por sua vez, tem se relacionado com a prevenção e/ou diminuição de doenças não transmissíveis devido aos seus compostos bioativos como polissacarídeos ( $\beta$ -glucanos), fibras dietéticas, glicoproteínas, elementos minerais e ácidos gordos não saturados, antioxidantes como compostos fenólicos, tocoferóis, ácido ascórbico, etc.

A fabricação de produtos processados (i.e. *snacks*) requer o desenvolvimento de novos produtos conforme as preferências e necessidade dos consumidores. Sendo assim, a incorporação de compostos bioativos relacionados com os benefícios para a saúde humana, como aqueles encontrados na farinha de shiitake, pode ser uma boa oportunidade para formular novos produtos. Bolachas tipo “*cookie*” e “*crackers*” são consideradas as mais populares do segmento e se tornaram os *snacks* mais consumidos entre jovens e adultos devido ao seu baixo custo de produção, conveniência, longa vida de prateleira, e devido a sua capacidade de ser um veículo de consumo de importantes nutrientes (Morales-Polanco et al., 2017).

Embora haja uma vasta literatura (Bilal et al., 2010; Rathore et al., 2017; Zhu et al., 2015) a respeito dos aspectos nutricionais e compostos bioativos dos cogumelos, pouco existe publicado sobre suas propriedades físico-químicas básicas no contexto da gastronomia e da inovação gastronômica. Nesse contexto, a produção acadêmica está muito mais voltada para a indústria nutracêutica do que para a alimentar.

O presente trabalho tem por objetivo desenvolver e caracterizar sensorialmente um novo produto funcional, especificamente, um *snack cracker*, o qual é enriquecido com farinha de shiitake (*L. edodes*) e que apresenta potencial gastronômico na ótica do consumidor, enquadrando-se com as mais recentes tendências de consumo.

Os cogumelos estão no fim da cadeia alimentar e como tal, são decompositores de matéria orgânica que crescem na mais abundante biomolécula desta biosfera que é a celulose (Bilal et al., 2010). Sob uma perspectiva alimentar, os cogumelos representam um dos maiores recursos inexplorados de nutrição e de alimento do futuro. Eles possuem altas quantidades de proteína, que podem ser usadas para suprir a demanda de proteínas alternativas no futuro e a má nutrição. Os cogumelos como alimentos funcionais são usados como suplementos para aumentar a imunidade. Devido aos seus baixos níveis de açúcares e de colesterol, eles podem ser consumidos por pessoas que tenham diabetes e doenças cardiovasculares. Os seus polissacáridos são usados em tratamentos contra cancro e até mesmo são usados para combater vírus como o HIV. Os compostos bioativos dos cogumelos possuem propriedades antifúngicas, antibactericidas, antioxidantes e antivirais.

Assim, tendo em conta o enquadramento prévio, considerando as tremendas aplicações dos cogumelos e a sua riqueza nutricional, o presente trabalho teve por objetivo desenvolver uma formulação de *snacks* que se enquadrará na categoria de alimento funcional. Para além da qualidade nutricional desses *snacks*, pretendeu-se ainda avaliar a sua aceitabilidade pelo consumidor.

A concretização do objetivo referido passava pela caracterização nutricional dos *snacks* desenvolvidos e pela caracterização da sua textura, que é um fator crítico para a aceitação deste tipo de produto. No entanto, face à situação de pandemia verificada a partir de Março de 2020, o acesso aos laboratórios ficou muito limitado e não foi possível incluir essa dimensão do trabalho. Deste modo, optou-se pela realização de uma revisão detalhada do estado da arte, que será fundamental para dar suporte a desenvolvimentos futuros e pela validação das formulações desenvolvidas, em termos sensoriais. As componentes não realizadas serão levadas a cabo após a conclusão do Mestrado, tendo em vista consolidar os resultados a utilizar no aumento de escala de produção.

No Brasil, junto com meu irmão André, cultivamos nossos próprios cogumelos e pudemos observar que quantidades significativas das hifas e da parte basal eram desperdiçadas após a colheita dos corpos de frutificação. De acordo com Brennan et

al. (2012), este material desperdiçado pode representar mais de 20% do peso de uma colheita e contribui significativamente para aumentar o custo de produção devido aos gastos associados com o descarte. Tal facto, levou-nos a pensar numa estratégia de valorização desses subprodutos que poderia levar à redução desses gastos, bem como o desenvolvimento de produtos com valor agregado que permita abrir caminho para outras áreas de comercialização.

Os resultados a obter no presente trabalho têm potencial de vir a ser valorizados economicamente, a curto prazo, tendo um impacto positivo numa empresa específica, gerando valor em produtos alimentícios e, de uma forma geral, contribuir para a sustentabilidade ambiental, fortalecer a economia circular e desenvolver novos produtos tendo com base o reaproveitamento dos materiais no ciclo produtivo.

## **2. ALIMENTO, MEIO AMBIENTE E SAÚDE**

As atividades humanas tem um impacto complexo no sistema ambiental da terra. A produção e consumo de alimentos contribuem significativamente para esses efeitos. Por outro lado, o comportamento humano pode também ajudar a mitigá-los através de escolhas conscientes nas dietas e na seleção de produtos alimentícios (van Dooren et al., 2018).

A produção de alimentos é responsável por aproximadamente 30% das emissões de GEEs e representa 70% do uso humano de água. Além disso, o sistema alimentar é pressionado para produzir mais com menos, visto que há uma tentativa para atender as demandas alimentares de uma população em franca expansão com recursos cada vez mais limitados (principalmente terra, água, fertilizante e transporte). Em última análise, isto representa sérios riscos para a saúde e o bem-estar da população (Hoek et al., 2017).

Dietas de base vegetal são consideradas mais sustentáveis do que dietas de base animal porque utilizam muito menos recursos naturais e são menos onerosas para o meio ambiente. Dada o crescimento populacional e aumento do poder de compra, há um crescimento na demanda por produtos alimentícios de base animal. Os dados ambientais estão se acumulando rapidamente sobre a insustentabilidade das práticas atuais de consumo de alimentos em todo o mundo, com alto teor de carne e laticínios. Os recursos naturais não renováveis estão progressivamente mais escassos e a degradação ambiental está aumentando rapidamente. Com as tendências atuais de consumo de alimentos e de alterações ambientais, a segurança alimentar e a sustentabilidade alimentar estão em rota de colisão. Mudar o curso dessa colisão exigirá mudanças extremas para baixar o consumo de carnes e laticínios por grandes segmentos da população (Sabaté & Soret, 2014).

Nesse contexto, de acordo com van Bussel et al. (2019), os consumidores precisam mudar os padrões alimentares para tornar suas dietas mais sustentáveis. Para isso, é necessários aumentar a proporção de produtos de base vegetal em comparação a produtos de origem animal.

Além da sustentabilidade ambiental de dietas vegetais, alguns estudos sugerem que essas dietas são mais saudáveis comparadas a dietas de base animal. Pesquisas têm demonstrado que o consumo excessivo de produtos cárneos, especialmente de carnes processadas, está associado com infartos, diabetes e cancro

de cólon. Portanto, mudanças em direção a um consumo de uma proporção maior de produtos vegetais podem estar associadas a alguns benefícios para a saúde (van Bussel et al., 2019).

Por milênios, dietas sem carnes prosperaram em grandes segmentos da população em defesa de valores. Voltar a essas dietas parece ser razoável do ponto de vista da sustentabilidade no futuro.

As políticas em favor da adoção global de dietas à base de vegetais pode otimizar simultaneamente o fornecimento de alimentos, saúde e meio ambiente para a população mundial. A implementação dessa política de nutrição é talvez um dos caminhos mais racionais e morais para um futuro sustentável (Sabaté & Soret, 2014).

## 2.1 DIETAS À BASE DE PLANTAS

Dietas à base de produtos vegetais (Figura 2) constituem uma importante tendência alimentar nos últimos anos, tendo em conta dados recentes realizados por empresas que se dedicam à realização de estudos de mercado sobre o tema (e.g. Deloitte, Euromonitor International, Mintel).



**Figura 2 - Alimentação à base de plantas**  
[Crédito: *Trust in News* (<https://holofote.sapo.pt/>)]

### 2.1.1 Vegetarianismo e Veganismo

O vegetarianismo é um termo amplo que engloba uma gama diversa e heterogênea de práticas alimentares. A dieta vegetariana é aquela que não inclui o

consumo de carnes (incluindo de aves) ou frutos do mar, ou produtos que contenham esses alimentos e que vai de uma dieta que incorpora produtos lácteos (lacto-vegetarianismo) ou ovos (ovo-vegetarianismo) à dieta que evita qualquer tipo de carne, laticínios e alimentos que contenham ovo e, às vezes, mel (veganismo) (Cramer et al., 2017).

Segundo a The Vegan Society (2020), os consumidores que seguem uma dieta vegana são pessoas que evitam qualquer produto animal, não só produtos em que o animal tem que ser abatido (carne e gelatina), mas também laticínios, ovos ou outro ingrediente de origem animal.

Na maioria dos casos, estes indivíduos adotam também um estilo de vida correspondente. Os principais motivos em adotar um estilo de vida vegano são principalmente questões éticas, de saúde (Zamir, 2004), e seus documentados benefícios para a saúde (Caig, 2009; Key et al., 2006), porém outras razões também levam pessoas a seguir uma dieta vegana como o desgosto sensorial por carne e a influência social (Santos & Booth, 1996). De fato, embora para ser vegano basta simplesmente aderir a uma dieta vegana, um número de veganos estendeu essa filosofia para outras áreas de suas vidas e consideram o veganismo como um estilo de vida com características éticas, ambientais e espirituais específicas (Marangon et al., 2016).

Nesse contexto, há um consenso entre a ciência, indústria, governo e ONGs que aumentar a proporção de alimentos à base de plantas nas dietas terá um impacto benéfico na sustentabilidade ambiental (Siegrist et al., 2015), saúde pública (Cheskin et al., 2008; Zhang et al., 2010) e no bem-estar animal (Graça et al., 2015).

Assim sendo, espera-se que a mudança em direção a dietas à base de plantas seja cada vez maior, à medida que as pessoas se conscientizam sobre as implicações benéficas à saúde, a mitigação dos impactos ambientais causados pelo sistema alimentar e a sustentabilidade da biosfera (Jeske et al., 2018).

## **2.2 NOVAS ALTERNATIVAS DE ALIMENTOS À BASE DE PLANTAS**

Segundo um estudo realizado pela PortugalFoods (2019) os produtos alimentícios de base vegetal (Figura 3) estão a ganhar cada vez mais espaço nos mercados, na medida em que os consumidores estão progressivamente a procurar

novas alternativas aos produtos de origem animal, incluindo carnes e laticínios. Apesar de que apenas uma pequena parcela da população segue uma dieta vegana, muitos estão a adotar dietas com baixo consumo de carnes e a introduzir mais fontes de proteína de origem vegetal.



**Figura 3 - Hamburguer à base de plantas**  
[Crédito: Fazenda Futuro (<https://veganbusiness.com.br/>)]

A produção sustentável de alimentos para mais 2,3 milhares de milhões de pessoas nas próximas quatro décadas requer transição social e transformação industrial. O fornecimento de proteínas é crucial quer nutricionalmente quer ambientalmente, mas os produtos da pecuária (principal fonte de proteína nos países acidentais) têm impactos desproporcionais na perda de biodiversidade, esgotamento da água doce, mudanças climáticas e outras questões (Aiking, 2011).

Nesse contexto, o interesse em alimentos alternativos está crescendo. Impulsionadas pela necessidade de alimentar a crescente população mundial, as fontes sustentáveis e nutritivas de alimentos estão se tornando uma preocupação onipresente, tanto para empresas quanto para consumidores (Jeske et al., 2018).

A importância da escolha dos consumidores da quantidade e fonte de proteína em sua dieta também é enfatizada como uma questão primordial para um futuro mais sustentável, com um foco especial na mudança de proteína animal para proteína de fonte vegetal. Como consequência, fontes alternativas de proteína, produtos

naturalmente ricos em proteínas, alimentos e bebidas com proteína adicionada e suplementos de proteína estão entre as categorias voltadas para consumidores com foco na sustentabilidade e na saúde de crescimento mais rápido na indústria alimentar (Banovic et al., 2018).

Outra tendência intimamente ligada ao crescente interesse pela alimentação à base de plantas é a chamada tendência de rótulo limpo, do inglês “*clean label trend*” (CLT), onde os consumidores exigem ou preferem ingredientes que soem familiares e naturais, sem quaisquer associações negativas ou potencial alergênico. Em resposta a esse desenvolvimento, os produtores de alimentos estão a oferecer cada vez mais produtos à base de plantas no mercado e buscam novas proteínas vegetais (Figura 4) que possam ser usadas como um ingrediente de substituição para fontes de proteína de origem animal (Peschel et al., 2019).

Entre alguns dos produtos adicionados de proteína de base vegetal e que consumidores estariam dispostos a comprar e consumir pode-se citar: iogurtes, pães, barras protéicas, leguminosas, bebidas com proteína adicionada, queijos e produtos de pastelaria (Banovic et al., 2018).



**Figura 4 – A busca por proteínas alternativas chega ao mercado de alimentos**

(a) Salsicha tipo Bratwurst com proteína de ervilha; (b) Bebida de aveia; (c) Barra com proteína vegetal adicionada.

[Crédito: PortugalFoods]



### **3. ALIMENTOS FUNCIONAIS E NUTRACÊUTICOS – Alimentos com benefícios para a saúde**

O termo “alimento funcional” fornece uma gama de definições, que incluem “alimentos que podem fornecer benefícios para a saúde além da nutrição básica” até definições mais complexas, como “alimentos que abrangem produtos potencialmente úteis, incluindo qualquer alimento modificado ou ingrediente alimentar que pode fornecer um benefício para a saúde além do nutriente tradicional que contém” ou “alimento semelhante em aparência aos alimentos convencionais que se destina a ser consumido como parte de uma dieta normal, mas foi modificado para servir a funções fisiológicas além do fornecimento de necessidades simples de nutrientes” (Frewer et al., 2003).

No entanto, nem sempre é claro se os alimentos funcionais visam melhorar a saúde de indivíduos que sofrem de doenças específicas, ou a saúde de populações, de modo que os produtos são projetados para influenciar os males mais genéricos que afetam a sociedade.

Segundo Santana & Macedo (2019), a crescente demanda por nutracêuticos naturais e alimentos funcionais são atribuídos a benefícios para a saúde e melhoria da qualidade de vida. A palavra “nutracêutico” é derivada das palavras “nutrição” e “farmacêutica”, que é definido como qualquer substância útil para prevenir ou tratar doenças ou segundo Durazzo et al. (2020) *apud* (Daliu et al., 2018) “o fitocomplexo que é derivado a partir de um alimento de origem vegetal, e como o conjunto dos metabolitos secundários caso eles são derivados a partir de um alimento de origem animal, concentrada e administrados sob a forma farmacêutica mais adequada”.

Alguns exemplos de substâncias que tem aspectos interessantes nutricionais e nutracêuticos são os antioxidantes, as vitaminas, os ácidos gordos polinsaturados, as fibras dietéticas, os prebióticos e os probióticos (Durazzo et al., 2020). Os produtos nutracêuticos estão hoje entre os produtos farmacêuticos e os alimentos e a sua segurança e eficácia devem ser comprovadas por dados clínicos. Além disso, falta para eles um sistema regulatório compartilhado (Santini et al., 2018).

Alimentos funcionais são compostos dietéticos que proporcionam benefícios para a saúde humana devido à adição de componentes específicos, na falta, se houver, de um ou de micro ou macro nutrientes no organismo.

Nesse contexto, o principal motivo do consumidor para a compra de alimentos funcionais é o desejo crescente de usar alimentos para ajudar a prevenir doenças crônicas, como doenças cardiovasculares, doença de Alzheimer e osteoporose, ou para otimizar a saúde, por exemplo, aumentando a energia, estimulando o sistema imunológico e a geração de bem estar (Khan et al., 2013).

A literatura existente propõe diferentes classificações de alimentos funcionais. Do ponto de vista do produto, Kotilainen et al. (2006) e Spence (2006) propuseram a seguinte classificação:

- Alimentos fortificados com nutrientes adicionais (produtos fortificados rotulados), como sucos de frutas fortificados com vitamina C, vitamina E, ácido fólico, zinco e cálcio;
- Alimentos com novos nutrientes ou componentes adicionais normalmente não encontrados em um alimento específico (produtos enriquecidos rotulados), como probióticos ou prebióticos;
- Alimentos dos quais um componente prejudicial foi removido, reduzido ou substituído por outro com efeitos benéficos (produtos alterados rotulados), por exemplo, fibras como liberadores de gordura em carne ou gelados;
- Alimentos em que um dos componentes foi naturalmente melhorado (produtos melhorados rotulados), por exemplo, ovos com maior teor de ômega-3 ( $\omega$ -3).

De acordo com a classificação alternativa com base no objetivo de alimentos funcionais, eles podem ser classificados da seguinte forma (por exemplo, segundo Bigliardi & Galati (2013) *apud* Makinen-Aakula, (2006):

- Alimentos funcionais que adicionam bem-estar à vida ou melhoram a vida das crianças, como prebióticos e probióticos;
- Alimentos funcionais que reduzem um problema de risco à saúde existente, como colesterol alto ou tensão alta;
- Alimentos funcionais que tornam a vida mais fácil, como sem lactose.

Independentemente da classificação adotada, é possível listar as principais categorias de alimentos funcionais conforme a Tabela 1.

**Tabela 1 - Principais tipos de alimentos funcionais encontrados nos mercados**

[Adaptado de: (Bigliardi & Galati, 2013)].

<b>Tipo de alimento funcional e definição</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Exemplo</b>
<b>Probióticos</b> "microrganismos vivos, uma vez que são consumidos em quantidades adequadas, conferem um benefício à saúde do hospedeiro" (Martín & Langella, 2019).	Influência na saúde humana, incluindo influência na saúde gastrointestinal e função imunológica.	Bactérias ácido lácticas e bifidobactérias.
<b>Prebióticos</b> "um composto não digerível que, por meio de sua metabolização por microrganismos no intestino, modula a composição e / ou atividade da microbiota intestinal, conferindo assim um efeito fisiológico benéfico ao hospedeiro" (Martín & Langella, 2019).	Para estimular o crescimento e / ou atividade de uma ou um número limitado de bactérias no cólon, melhorando assim a saúde do hospedeiro.	Fruto-oligossacárido (FOS), inulina, isomalto-oligossacárido (IMO), polidextrose, lactulose e amido resistente.
<b>Bebidas funcionais</b> "bebidas não alcoólicas fortificadas com vitaminas A, C e E ou outros ingredientes funcionais".	Para reduzir o nível de colesterol, para estimular a função antioxidante e evitar a inibição do crescimento e a deformação dos ossos.	Bebidas para baixar o colesterol, bebidas "saudáveis para os olhos" ou bebidas "saudáveis para os ossos".
<b>Cereais funcionais</b> "Cereais contendo fibra alimentar, como $\beta$ -glucano e arabinoxilano, oleosacarídeos, como galacto- e fruto-oligossacáridos e amido resistente".	Substratos fermentáveis para o crescimento de microrganismos probióticos, fontes de carboidratos não digeríveis, estimuladores do crescimento de lactobacilos e bifidobactérias presentes no cólon.	Aveia, cevada, centeio, espelta.
<b>Carne funcional</b> "carne modificada pela adição de ingredientes considerados benéficos para a saúde ou pela eliminação ou redução de componentes considerados prejudiciais".	Para reformular os perfis de ácidos gordos ou inclusão de antioxidantes, fibra alimentar ou probióticos.	Carne com controle da composição das matérias-primas e processadas.
<b>Ovos funcionais</b> "ovos com maior teor de ácido gordo ômega-3".	Para reduzir a possível formação de coágulos sanguíneos e para o controle da tensão arterial.	Ovo enriquecido com ácidos gordos ômega-3 simultaneamente com antioxidantes e outras vitaminas.

O que faz de um alimento ser funcional é a sua capacidade de fornecer algum benefício à saúde, além das suas funções nutricionais básicas (Bigliardi & Galati, 2013). Este conceito tem sido alvo de algumas críticas mais recentemente e alguns autores preferem referir-se a estes alimentos como "alimentos com benefícios diretos na saúde".

Os alimentos funcionais têm sido desenvolvidos em quase todas as categorias de alimentos, mesmo que não sejam homogeneamente distribuídos por todos os segmentos da indústria de alimentos. Como consequência, as preferências do consumidor podem variar entre os mercados. Entre todas as categorias de alimentos,

os alimentos funcionais foram lançados principalmente no segmento de laticínios, pastelaria, refrigerantes, padaria e alimentos para bebês (Bigliardi & Galati, 2013).

O consumo de cogumelos está intrinsecamente ligado ao conceito de alimentos funcionais, visto que fornecem grandes quantidades de nutrientes e possuem compostos bioativos (e.g.  $\beta$ -glucanos) que exibem atividades biológicas efetivas contra muitas das principais doenças que assolam as populações hoje em dia, como doenças cardiovasculares, diabetes, derrame cerebral e cancro (Maheshwari et al., 2019).

Assim sendo, levando-se em consideração o crescimento da busca por uma alimentação mais saudável, em diminuir (ou eliminar) o consumo de proteínas de origem animal e as questões de sustentabilidade do sistema alimentar, recorreu-se, neste trabalho, ao estudo dos cogumelos, precisamente o shiitake como alimento funcional e, sobretudo, na sua forma desidratada (em farinha) adicionada na formulação de um “*snack cracker*” saudável.

Entretanto, é preciso conhecer mais sobre esses organismos, suas potencialidades nutricionais, funcionais e nutracêuticas e, principalmente gastronômicas, de modo que nas próximas páginas, abordaremos a temática do cogumelo e no próximo capítulo apresentar o desenvolvimento do “*snack cracker*” enriquecido com a farinha de shiitake.

## 4. O REINO FUNGI

De acordo com (Sande et al., 2019) o reino Fungi compreende aproximadamente 2,2 a 3,8 milhões de espécies que crescem no solo ou são habitantes do meio marinho, distribuídos em diferentes filos com características morfológicas significativas. É um grupo de organismos eucariotas, que inclui microrganismos como as leveduras, os bolores, bem como os familiares cogumelos (Figura 5).



**Figura 5 - Exemplos do Reino Fungi**

[Crédito: Borg Queen (<https://en.wikipedia.org/>)]

Este grupo distinto de organismos está mais intimamente relacionado com animais do que com plantas. No presente, esse grupo é distinto e separado do reino dos animais, das plantas e das bactérias, baseados no conhecimento das suas características bioquímicas e genéticas (Roasio, 1998).

O reino Fungi apresenta-se em uma diversidade de formas, tamanhos e cores. *Macrofungus* (plural: *macrofungi*) é uma categoria geral utilizada para espécies que tenham uma estrutura visível a olho nu e que produzem esporos, como os cogumelos e as trufas. Essas estruturas visíveis são geralmente chamadas de “corpos de frutificação”.

## 4.1 O QUE SÃO COGUMELOS?

Os cogumelos são constituintes importantes dos produtos florestais menores e crescem na biomolécula mais abundante dessa biosfera, a celulose. Atualmente, os cogumelos são vistos como um macrofungo, o grande o suficiente para ser visto a olho nu e ser colhido à mão (Figura 6). No entanto, somente o corpo de frutificação pode ser visto, enquanto o restante do cogumelo permanece no subsolo como micélio (Wani et al., 2010).



**Figura 6 - Boletus edulis**  
[Crédito: Krzysztof Niewolny]

A morfologia característica dos cogumelos é composta basicamente do corpo de frutificação e do chapéu, suportados por uma haste (estipe); uma fina membrana, chamada volva; e o himênio, onde os esporos são formados (Shen et al., 2017). Cogumelos frescos são compostos principalmente de água (cerca de 90.0%), carboidratos (2.5%-5.8%), proteínas (2.6%-4.0%), lípidos (0.2%-0.7%) e fibras (0.6%-1.1%) (Sande et al., 2019) *apud* (Chang, 2008). Em matéria seca, os cogumelos contêm 50.0%-65.0% de carboidratos; 19.0%-35.0% de proteínas (com várias atividades biológicas e medicinais, como as lectinas) e 2.0%-6.0% de lípidos (Rathore et al., 2017).

As espécies de cogumelos podem ser divididas em três categorias dependendo da sua estratégia nutricional (Boa, 2008; Kalač, 2013):

- Saprobióticos ou saprotróficos: alimentam-se de matéria orgânica morta;
- Simbióticos ou micorriza: associação mutualística entre fungos e raízes de algumas plantas, em que há uma interação benéfica para ambas às partes;
- Patogénicos ou parasitas: crescem em uma associação não simbiótica, causando dano a outro organismo vivo.

#### 4.1.1 Cogumelos comestíveis: uma breve história

Os cogumelos selvagens têm sido coletados e consumidos por humanos há milhares de anos. Geologicamente, os cogumelos habitavam na terra mesmo antes que o homem aparecesse como evidenciado nos registros fósseis do período cretáceo. Assim, antropologicamente, há uma razoabilidade em crer que os humanos alimentavam-se de cogumelos enquanto ainda eram caçador-coletores. Os cogumelos oferecem aplicações tremendas, pois podem ser usados como alimentos e medicamentos, além da sua função ecológica (Wani et al., 2010).

Alguns registros arqueológicos revelam que espécies comestíveis de cogumelos estavam associadas com pessoas há cerca de 13.000 anos no Chile, porém é na China que o consumo de cogumelos selvagens é referido pela primeira vez de forma confiável, centenas de anos antes do nascimento de Cristo (Boa, 2008).

Cogumelos selvagens comestíveis também foram coletados na Grécia e Roma antigas e eram altamente valorizados. O cogumelo-dos- césares (*Amanita caesarea*) é um exemplo de uma antiga tradição de coleta de cogumelos selvagens que ainda existe em muitas partes da Itália, abrangendo uma vasta diversidade de espécies. As trufas (*Tuber spp.*), apesar de não serem cogumelos, também possuem uma longa tradição de consumo e importância econômica ao longo da história.

A China aparece com destaque no registro histórico inicial e posterior de cogumelos selvagens comestíveis. Durante muitos séculos, os chineses valorizaram muitas espécies, não apenas pela nutrição e sabor, mas também pelas propriedades medicinais. Esses valores e tradições permanecem fortes até hoje e são confirmados pela enorme variedade de cogumelos selvagens coletados e amplamente comercializados. A China também é o país líder exportador de cogumelos cultivados.

Sendo menos conhecidos, países como o México, a Turquia e as principais áreas da África central e do sul também possuem uma longa e notável tradição de

consumo de cogumelos selvagens comestíveis. É impressionante a lista de países onde é reportado o consumo de cogumelos selvagens comestíveis e que fornece renda para as pessoas que vivem em zonas rurais (Boa, 2008).

A humanidade tem coletado cogumelos selvagens desde a antiguidade. Milhares de anos atrás, os corpos de frutificação têm sido utilizados como uma fonte de alimento devido às características químicas, as quais são atrativas do ponto de vista nutricional. Durante os primeiros períodos civilizatórios os cogumelos foram consumidos principalmente pela sua palatabilidade e sabores únicos. Atualmente o uso de cogumelos é totalmente diferente do passado devido às inúmeras pesquisas relacionadas com a composição química desses organismos, que revelam ser eficazes no combate a doenças (Wani et al., 2010).

#### **4.1.2 Principais espécies cultivadas**

Os cogumelos são considerados uma maravilha gastronômica ao redor do mundo, especialmente pelo seu sabor singular, aroma e textura. Além das qualidades organolépticas, os cogumelos são também de grande interesse pelas suas propriedades medicinais, significância econômica, alto valor nutricional e funcional (Valverde et al., 2017).

Entretanto, não há uma distinção precisa entre os cogumelos comestíveis dos medicinais, porque muitos dos cogumelos mais comuns têm propriedades terapêuticas, enquanto que aqueles utilizados como medicinais também são comestíveis.

De vários milhares de espécies conhecidas pelo mundo, apenas 2.000 são consideradas comestíveis, das quais mais de 20 são cultivadas comercialmente e entre 4 a 5 são cultivadas em escala industrial (Wani et al., 2010) *apud* (Chang, 1990). A China é de longe o país que mais cultiva cogumelos no mundo (Kalač, 2013).

A produção de cogumelos requer condições especiais como constante umidade, baixa temperatura, ventilação, exposição à luz e composição adequada do substrato. As variações nas condições ambientais estão diretamente ligadas à morfologia e a qualidade nutricional dos cogumelos (Sande et al., 2019).

Entre as mais de 20 espécies cultivadas comercialmente, a espécie *Agaricus bisporus* (champignon, cogumelo branco, cogumelo marrom ou portobello) é a predominante, seguida por *Lentinula edodes* (frequentemente chamada pelo seu nome japonês shiitake) e por *Pleurotus* spp. (particularmente *P. ostreatus*, cogumelo ostra,

hiratake) e *Flammunila velutipes* (cogumelos de agulha de ouro, enokitake) (Kalač, 2013).

Apesar da produção mundial de cogumelos cultivados, as espécies selvagens têm importância tradicional nas dietas humanas. Portanto, o conhecimento das espécies comestíveis é necessário, uma vez que espécies não comestíveis podem ter efeitos alucinógenos e tóxicos. A morfologia macroscópica das principais espécies cultivadas é mostrada na Figura 7.



**Figura 7 - Principais cogumelos cultivados no mundo**

(a) *A. bisporus* (champignon); (b) *A. Bisporus* var. Portobello; (c) *L. edodes* (shiitake); (d) *P. djamor* (cogumelo ostra rosa); (e) *P. ostreatus* (cogumelo ostra branco); (f) *P. ostreatus* (cogumelo ostra cinza); (g) *P. eryngii* (eryngui); and (h) *F. Velutipes* (enoki).

[Adaptado de: (Sande et al., 2019)]

### 4.1.3 Principais espécies selvagens

Os cogumelos selvagens comestíveis estão se tornando mais importantes devido as suas características nutricionais, sensoriais e especialmente, farmacológicas (Ergönüll et al., 2013).

A ameaça representada por espécies venenosas e letais é frequentemente exagerada. Incidentes de envenenamento e mortes são poucos e distantes em comparação ao consumo regular e seguro de espécies comestíveis, entretanto as atitudes publicitárias e culturais continuam a alimentar um medo intrínseco a fungos selvagens em algumas sociedades. Isso é mais comum em países desenvolvidos e, sem dúvida, levou a crenças gerais de que o uso global de fungos selvagens comestíveis é em pequena escala e restrito a algumas áreas do planeta. No entanto, isso simplesmente não é verdade, visto que o consumo de fungos selvagens comestíveis é extensivo e intensivo, embora os padrões de uso variem (Boa, 2008).

Não obstante, o consumo de cogumelos selvagens comestíveis tem sido preferido àqueles cultivados em muitos países do centro e leste europeu. A coleta de cogumelos selvagens em florestas e regiões de pastagens é uma herança da tradição cultural e recentemente tornou-se uma atividade recreativa altamente valorizada nesses países.

Alguns dos cogumelos selvagens mais apreciados, na ótica da gastronomia, são *Amanita curtipes*, *Boletus edulis*, *Cantharellus cibarius*, *Lactarius deliciosus* e *Pleurotus ostreatus*.

## 4.2 IMPORTÂNCIAS NUTRICIONAL E MEDICINAL DOS COGUMELOS

É reconhecido e bem aceito que os cogumelos contêm uma vasta variedade de biomoléculas com propriedades nutricionais (Kalač, 2009) e medicinais (Lindequist et al., 2005). Devido a essas características, os cogumelos têm sido reconhecidos como fontes naturais para o desenvolvimento de medicamentos e de produtos nutracêuticos (Alves et al., 2012).

Muitos pesquisadores têm documentado que os cogumelos comestíveis são fontes de uma variedade de compostos nutracêuticos como polissacáridos ( $\beta$ -glucano), fibras dietéticas, terpenos, peptídeos, glicoproteínas, álcoois, minerais,

ácidos gordos não saturados, antioxidantes (compostos fenólicos), tocoferóis, ácido ascórbico, etc (Rathore et al., 2017).

A presença de compostos bioativos faz dos cogumelos uma valiosa fonte terapêutica que atua diretamente no fortalecimento do sistema imune e até na cura e prevenção de doenças fatais como doenças cardiovasculares, hipertensão, derrame cerebral e cancro. Os cogumelos também são conhecidos por exibirem atividades antibacterianas, antifúngicas, antiinflamatórias, anticancerígenas, antivirais, hepatoprotetivas, antidiabéticas, hipolipemiantes, antitrombóticas e hipotensivas (Rathore et al., 2017; Wani et al., 2010).

A investigação das atividades terapêuticas e funcionais dos cogumelos leva a acreditar que eles são a nova geração de alimentos, não somente por fornecer proteína de alta qualidade, mas também por ajudarem a combater doenças fatais como cancro, tumores e desordens do sistema nervoso. Entretanto, há um desafio enorme em trazer essa maravilha da natureza do campo à mesa, da fazenda para as cidades (Rathore et al., 2017).

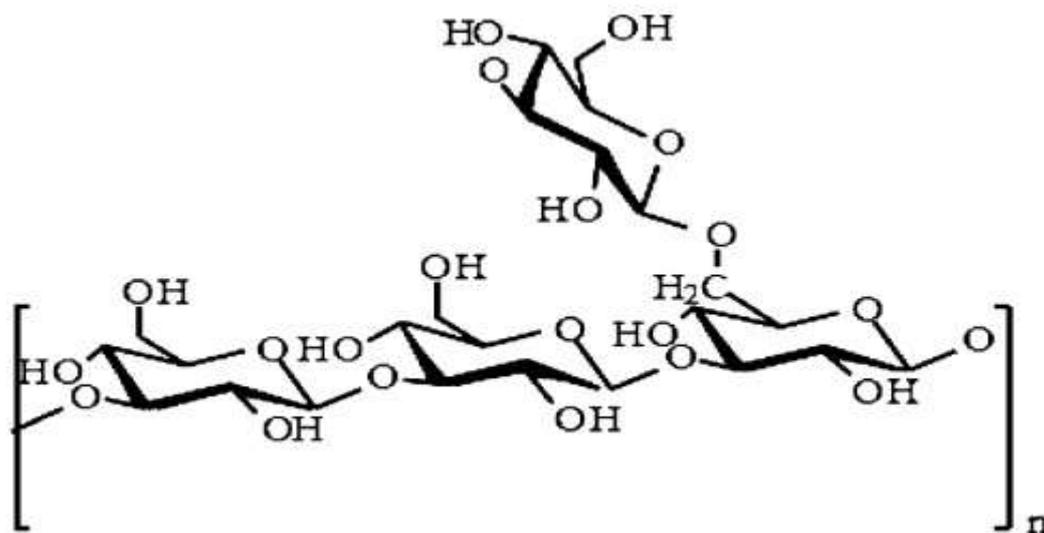
#### **4.2.1 Hidratos de carbono**

O teor de hidratos de carbono dos cogumelos é representado em maior parte nos corpos de frutificação, representando de 50 a 65% de peso em matéria seca. O manitol, também chamado de açúcar de cogumelo, constitui cerca de 80% do total de açúcares livres, visto que ele é dominante (Bilal et al., 2010).

Os cogumelos são reconhecidos como alimentos funcionais pela presença de compostos bioativos que oferecem diversos benefícios à saúde humana. Um desses potentes compostos é o  $\beta$ -glucano. A maioria dos  $\beta$ -glucanos é derivada dos corpos de frutificação dos cogumelos, os quais formam a parede celular desses organismos. Os  $\beta$ -glucanos são polissacáridos formados por monômeros de D-glucose unidos por ligações  $\beta$ -glicosídicas.

A Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar (EFSA), do inglês *European Food Safety Authority*, é um organismo da União Europeia que visa fornecer à Comissão Europeia e ao público pareceres científicos independentes sobre a segurança alimentar e os riscos no sistema alimentar. Os  $\beta$ -glucanos têm uma alegação de saúde aprovada pela EFSA e que se relaciona com a redução do colesterol. Tal biocomposto pode ser incorporado em formulações de *snacks*, como o

proposto neste trabalho e ser aproveitado pelos consumidores, a fim de promover benefícios para a saúde.



**Figura 8 - Estrutura (1→3) β-glucanos com ramificações β (1→6).**

[Adaptado de: (Laroche & Michaud, 2008)]

Os β-glucanos (Figura 8) são um tipo de fibra dietética encontrado em cereais, leveduras, cogumelos, algumas bactérias e algas. Os β-glucanos em cogumelos consistem em uma cadeia de glucose com ligações do tipo β-(1→3) e ramificações β-(1→6), os quais exibem propriedades anticancerígenas e imunomodulatórias. Glucanos de diferentes fontes têm padrões de ramificação, tipos de ligação e pesos moleculares diferentes (Laroche & Michaud, 2008).

Os cogumelos também contêm diferentes polissacáridos como quitina, hemicelulose, α- e β-glucanos, mananas, xilanos e galactanos. Quitina, um polissacárido insolúvel em água é indigerível pelo aparelho digestível humano e, portanto, atua como uma fibra dietética (Singdevsachan et al., 2016).

Enzimas digestivas secretadas por animais, principalmente em mamíferos, são incapazes de hidrolisar as ligações β-glicosídicas dos β-glucanos. Isto faz deles resistentes à hidrolise ácida no estômago e portanto, estes compostos não são digeríveis por enzimas humanas. Essa propriedade única dos cogumelos aumenta a probabilidade de serem potenciais futuros prebióticos.

Alguns dos polissacáridos encontrados em cogumelos são verdadeiramente heteroglucanos, contendo arabinose, manose, frutose, galactose, xilose, glucose e ácido glicurónico como principais componentes secundários ou em diferentes combinações. Apesar de terem a composição química diferente, a maioria dos polissacáridos pertence ao grupo dos  $\beta$ -glucanos (Singdevsachan et al., 2016).

Comparado a outras fontes de fibras como em cereais, frutas e legumes, os cogumelos ou os fungos são subutilizados. De fato, os cogumelos são uma rica fonte de fibras que têm implicações benéficas à saúde humana, incluindo a sua manutenção e a prevenção de doenças cardiovasculares, diabetes e cancro (Cheung, 2013).

Os polissacáridos dos cogumelos não são apenas importantes por serem prebióticos, mas também por apresentarem uma imensa variedade de atividades biológicas como anticancerígenas, antibióticas, antioxidantes, antivirais e imunomodulatórias. Três importantes polissacáridos foram isolados de cogumelos e transformados em medicamentos que inibem o crescimento e multiplicação de células: “Krestin” (PSK), do cultivo de micélio de Kawaratake (*Trametes versicolor*), “Lentinano” do corpo de frutificação de Shiitake (*Lentinula edodes*) e “Sonifilano” de uma cultura de Suehirotake (*Schizophyllum commune*) (Wasser, 2002).

Lentinano e Sonifilano são  $\beta$ -glucanos puros, enquanto que PSK é uma proteína ligada a um polissacárido. As atividades biológicas desses compostos estão relacionadas a propriedades anticancerígenas e imunomodulatórias, as quais potencializam as defesas naturais contra várias formas de doenças infecciosas (Singdevsachan et al., 2016).

**Tabela 2 - Importantes polissacáridos de cogumelos de diferentes espécies e seus benefícios na saúde**

[Adaptado de: (Rathore et al., 2017)]

<b>Cogumelo</b>	<b>Tipo de polissacárido</b>	<b>Benefício à saúde</b>
<i>Agaricus bisporus</i>	Heteropolissacáridos	Ativação de macrófagos
<i>Agaricus bitorquis</i>	Homopolissacáridos	Ativação de células exterminadoras naturais
<i>Agaricus blazei</i>	Complexo glucano-proteína	Ativação de linfócitos T
<i>Auricularia auricula-judae</i>	Homopolissacáridos	Atividade antiviral
<i>Boletus erythropus</i>	Homopolissacáridos	Atividade antimicrobica
<i>Calocybe indica</i>	Homopolissacáridos	Regulação de lipogênese
<i>Ganoderma lucidum</i>	Heteropolissacáridos	Indução de apoptose
<i>Geastrum saccatum</i>	Complexo glucano-proteína	Tratamento de câncer estomacal
<i>Grifola frondosa</i>	Heteropolissacáridos Grifloan	Atividade antitumoral
<i>Lentinula edodes</i>	Heteropolissacáridos Lentinano	Atividade antitumoral
<i>Phellinus linteus</i>	Homopolissacáridos	Aumenta a produção de interleucina
<i>Pleurotus eryngii</i>	Homopolissacáridos	Efeito antiproliferativo
<i>P. florida</i>	Homopolissacáridos	Inibição tumoral célula-a-célula por adesão
<i>P. ostreatus</i>	Homopolissacáridos	Aumenta a motilidade gastrointestinal
<i>Poria cocos</i>	Polissacáridos tipo $\beta$ -glucano	Tratamento de câncer de cólon
<i>Polyporus rhinocerus</i>	Polissacáridos tipo $\beta$ -glucano	Tratamento de câncer de cólon
<i>Schizophyllum commune</i>	Homopolissacáridos Schizophyllan	Atividade antitumoral
<i>Sparassis crispa</i>	Homopolissacáridos	Inibição de peroxidação lipídica
<i>Termitomyces eurhizus</i>	Homopolissacáridos	Atividade anti-idade
<i>T. microcarpus</i>	Homopolissacáridos	Atividade hepatoprotetiva

#### 4.2.2 Proteínas

As proteínas são importantes constituintes da matéria seca em cogumelos. O conteúdo, por sua vez, depende da composição do substrato, do tamanho do chapéu, do tempo de colheita e da espécie. Em termos de teor proteína bruta, os cogumelos têm menores quantidades do que as carnes, porém possuem maiores quantidades do que outros produtos alimentícios, incluindo o leite. Em matéria seca, os cogumelos normalmente contêm de 19 a 35% de proteínas, comparado a 7,3% no arroz, 12,7% no trigo, 38,1% na soja e 9,4% no milho (Wani et al., 2010).

Os cogumelos são muito úteis para pessoas que seguem uma dieta vegetariana e vegana, visto que aqueles que são ricos em proteínas possuem todos os aminoácidos essenciais e entre eles pode-se destacar o ácido glutâmico, o ácido aspártico e a arginina (Rathore et al., 2017). Além disso, no geral, eles têm um teor maior de proteínas do que outros vegetais e legumes (Bilal et al., 2010).

As proteínas com funções biológicas no trato gastrointestinal melhoram a capacidade de absorção de nutrientes, inibindo enzimas e modulando o sistema imunológico para se proteger contra potenciais patógenos. No caso dos cogumelos, as suas proteínas e peptídeos, como as lectinas, são proteínas imunomoduladoras dos cogumelos, proteínas inativadoras de ribossomos, proteínas antimicrobianas e ribonucleases que são uma parte importante dos componentes funcionais com grande valor farmacêutico. As lectinas são glicoproteínas que se ligam especificamente a carboidratos da superfície celular e exibem uma grande atividade antiproliferativa, antitumoral e imunomoduladora (Rathore et al., 2017).

#### **4.2.3 Lípidos**

O consumo de ácidos gordos, principalmente ácidos gordos insaturados de cadeias longas, é muito importante para a redução do colesterol, bem como para a regulação da fisiologia das células. Embora os ácidos gordos sejam essenciais para o metabolismo humano, em muitos casos eles não são produzidos pelo organismo, sendo a alimentação a fonte fundamental para esses nutrientes.

Nesse contexto, o consumo de cogumelos pode contribuir para a captação desses nutrientes com algumas vantagens como o baixo teor de calorias, alto teor de fibras e proteínas e abstenção de colesterol (Sande et al., 2019).

O teor de lípidos em cogumelos é baixo comparado ao teor de carboidratos e proteínas. Os lípidos presentes nos corpos de frutificação dos cogumelos são principalmente compostos por ácidos gordos insaturados (Bilal et al., 2010).

Os cogumelos são ricas fontes de ácidos linoleico e oleico. O ácido linoleico tem sido reportado por exibir efeitos anticancerígenos em quase todas as fases de desenvolvimento de câncros em animais, incluindo cancro de mama, próstata, cólon e também por reduzir o desenvolvimento de células tumorais. O ácido linoleico é um ácido gordo essencial  $\omega$ -6 e que também é precursor de um composto aromático

responsável pelo sabor dos cogumelos. Além disso, a fração lipídica dos cogumelos contém tocoferol, um importante componente antioxidante.

#### **4.2.4 Vitaminas**

Cogumelos possuem boas reservas de vitaminas, especialmente as vitaminas do complexo B e vitamina D. Curiosamente, os cogumelos são os únicos alimentos de origem não animal que contêm vitamina D (Rathore et al., 2017).

Os cogumelos cultivados são também boas fontes de vitaminas, particularmente riboflavina, niacina e folatos (Mattila et al., 2001). Eles contêm grandes quantidades de folatos, e a sua biodisponibilidade é tão boa quanto de ácido fólico. Em adição à riboflavina, niacina e folatos, os cogumelos também contêm pequenas quantidades de vitamina C e B1 e traços de vitaminas B12 e D2 (Gupta et al., 2019).

#### **4.2.5 Minerais**

Comparados com muitos vegetais, os cogumelos mostram ser boas fontes de minerais. Os principais constituintes dos minerais nos cogumelos são o potássio (K) e o fósforo (P). O conteúdo de K são especialmente alto sem comparação ao sódio (Na), o que considerado ser uma vantagem do ponto de vista nutricional.

O magnésio (Mg) representa o terceiro elemento principal (depois de K e P) encontrado nos corpos de frutificação de cogumelos. Outros minerais como ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e selênio (Se) também são encontrados em cogumelos em menores quantidades (Mattila et al., 2001).

### **4.3 ARMAZENAMENTO E QUESTÕES FISIOLÓGICAS NO PÓS-COLHEITA**

Os cogumelos representam uma das *commodities* mais perecíveis, sendo tão delicados por natureza que precisam de um tratamento pós-colheita especial. Como vários processos fisiológicos ocorrem em cogumelos recém cortados e durante o armazenamento (abertura do chapéu, alongamento do estipe, escurecimento, etc.)

que resulta em maturação e senescência, seu valor comercial e nutricional pode ser facilmente diminuído.

A taxa em que esses processos ocorrem em cogumelos durante o armazenamento é afetada por fatores como resistência da estirpe e comportamento fisiológico, temperatura ambiente e umidade relativa e a presença de microrganismos (Diamantopoulou & Philippoussis, 2015).

A característica mais importante do metabolismo do cogumelo é a alta respiração, a qual exala um constante vapor de água na superfície do cogumelo e o que resulta em perda de peso constante. Em produtos com alto teor de água (>85%), a evaporação e, conseqüentemente, a perda de peso geralmente têm efeito prejudicial sobre a qualidade e o prazo de validade, portanto a taxa de respiração do cogumelo é um índice de sua vida útil.

A deterioração dos cogumelos durante o armazenamento, associada à presença de microrganismos (principalmente bactérias e fungos), bem como enzimas, é outro aspecto de sua fisiologia que afeta fortemente a sua vida útil. As bactérias podem-se ativar (e aumentar), mesmo em condições de armazenamento refrigerado e, juntamente com a ação enzimática que ocorre nos tecidos dos cogumelos, pode causar a rápida deterioração, como escurecer os tecidos e perder firmeza. O escurecimento enzimático em muitos alimentos é causado pelo grupo de enzimas polifenol oxidase (PFO), no qual a tirosinase é composta. Embora a tirosinase seja abundante e ativa em tecidos de cogumelos, ela é incapaz de reagir em células intactas. A cor marrom de cogumelos envelhecidos é o resultado de uma sucessão de reações químicas e bioquímicas de compostos fenólicos, tirosinase e oxigênio. As altas temperaturas de armazenamento são responsáveis pelo aumento do escurecimento dos cogumelos como resultado do aumento da atividade da polifenol oxidase. O escurecimento não enzimático também é inevitável, pois os cogumelos contêm hidratos de carbono, proteínas e aminoácidos que interagem (particularmente em temperaturas acima dos 5°C) e podem resultar no escurecimento do tecido. As reações de escurecimento em frutas e vegetais constituem um problema grave na indústria alimentícia e é um dos fatores mais prejudiciais para a qualidade dos cogumelos, seguido pela perda de textura e abertura do chapéu (Diamantopoulou & Philippoussis, 2015).

## **4.4 TÉCNICAS DE PROCESSAMENTO E CONSERVAÇÃO**

Embora a maior parte dos cogumelos seja consumida fresca, a sua comercialização parece inviável para todos os pontos da cadeia de distribuição e durante todo o ano. Práticas e cuidados pós-colheita incluem armazenamento, embalagem adequada e/ou processamento mínimo de cogumelos frescos para a sua conservação em curto prazo, bem como várias técnicas de processamento para a sua preservação em longo prazo. Outro aspecto do processamento moderno de cogumelos diz respeito às técnicas que visam a agregação de valor ao produto, bem como os aspectos ambientais, como o descarte e utilização de resíduos de cogumelos fora da qualidade (Diamantopoulou & Philippoussis, 2015)

### **4.4.1 Processamento para conservação em curto prazo**

#### ***Refrigeração***

A refrigeração ainda é a tecnologia mais eficaz disponível para retardar o processo de deterioração dos cogumelos. Como a taxa de respiração dos cogumelos é três vezes maior a 10°C do que a 0°C, seu resfriamento imediato após a colheita (para 4°C - 5°C) é necessário para a rápida remoção do calor, desaceleração do metabolismo e deterioração antes do armazenamento ou transporte (Wakchaure, 2010).

Em baixas temperaturas, além de limitar a perda de peso e reter o frescor, os chapéus dos cogumelo se mantêm fechados e firmes, enquanto o escurecimento e o alongamento do estipe são desacelerados. A alta umidade relativa (UR) também é essencial, pois evita a secagem e retém o brilho do chapéu. O pré-resfriamento nesta fase é o componente chave na preservação das características de qualidade de muitos produtos frescos perecíveis, incluindo cogumelos. Isso pode ser conseguido usando ar (forçado), banco de gelo, vácuo, hidro-resfriamento e resfriamento evaporativo, dependendo da quantidade de cogumelos a serem manipulados. Após a etapa de pré-resfriamento, os cogumelos devem ser colocados em câmaras com temperatura baixa constante e o ar circulando de maneira uniforme e livre entre as embalagens de cogumelos até a venda (Diamantopoulou & Philippoussis, 2015).

### ***Processamento mínimo***

O processamento mínimo é uma nova abordagem para estender a vida útil dos cogumelos de forma mais fácil e natural do que as técnicas de processamento convencionais (por exemplo, enlatamento e secagem), com pouco efeito nas características primárias do produto. Inclui embalagem em atmosfera modificada (MAP), embalagem em atmosfera controlada (CAP), lavagem, uso de produtos químicos, branqueamento, radiação, uso de absorventes de umidade (por exemplo, sorbitol) ou revestimentos (Bernas et al., 2006; Wakchaure, 2010). Embora os tratamentos envolvendo produtos químicos sejam mais simples e provavelmente mais baratos para os processadores implementarem, do que aqueles que envolvem embalagens, as tentativas relativas à extensão da vida útil dos cogumelos pelo uso de tratamentos químicos têm ainda pouco sucesso, basicamente por causa da preferência dos consumidores em produtos livres de produtos químicos. Novos materiais e filmes em embalagens de cogumelos que substituiriam qualquer pré-tratamento químico e composto adicionado nas embalagens são, portanto, bem-vindos pelos consumidores (Diamantopoulou & Philippoussis, 2015).

### ***Branqueamento***

O branqueamento é um tratamento importante aplicado durante o processamento preliminar de cogumelos após a lavagem e antes do congelamento e enlatamento, com o uso de água quente ou vapor. O branqueamento inibe o escurecimento dos tecidos (inativação da polifenol oxidase) e a produção de *off-flavours* durante o armazenamento e descongelamento dos cogumelos congelados. No entanto, algumas características negativas do branqueamento são a extração de componentes nutritivos úteis, as mudanças indesejadas no aroma, o sabor inferior comparado aos cogumelos frescos cozidos, os danos na textura do péleo que causam notável dureza após o descongelamento e cozimento (Diamantopoulou & Philippoussis, 2015).

#### **4.4.2 Processamento para conservação em longo prazo**

Os cogumelos são consumidos principalmente no estado fresco, mas também existe um comércio mundial no processamento de cogumelos (através do congelamento, enlatamento, secagem, etc.) que altera a sua natureza e prolonga a vida de prateleira, permitindo o transporte de cogumelos processados para serem comercializados internacionalmente como uma mercadoria (Manzi et al., 2001).

##### ***Congelamento***

A congelação é um método cada vez mais popular de preservação de cogumelos que fornece estabilidade de armazenamento e permite o consumo de cogumelos durante todo o ano. Oferece também ao consumidor um produto com alto valor nutricional e atributos de qualidade. Quase todas as espécies de cogumelos podem ser consumidas como produtos congelados. O processo de congelamento de cogumelos inclui etapas de preparação semelhantes às usadas para enlatamento como limpeza de cogumelos, lavagem, corte, classificação e branqueamento (Diamantopoulou & Philippoussis, 2015).

##### ***Enlatamento***

Embora a quantidade de cogumelos frescos usados para enlatados tenha diminuído nos últimos anos, cerca de 38% deles ainda são enlatados, tendo uma participação importante no comércio mundial. Por meio do enlatamento (esterilização), os cogumelos podem ser armazenados por um período de até 2 anos com custos de armazenamento relativamente baixos. O cogumelo branco (*Agaricus bisporus*) tem sido tradicionalmente usado para enlatamento, mas outras espécies como *P. ostreatus*, *L. edodes* e *V. volvacea* e os selvagens *Cantharellus cibarius*, *Boletus edulis* e *Lactarius deliciosus* também são enlatados ou engarrafados (Bernas et al., 2006; Rajapakse, 2011).

Para produzir cogumelos em conserva de boa qualidade, eles devem ser processados o mais rápido possível após a colheita ou armazenados de 4°C a 5°C até serem processados. Enlatar (e engarrafar) é um processo estabelecido de conservar

cogumelos em salmoura, manteiga, óleo, vinagre, etc. que envolve dez operações básicas: seleção, corte, limpeza, branqueamento, enchimento, esterilização, resfriamento, rotulagem, embalagem e armazenamento (Diamantopoulou & Philippoussis, 2015).

### ***Secagem***

A secagem é o método de preservação mais antigo e, ainda assim, um dos mais importantes de vários cogumelos. É baseado no princípio de que a atividade de água de um produto é reduzida em um nível específico (normalmente menos de 10%) para que seja microbiologicamente e fisicoquimicamente estável (Krokida et al., 2003). *Pleurotus*, *Lentinula*, *Volvariella*, *Agaricus*, *Auricularia* e a maioria dos cogumelos selvagens são comercialmente secos com reidratação e retenção de sabor satisfatórias. Cogumelos desidratados também são ingredientes valiosos em uma variedade de alimentos - produtos como *snacks*, sopas instantâneas e molhos (Diamantopoulou & Philippoussis, 2015).

Os cogumelos shiitake começam a deteriorar imediatamente após a sua colheita, causando perda de nutrientes. Portanto, esses cogumelos frescos requerem métodos de preservação adequados para prolongar a sua vida de prateleira e reduzir a perda de nutrientes.

A secagem preserva efetivamente os cogumelos shiitake e prolonga sua vida útil. A secagem previne o crescimento de microorganismos deteriorantes, retarda a atividade enzimática e retarda muitas reações mediadas pela umidade (García-Segovia et al., 2011).

Além disso, as pessoas valorizam especialmente as características únicas dos cogumelos secos desde os tempos antigos. Por exemplo, cogumelos shiitake secos têm maiores quantidades de alguns nutrientes, como vitamina D2, do que cogumelos frescos (Jasinghe & Perera, 2006). Os cogumelos shiitake secos também têm um sabor umami superior, um sabor semelhante ao de carne, queijo e outros cogumelos. Esse sabor surge da quebra de proteínas em aminoácidos durante a secagem (Hiraide et al., 2004). Portanto, usar métodos de secagem ideais melhorará a qualidade dos cogumelos.

Atualmente, a secagem por ar quente (SAQ), de baixo custo e facilmente controlada, é amplamente utilizada para conservar cogumelos. Além disso, a secagem por microondas (SM) e a secagem a vácuo (SV) estão sendo aplicadas com sucesso em muitos alimentos (Chandrasekara et al., 2013). Cada método de secagem tem suas próprias vantagens e limitações. Os produtos finais obtidos a partir desses métodos podem variar em propriedades físico-químicas ou nutricionais e microestrutura (Tian et al., 2016).

A secagem por ar quente pode danificar a qualidade nutricional e a textura dos alimentos e também causar descoloração se for utilizada por um longo período de tempo. A secagem por microondas distribui a energia desigualmente, criando problemas relacionados com o aquecimento não uniforme. A secagem a vácuo é especialmente adequada para aquecer produtos sensíveis como frutas com alto teor de açúcar e alguns vegetais de alto valor (Tian et al., 2016).

A secagem a vácuo por microondas (SVM) é uma alternativa nova que combina as vantagens da SM e da SV. A SVM melhora as taxas de secagem, requer temperaturas mais baixas e fornece uma distribuição de energia mais uniforme e eficiente do que outros métodos de secagem (Wojdy et al. 2014). Além disso, a SVM pode inibir a oxidação e, portanto, preservar altamente os componentes de cor e nutrientes, incluindo vitamina A, vitamina C e tiamina (Tian et al., 2016).

Depois de secos, os cogumelos podem ser comercializados em diferentes formas (e.g. em pó, farinha) com diferentes granulometrias. Tal panorama tem implicações consideráveis em relação ao tipo de produto que se consegue obter a partir destas matérias primas e para quais fins serão utilizadas.



## 5. ASPECTOS COMERCIAIS DOS COGUMELOS

Devido à sua natureza altamente perecível, os cogumelos frescos precisam ser processados para estender a sua vida útil para uso fora da estação e também agregar valor a produtos. Isso pode ser alcançado com a adoção de tecnologias apropriadas no pós-colheita, a fim de processar os cogumelos excedentes em novos produtos de valor agregado, como preparações de alimentos (sopa em pó, pickles, molhos e *ketchup*, patê, noodles, massas, bolachas, etc), intensificadores de sabor ou como aditivos em bebidas e produtos de beleza (Rai & Arumuganathan, 2008).

Os produtos de valor agregado são atualmente necessários aos produtores de cogumelos, não só por reduzir as perdas, mas também por aumentar os lucros econômicos por agregação de valor e por impulsionar o consumo de cogumelos (Mehta et al., 2011).

Além disso, produtos nutracêuticos de cogumelos (que possuem propriedades nutricionais e/ou medicinais) são comercializados em muitos países em formas de tônicos, cápsulas ou comprimidos de suplementos dietéticos (Diamantopoulou & Philippoussis, 2015).

Os cogumelos podem ser utilizados diretamente na dieta alimentar como promotores de saúde, visto que estão neles presentes compostos bioativos como já mencionado. A maioria dos produtos nutricionais à base de cogumelos não é composta de compostos bioativos únicos, mas combinações de vários componentes individuais que, juntos, contribuem para a bioatividade geral do produto (Reis et al., 2012). Acredita-se que as combinações desses compostos bioativos tenham como alvo o sistema imunológico humano, além de auxiliar na transmissão neuronal, metabolismo, equilíbrio hormonal e transporte de nutrientes e oxigênio.

Os efeitos imunomoduladores dos cogumelos são atribuídos principalmente aos  $\beta$ -glucanos. Os  $\beta$ -glucanos são de particular interesse, uma vez que são polímeros de glicose de ocorrência natural, são oralmente ativos quando tomados como suplementos alimentares e têm um longo histórico de uso seguro (Chan et al., 2009).

Os polissacáridos de cogumelos têm chamado recentemente a atenção e não é surpreendente que várias empresas processem cogumelos medicinais em extratos, que podem ser usados na produção de alimentos saudáveis, bebidas e suplementos

dietéticos. Como resultado, o mercado de alimentos funcionais atingiu um crescimento de aproximadamente 50% a 60% nas vendas em valor em um período de 5 anos, sendo estimado em mais de 10€ mil milhões na Europa (Diamantopoulou & Philippoussis, 2015).

## **5.1 SUBPRODUTOS DESPERDIÇADOS DA INDÚSTRIA DE COGUMELOS**

A colheita de cogumelos fornece uma grande quantidade de resíduos constituídos principalmente por estipes e cogumelos de forma irregular. Dependendo do tamanho do cultivo de cogumelos, a quantidade de resíduos varia entre 20% e 30% do volume de produção (Chou et al., 2013). Isso resulta em milhares de toneladas métricas de resíduos por ano sem uso comercial adequado. Uma grande parte dos resíduos de cogumelos consiste em bases ou estipes que têm textura dura e são geralmente considerados resíduos quando os cogumelos são colhidos. Essas bases cortadas ou estipes constituem cerca de 25% a 33% do peso dos cogumelos frescos e são normalmente usados para fazer ração animal de baixo valor econômico e composto (Chou et al., 2013).

No entanto, esses resíduos do corpo frutífero, além do uso nutricional como ração animal, é uma boa fonte de fibras dietéticas insolúveis e glucanos que podem ser usados para a preparação de complexos de polissacarídeos biologicamente ativos, utilizáveis como suplementos alimentares (Synytsya et al., 2008).

Além disso, o resíduo de estipe é uma fonte potencial de quitina fúngica (quitosana) e seus derivados que podem ser usados como agentes antimicrobianos, emulsificantes, espessantes e estabilizadores na indústria de alimentos (Yen & Mau, 2007). Acresce ainda que, os resíduos subutilizados tem um alto teor de polissacarídeos que exibem atividade prebiótica e podem se tornar uma fonte importante de novos prebióticos (Chou et al., 2013; Synytsya et al., 2008).

## 6. CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE ESTUDADA

### 6.1 SHIITAKE (*LENTINULA EDODES*)

*L. edodes* (Figura 9) pertence ao reino Fungi, filo Basidiomycota, classe Basidiomycetes, ordem Agaricales, família Agaricaceae, gênero *Lentinula* e espécie *Lentinula edodes*.



**Figura 9 - *Lentinula edodes* ou cogumelo shiitake**

[Adaptado de: (Valverde et al., 2017)]

Produz basidiósporos, que são as unidades de reprodução sexuada desse fungo. Os corpos de frutificação contêm as estruturas produtoras de basidiósporos, basídios. Uma vez que os basidiósporos tenham sido liberados e as condições sejam favoráveis, eles germinam para formar hifas, posteriormente dividida por septos. As hifas continuam a crescer por extensão na ponta e ramificam-se para formar filamentos de hifas em uma rede complexa, o micélio, que é a parte vegetativa do fungo. O micélio é responsável pela captura de nutrientes para o crescimento e geralmente está oculto no subsolo ou no material orgânico em decomposição (Bisen et al., 2010).

*Lentinula edodes* é um basiodiomyceta que deteriora a madeira, de uma grande variedade de árvores decíduas. A distribuição geográfica do shiitake na natureza se estende além do nordeste da Ásia, mas os limites exatos são incertos. O intervalo mínimo, com base em relatórios confiáveis e bem documentados, estende-se do norte do Japão até o sul e leste da Tasmânia e Nova Zelândia e até o oeste das regiões do Himalaia no Butão, Nepal e Índia (Bisen et al., 2010).

Pegler (1983) correlacionou diferenças morfológicas com distribuição geográfica para reconhecer três espécies de shiitake: *Lentinula edodes* na Ásia,

*Lentinula lateritia* no sudeste da Ásia e Australásia e *Lentinula novaezelandiae* na Nova Zelândia. Isolados de shiitake do Japão, Papua Nova Guiné, Bornéu, Nepal e Nova Zelândia mostraram ser compatíveis em cruzamentos de laboratório, o que levou alguns micólogos a reconhecer apenas uma espécie de shiitake: *Lentinula edodes* (Bisen et al., 2010).

## 6.2 CONSTITUINTES QUÍMICOS E COMPONENTES BIOATIVOS DE *L. EDODES*

Investigações científicas levaram ao isolamento de muitos compostos de *L. edodes* que possuem atividades benéficas à saúde (Hobbs, 2000; S. Wasser, 2002). O corpo de frutificação de *L. edodes* contém de 88-92% de água, proteína, lípidos, hidratos de carbono, e também vitaminas e minerais (Tabela 3) (Longvah & Deosthale, 1998). O shiitake é uma boa fonte de vitaminas (Tabela 4), especialmente provitamina D2 (ergosterol), que sob luz ultravioleta (UV) e calor produz calciferol (vitamina D2). Ele também contém vitaminas do complexo B, incluindo B1 (tiamina), B2 (riboflavina) e B12 (niacina) (Hobbs, 2000; Mattila et al., 2001; Mattila et al., 2002). Os ácidos gordos contam com 3.38% (Tabela 5) dos lípidos totais com uma quantidade apreciável de aminoácidos (Tabela 6) (Longvah & Deosthale, 1998).

**Tabela 3 - Composição Aproximada e Mineral de *L. edodes* (por 100g)**

[Adaptado de : (Bisen et al., 2010)]

<b>Componentes</b>	<b>Concentração por 100g</b>
Teor de umidade	4,7 g
Proteína	22,8 g
Gorduras	2,1 g
Minerais	6,0 g
Hidratos de Carbono e Fibras	64,4 g
Valor Energético (Kcal)	411
Fósforo	439 mg
Magnésio	200 mg
Cálcio	127 mg
Ferro	20,1 mg
Zinco	4,3 mg
Manganês	5,1mg
Cobre	0,9 mg
Cromo	140 µg

\* Valores expressos em base de matéria seca

**Tabela 4 - Composição de Vitaminas de *Lentinula edodes* (por 100g)**

[Adaptado de: (Bisen et al., 2010)]

Vitaminas	Concentração por 100g	
	Fresco	Seco
Tiamina	0,05 mg	+
Riboflavina	0,15 mg	+
Niacina	2,6mg	+
Ácido Ascórbico	2,1mg	-
Vitamina K	-	-
Ácido Pantoténico	-	-
Biotina	-	-
Piridoxina	-	-
Ácido Fólico	0,03 mg	-
Vitamina D	-	4000 i.u.
Pro-Vitamina D (Ergosterol)	679 µg	

**Tabela 5 - Composição de Ácidos Gordos de *Lentinula edodes* (Valores em Porcentagem do Total de Gordura)**

[Adaptado de: (Bisen et al., 2010)]

Ácido Gordo	Concentração (%)
C 16.0 Palmítico	19,2
C 18.0 Esteriático	2,7
C 20.0 Ácido Araquídico	0,4
C 18. 1 Oleico	8,3
C 18.2 Linoleico	68,8
C 18.0 Linolénico	0,6
Saturados Totais	22,3
Insaturados Totais	77,7

**Tabela 6 - Composição de Aminoácidos de *Lentinula edodes***

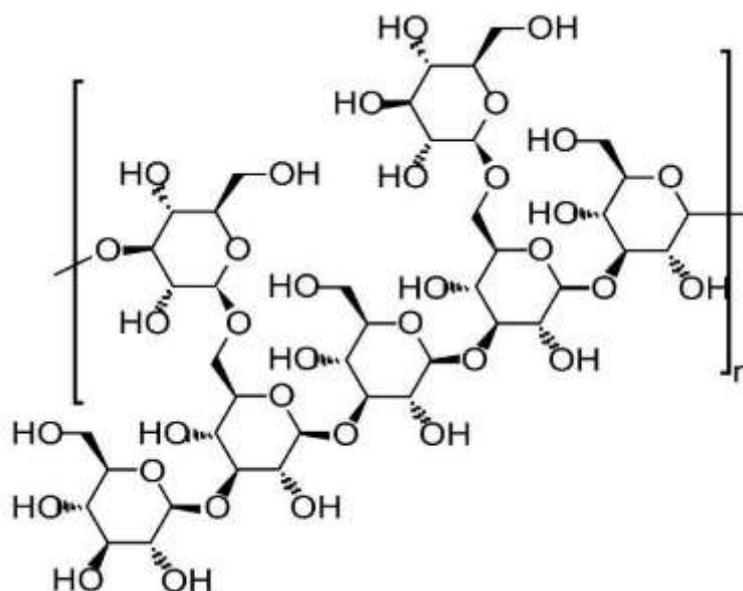
[Adaptado de: (Bisen et al., 2010)]

<b>Aminoácido</b>	<b>Concentração (Nx6,25)</b>
Treonina	3,2
Valina	6,7
Cisteína	1,4
Metionina	0,8
Isoleucina	4,9
Leucina	7,3
Tirosina	3,3
Fenilalanina	4,2
Lisina	6,4
Histidina	2,3
Arginina	8,0
Ácido Aspártico	9,9
Serina	5,3
Glutamato	12,6
Prolina	8,0
Glicina	5,1
Alanina	7,8
Aminoácidos essenciais totais	38,2
Aminoácidos totais	97,2
% Aminoácidos essenciais	39
Pontuação Química	29

Além de polissacáridos semelhantes ao glicogênio, (1-4)-, (1-6)- $\beta$ -D-glucanos e polissacáridos antitumorais, lentinano, (1-3)-, (1-6)- $\beta$ - heteroglucanos, heterogalactanos, heteromananos, xiloglucanos, etc, foram identificados. Entre os açúcares livres presentes estão trealose, glicerol, manitol, arabitol, manose e arabinose (Hobbs, 2000).

Nos cogumelos shiitake, a fibra alimentar consiste em materiais solúveis em água como os  $\beta$ -glucanos. Além disso, os componentes responsáveis pelo delicioso *flavour* são o glutamato monossódico, aminoácidos livres, peptídeos de baixo peso molecular, ácidos orgânicos e açúcares (Bisen et al., 2010).

### 6.2.1 Lentinano



**Figura 10 - Estrutura química do Lentinano**

[Adaptado de: (Bisen et al., 2010)]

Lentinano (Figura 10) é um polissacárido com alto peso molecular  $[(C_6H_{10}O_5)_n]$  extraído da parede celular do corpo de frutificação do shiitake e apresenta uma estrutura em tripla hélice, contendo apenas moléculas de glicose com, principalmente, ligações glucosídicas  $\beta$ -(1-3) na cadeia principal regularmente ramificada e ligações glucosídicas  $\beta$ -(1-6) em cadeias secundárias (S. Wasser, 2002).

### 6.3.1 Aspectos comerciais do *L. edodes*

O shiitake (*Lentinula edodes*) é o segundo cogumelo comestível mais popular no mercado global (Bisen et al., 2010). A China é o país que mais cultiva este cogumelo (70% da produção mundial), entretanto, ele tem sido usado há muito tempo como alimento e medicamento em muitos países mundo afora (Van Ba et al., 2017).

Recentemente, um número considerável de estudos demonstrou que o cogumelo é rico em nutrientes e em compostos bioativos, além de apresentar propriedades biológicas naturais (Jiang et al., 2015; Reis et al., 2012; Yu et al., 2010). São reportados por apresentar múltiplas atividades biológicas, incluindo atividades

anticancerígenas, antidiabéticas, hipotensivas, anti-inflamatórias, hipocolesterolêmicas e antioxidantes.

O shiitake é uma importante fonte nutricional pelo seu alto teor de polissacáridos (especialmente Lentinano), proteínas, lectinas, complexos polissacárido-proteína, fibras dietéticas, compostos de *flavour*, ergosterol, vitaminas B1, B2 e C, aminoácidos essenciais (especialmente lisina e leucina) e minerais (K, Mg, P, Zn, Fe e Cu) (Zhang et al., 2013).

Outros dois compostos bioativos, lectina e eritadenina, possuem aplicações terapêuticas como hemaglutinante e hipolipidemiante, respectivamente. O cogumelo shiitake é usado medicinalmente para doenças relacionadas à depressão do sistema imune (incluindo HIV), cancro, diabetes, alergias, infecções bacterianas, frequentes gripes e resfriados, inflamação bronquial e regulação da incontinência urinária (Bisen et al., 2010).

Em relação a sua estrutura, o shiitake consiste em duas partes separadas, o chapéu e o estipe, no qual o chapéu é usado enquanto que o estipe geralmente é descartado por causa da sua textura desagradável (Zhang et al., 2013). Entretanto, foi provado que o estipe contém não apenas valores nutricionais, mas também níveis de compostos bioativos (e.g., fenólicos) maiores do que a parte do chapéu (Yen et al., 2007; Zhang et al., 2013).

Adicionalmente, devido ao aumento do consumo de shiitake nos últimos anos, (Reis et al., 2012), uma quantidade considerável dos seus estipes (subprodutos) considerados como resíduos são produzidos diariamente por cultivos industriais. Esse recurso abundante pode ser utilizado para criar possibilidades e boas oportunidades para a indústria alimentícia, de modo a aumentar os lucros econômicos caso esses resíduos de cogumelos fossem utilizados de uma maneira apropriada (Van Ba et al., 2017).

O grande interesse na comercialização de *L.edodes* é devido ao seu sabor/*flavour* e às diversas aplicações medicinais. Mais de 130,000 toneladas de *L.edodes* são produzidas anualmente, das quais 45% são vendidas frescas e o restante sendo vendidas secas.

O shiitake é encontrado comercialmente em diferentes formas. Ele pode ser ingerido num tablete de açúcar, cápsula, concentrado, extrato em pó, xarope, chá, vinho e/ ou servido como um prato medicinal. Os usos medicinais para tratamento de

diversas doenças, incluindo, suporte contra HIV, cancro, fadiga, hepatite, colesterol alto, hipertensão, suporte para o sistema imune, longevidade, infecções respiratórias apontam para a importância comercial do shiitake (Bisen et al., 2010).



## **7. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **7.1 MATÉRIAS-PRIMAS USADAS**

Os cogumelos shiitake desidratados (*L. edodes*) foram obtidos num mercado local de Lisboa (Portugal). Moeram-se 200g de cogumelo desidratado usando um processador de alimentos (Bimby Thermomix TM31, França) e peneirado através de uma rede para se obter um produto com granulometria fina homogénea, o qual foi chamado de farinha de shiitake. Além da farinha de shiitake, a água, a gordura vegetal, a levedura, o extrato de malte, o bicarbonato de sódio, o sal e a lecitina de soja foram adquiridos no comércio local de Lisboa.

### **7.2 PREPARAÇÃO DO SNACK CRACKER COM FARINHA DE SHIITAKE**

#### **7.2.1 Testes preliminares**

Os ingredientes normalmente usados na formulação dos *crackers* consistem na farinha de trigo, água, fermento, gordura, açúcares, bicarbonato de sódio e sal. Podem também ser adicionados extrato de malte e suplemento enzimático. A bolacha tipo *cracker* possui uma formulação base, à qual é possível adicionar outros ingredientes que alteram as suas características organoléticas (Melo et al., 2004).

De acordo com Melo (2004), no processo de produção dos *crackers*, a maioria das transformações reológicas da massa acontecem durante as 18 horas de fermentação, que corresponde à formação de uma esponja, causadas pelas quebras de ligações químicas das proteínas que são responsáveis pela formação do glúten.

No método convencional, a mistura é feita em duas etapas: i) fase esponja e ii) fase massa. A esponja é preparada a partir da mistura de 60 a 70% da farinha de trigo, água, levedura e, alguns casos, parte da gordura. Os ingredientes da esponja devem ser misturados por tempo suficiente para distribuir homogeneamente a água e a levedura na farinha de trigo (Rodrigues et al., 2011).

As modificações físico-químicas que ocorrem, principalmente na fase da esponja, são responsáveis pelas propriedades de manuseio da massa, pelo sabor e em parte, pela textura final característica dos *crackers* (Melo et al., 2004).

Nesta etapa do trabalho, o objetivo principal foi determinar a funcionalidade e o nível de uso adequado da farinha de shiitake em uma formulação base de *cracker*. O objetivo era incluir o máximo possível da farinha de cogumelo, mantendo boas propriedades de manuseio da massa e aceitabilidade do produto final. Tendo em consideração o desconhecimento teórico-prático de como a farinha de shiitake se comportava na formulação base, procedeu-se uma série de testes (cinco no total) e observações preliminares empíricas a fim de compreender o comportamento da mesma em termos de absorção de água, consistência, textura, cor, aroma e sabor, após o processamento da receita base.

### 7.2.2 Mistura e fermentação preliminar da esponja

Todos os ingredientes foram pesados com uma balança semi-analítica (Tristar, KW-2435) e foram adicionados num recipiente apropriado, nesta ordem, a farinha de trigo, a levedura, a água e a gordura vegetal nas proporções estabelecidas pela Tabela 7.

**Tabela 7 - Composição dos ingredientes da esponja nos testes preliminares**

Ingredientes*	Esponja (%)
Farinha de trigo	65,0
Levedura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )	0,5
Água	27,0
Gordura vegetal	6,5

\* Percentagem em relação ao peso total de farinha de trigo

A mistura da esponja foi feita manualmente, até que todos os ingredientes estivessem distribuídos uniformemente, em cerca de 6 minutos. A seguir, a esponja foi transferida para outro recipiente, o qual foi (coberto com película de polietileno) e transferido para um armário a temperatura ambiente (25°C) e sem controle de umidade relativa, onde fermentou por 18 horas.

### 7.2.3 Mistura e fermentação preliminar da massa

Nesta altura, após a fermentação da esponja, adicionaram-se progressivamente as percentagens dos outros ingredientes para a formulação da massa, conforme a Tabela 8.

**Tabela 8 - Formulação preliminar base do *snack cracker***

Ingredientes*	Esponja (%)	Massa (%)
Farinha de trigo	65,0	35,0
Levedura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )	0,5	-
Água	27,0	-
Gordura vegetal	6,5	6,5
Sal	-	2,0
Bicarbonato de Sódio	-	0,45
Extrato de Malte	-	2,0
Lecitina de soja	-	0,1

\*Percentagem ao peso total de farinha de trigo

Os ingredientes da massa foram manualmente homogeneizados, por cerca de 10 minutos, a temperatura ambiente. Posteriormente ao processamento da massa e da sua divisão em partes iguais, foram adicionadas progressivamente quantidades de farinha de shiitake, de acordo com um projeto de mistura restrito a este ingrediente, resultando em cinco formulações diferentes, conforme a Tabela 9.

**Tabela 9 - Composição da formulação preliminar do *snack cracker* restrita à mistura de farinha de shiitake.**

Ingredientes (%)*	X1	X2	X3	X4	X5
Farinha de trigo	71,49	65,53	60,49	56,17	47,66
Água	13,48	12,35	11,40	10,59	8,98
Gordura vegetal	4,65	4,26	3,93	3,65	3,10
Levedura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )	0,23	0,21	0,20	0,18	0,15
Extrato de malte	0,50	0,46	0,42	0,39	0,33
Bicarbonato de sódio	0,11	0,10	0,10	0,09	0,08
Sal	0,43	0,39	0,36	0,33	0,28
Lecitina de soja	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
Farinha de shiitake	9,09	16,67	23,08	28,57	39,39

\*Em relação ao peso total da massa

A seguir, as massas foram homogeneizadas manualmente por 3 minutos e foram transferidas para recipientes individuais (cobertos com película de polietileno) (Figura11), os quais a seguir foram transferidos para um armário a temperatura ambiente e sem controle de umidade relativa, onde fermentaram por mais 6 horas.



**Figura 11 - As massas após o processo de mistura**

[Crédito: Vitor Hahn Monteiro Lufchitz]

#### **7.2.4 Laminação e corte preliminar da massa**

As massas foram laminadas manualmente com a ajuda de um rolo comum para massas, até atingirem uma espessura de cerca de 1,0mm. Finalmente, as massas foram cortadas em formato retangular e colocadas individualmente em assadeira de aço inoxidável previamente aquecida a 200°C.

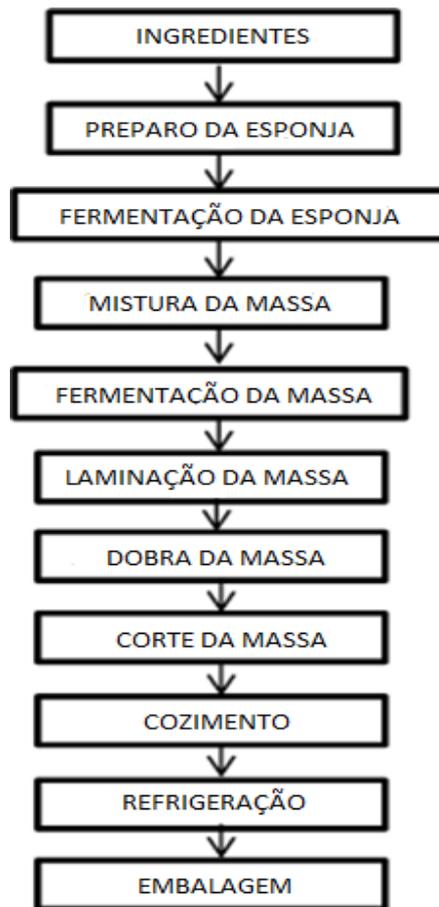
### **7.2.5 Cozimento e refrigeração preliminar**

A assadeira contendo as massas dos *crackers* cruas e cortadas foram transportadas para um forno estático a gás (Gorlic, modelo CMCB-10NH, Polônia) para serem cozidas à temperatura de 200°C, por 6,0 minutos.

Após o cozimento os *crackers* foram resfriados à temperatura ambiente por 30 minutos e embalados em sacos plásticos.

### **7.2.6 Fluxograma de processamento do *snack cracker* com farinha de shiitake**

Geralmente, nos *snack crackers*, é utilizado fermento biológico, sendo o tempo de fermentação variável em função do produto final. As características das matérias-primas, assim como do processo de produção dos *crackers* envolvem longos períodos de fermentação, necessários para se obter as mudanças reológicas responsável pelos atributos de qualidade dos *crackers*. Após a etapa de fermentação, a massa é introduzida em uma máquina de laminar e logo após, inicia-se o processo de laminação, dobra, corte, cozimento, resfriamento e empacotamento (Lima, 1998). Na Figura 12 é apresentado o fluxograma de processamento do *snack cracker* com farinha de shiitake pelo processo de esponja e massa.



**Figura 12 - Fluxograma do processamento de *snack cracker***  
[Crédito: Vitor Hahn Monteiro Lufchitz]

### **7.2.7 Avaliação sensorial – seleção preliminar da formulação**

Os dados qualitativos preliminares relativos à observação do comportamento das percentagens de farinha de shiitake adicionadas no processo de amassadura das massas não foram passíveis de análise laboratorial devido às circunstâncias da pandemia. Entretanto, pode-se analisar de forma empírica o impacto de diferentes níveis de incorporação destes dois ingredientes nas características dos *snacks* durante o seu processamento.

### 7.3 DESENVOLVIMENTO DE UMA FORMULAÇÃO BASE DE SNACKS E DO RESPECTIVO PROCESSAMENTO

O método “esponja e massa” foi utilizado para a produção do *cracker*. As etapas de processamento incluíram o preparo da esponja através da mistura de parte dos ingredientes da formulação. Após a fermentação da esponja, foi preparada a massa pela mistura da esponja fermentada com os demais ingredientes, incluindo a farinha de shiitake, a qual foi fermentada e finalmente submetida às etapas de laminação, corte, cozimento e refrigeração. No preparo da esponja e da massa do *cracker* foi usada a formulação representada na Tabela 10:

**Tabela 10 – Formulação base do *snack cracker***

Ingredientes*	Esponja (%)	Massa (%)
Farinha de trigo	65,0	35,0
Água	29,0	-
Gordura vegetal	6,5	6,5
Levedura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )	0,5	-
Extrato de malte	-	2,0
Bicarbonato de sódio	-	0,45
Sal	-	1,7
Lecitina de soja	-	0,1

\*Em relação ao peso total da farinha de trigo

A partir desta formulação se obteve uma receita base de bolacha tipo *cracker* de farinha de trigo. Posteriormente, após o processamento da massa base e da sua divisão em partes iguais, a proporção da farinha de shiitake adicionada foi variada de acordo com um projeto de mistura restrita a este componente, resultando em cinco variações de fórmulas diferentes para avaliação final (Tabela 11).

**Tabela 11 - Composição da formulação do *snack cracker* restrita à mistura da farinha de shiitake.**

Ingredientes (%)*	A1	A2	A3	A4	A5
Farinha de trigo	74,89	73,15	71,49	69,90	68,38
Água	14,12	13,79	13,48	13,18	12,89
Gordura vegetal	4,87	4,75	4,65	4,54	4,44
Levedura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )	0,24	0,24	0,23	0,23	0,22
Extrato de malte	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48
Bicarbonato de sódio	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11
Sal	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41
Lecitina de soja	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
Farinha de shiitake	4,76	6,98	9,09	11,11	13,04

\*Em relação ao peso total da massa

### **7.3.1 Mistura e fermentação intercalar da esponja**

A esponja foi preparada pesando-se os ingredientes em uma balança semi-analítica (Tristar, KW-2435) e adicionando-os no misturador (MAXIMA PLANETARY MIXER 7L, modelo MPM7-1123, Holanda), nesta ordem, a farinha de trigo, a água, a gordura e o fermento nas proporções estabelecidas na Tabela 10.

A mistura dos ingredientes da esponja foi feita a 32 rpm por 3 minutos a temperatura ambiente (25°C). A seguir a esponja foi transferida para um recipiente (coberto com película de polietileno), o qual foi transferido para uma cabine de fermentação a 25°C e umidade relativa de 90%, por 18 horas.

### **7.3.2 Mistura e fermentação intercalar da massa**

No estágio de mistura da massa foram adicionados à esponja fermentada, a gordura, a farinha de trigo, o extrato de malte, o bicarbonato de sódio, o sal, a lecitina, conforme a formulação da Tabela 10. Os ingredientes foram homogeneizados no misturador (MAXIMA PLANETARY MIXER 7L, modelo MPM7-1123, Holanda) a 64 rpm por 5 minutos, a temperatura ambiente. Logo após, dividiu-se a massa em porções iguais e adicionou-se a cada porção a quantidade de farinha de shiitake conforme a formulação da Tabela 11. Homogeneizou-se, por mais 3 minutos a 64 rpm, no mesmo misturador, cada porção da massa. As massas foram transferidas para recipientes individuais (cobertos com película de polietileno), os quais foram a seguir transferidos para a cabine de fermentação. As massas foram fermentadas a 25°C e umidade relativa de 90%, por 6 horas.

### **7.3.3 Laminação e corte intercalar da massa**

As massas dos *crackers* foram laminadas manualmente por várias passagens no cilindro (Máquina de massas Area) (Figura 13) até as folhas de massa atingir uma espessura de 2,0 mm, controlada com regulador de folga.

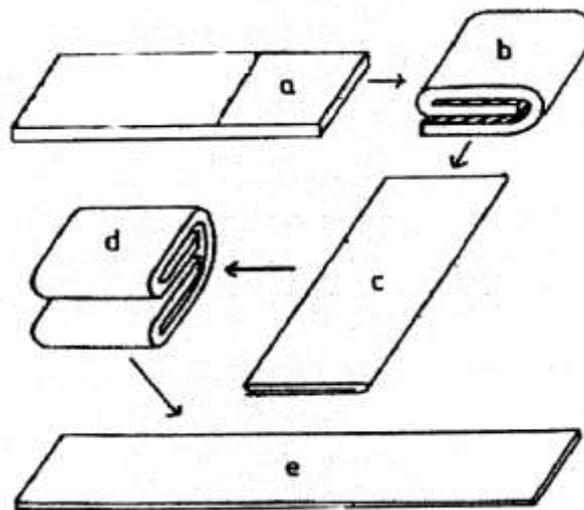
A seguir iniciou-se o processo de dobra seguido de redução da espessura das folhas usando o cilindro. A espessura inicial de 2,0 mm foi reduzida gradativamente até atingir 0,6 mm, conforme indicado na Figura 14.

Cada etapa do processo de dobra foi realizada duas vezes, o que totalizou 12 passagens pelo cilindro.



**Figura 13 - Máquina de massas Area**

[Crédito: [www.cesar-castro.pt](http://www.cesar-castro.pt)]



**Figura 14 - Sequência das dobras e laminação da massa do *cracker***

[Adaptado de: (Wade, 1972)]

As massas finalmente foram cortadas em formato retangular e colocadas em assadeiras de aço inoxidável, previamente aquecidas no forno a 250°C (Figura 15).



**Figura 15 - Laminação e corte das massas**

[Crédito: Vitor Hahn Monteiro Lufchitz]

#### **7.3.4 Cozimento e refrigeração intercalar**

As assadeiras contendo as massas dos *crackers* cruas e cortadas foram transportadas para forno convector (Magnus, modelo CH06.1 EM) para serem cozidas à temperatura de 250°C, por 5,0 minutos.

Após o cozimento os *crackers* foram resfriados à temperatura ambiente por 30 minutos e embalados em sacos plásticos.

### **7.4 ANÁLISE SENSORIAL DE *SNACK CRACKERS* COM FARINHA DE SHIITAKE**

#### **7.4.1 Aspectos gerais**

A análise sensorial é um método científico usado para evocar, medir, analisar e interpretar as respostas dos indivíduos aos produtos conforme percebidas pelos sentidos. Ela engloba um conjunto de técnicas necessárias para as medições precisas das reações humanas aos alimentos, ou seja, a análise sensorial está preocupada com aspectos tais como exatidão, precisão, sensibilidade e especificidade (Sharif et al., 2017).

A análise sensorial desempenha um papel fundamental no controle de qualidade e na comercialização dos produtos. É frequentemente usada na indústria alimentícia a fim de desenvolver novos produtos ou modificar receitas. Ela, como ferramenta de medição, é usada para descobrir diferenças entre os produtos, natureza da diferença e possível aceitação ou rejeição de produtos com base nas suas diferenças (Sharif et al., 2017).

As características sensoriais dos produtos alimentares podem ser avaliadas através dos métodos discriminativos, diferenciais, descritivos e afetivos. De uma forma geral, dois tipos de teste são mais comuns na prática. Os testes analíticos são realizados por membros do painel treinados e fornecem dados objetivos sobre as propriedades sensoriais dos produtos. Estes ainda são divididos em duas classes: testes de discriminação e testes descritivos. Os testes de discriminação são úteis na avaliação das diferenças sensoriais entre as amostras, enquanto os testes descritivos produzem ainda mais a natureza ou amplitude das diferenças sensoriais. Da mesma forma, os testes afetivos fornecem dados subjetivos sobre a aceitabilidade, gosto e preferência dos produtos, recorrendo geralmente a escalas hedônicas, que permitem transformar avaliações subjetivas em dados objetivos (Sharif et al., 2017).

Devido à sua simplicidade, escalas de categoria são as mais indicadas para os painéis com potenciais consumidores. Nesse caso, as perguntas feitas devem ser passíveis de serem respondidas por pessoas sem treinamento prévio.

A avaliação por categorias mais popular em análise sensorial é a escala hedônica (que estabelece o quanto o consumidor gostou ou desgostou de um determinado atributo da amostra). Os testes afetivos são empregados na indústria de alimentos para determinar o gosto e desgosto do consumidor, a preferência de um produto em relação a outro e a intenção de compra do consumidor. As escalas hedônicas mais comumente usadas são a escala hedônica de cinco pontos, sete pontos e a escala hedônica de nove pontos com expressões que vão de desgosto extremamente a gosto extremamente. Além disso, usando a escala hedônica, o avaliador pode comparar a aceitabilidade de vários produtos (Sharif et al., 2017).

Um dos objetivos do presente trabalho é o desenvolvimento de produtos que tenham ingredientes à base de plantas, funcionais e ecologicamente sustentáveis. Entretanto, é crucial criar condições que sejam apelativas, sob a ótica das características organolépticas, pois de nada vale atingir os objetivos dos produtos em

questão segundo as preferências e gostos pessoais do autor, se os mesmos não forem aceitos pelo mercado consumidor.

#### 7.4.2 Teste Afetivo de Aceitação

No presente trabalho, a metodologia adotada para a análise sensorial foi o “teste afetivo de aceitação” (individual) para avaliar a percepção dos provadores em relação aos *snack crackers* enriquecidos com farinha de shiitake. Para o referido teste, foram elaboradas cinco amostras de *snacks*: uma com 5% de farinha de shiitake adicionada, uma com 7,5% de farinha de shiitake adicionada, uma com 10% de farinha de shiitake adicionada, uma com 12,5% de farinha de shiitake adicionada e por fim uma com 15% de farinha de shiitake adicionada.

As concentrações de farinha de shiitake escolhidas para os *snacks* tiveram como ponto de partida os resultados obtidos nos testes preliminares e na ausência de bibliografia para *snacks* enriquecidos com este tipo de farinha. Com base no exposto, optou-se por uma concentração que varia entre 5% e 15%.

Os *snack crackers* foram avaliados por um painel de 30 provadores não treinados que preencheram uma ficha de avaliação para cada uma das cinco amostras (vide **Anexo 11.1**). A avaliação foi estruturada através de escala hedônica de 1 a 5 pontos, sendo os extremos (1) “muito agradável” e (5) “muito desagradável”, para a qualificação dos atributos referentes à cor, aroma, aspeto, sabor, textura, apreciação global e intenção de compra.

As provas foram feitas em várias localidades de Lisboa, por colegas, amigos e vizinhos que voluntariamente se dispuseram a participar. Os atributos que qualificam as amostras foram apresentados aos participantes e foi pedido que selecionassem todos aqueles que considerassem adequados para a caracterização do produto.

As amostras foram avaliadas em várias sessões, consoante a disponibilidade dos participantes, sendo elas codificadas com dois dígitos. Após uma breve introdução acerca do tema e sobre a degustação, as provas foram servidas aleatoriamente. Foram providenciados guardanapos e água para que os provadores pudessem limpar a boca e o palato.

## **8. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **8.1 RESULTADOS PRELIMINARES**

Como já comentado neste trabalho, devido às circunstâncias da pandemia, não foi possível realizar os testes laboratoriais previstos relativos ao comportamento das percentagens de farinha de shiitake adicionadas no processo de amassadura das massas. Entretanto, pode-se analisar de forma empírica o impacto de diferentes níveis de incorporação deste ingrediente nas características dos *snacks* durante o seu processamento.

#### ***8.1.1 Observação empírica durante a amassadura***

Consoante maior eram os níveis de incorporação de farinha de shiitake nas massas, pode-se observar que maiores eram as absorções de água e menores eram as suas elasticidades. Sendo assim, as massas com maiores níveis de incorporação de farinha eram mais difíceis de serem trabalhadas, maiores eram as suas fragilidades na estrutura e mais escuras se tornavam.

#### ***8.1.2 Observação empírica após amassadura e fermentação (6h)***

Pode-se inferir que as massas adicionadas com percentagens iguais ou superiores a 16,67% de farinha de shiitake, foram inibidas de fermentar devido à presença de compostos bioativos do cogumelo, os quais são conhecidos por apresentarem atividades antibióticas.

As características das massas em termos de cor, aroma, retenção de água, capacidade de ligação, elasticidade, viscosidade e capacidade de retenção de CO<sub>2</sub> variaram, conforme as percentagens de farinha de shiitake eram progressivamente adicionadas.

### 8.1.3 Avaliação sensorial dos testes preliminares

Após a cozedura das massas, procedeu-se à verificação das características sensoriais para se avaliar o comportamento das mesmas e das suas potencialidades, a fim de comporem a formulação final dos *snack crackers*.

Não foram encontradas, em todas as variações de formulação, características organoléticas compatíveis com o que se esperava para a composição do *snack cracker* final, principalmente em termos de textura. Dessa forma, esta etapa foi ultrapassada modificando-se as formulações iniciais e propondo-se um novo método de processamento.

## 8.2 RESULTADOS INTERCALARES

Com base na informação reunida através do processamento dos *snack crackers* e nos resultados empíricos relativos aos testes preliminares, foi possível determinar as formulações mais aptas para a continuidade do estudo, conforme a Tabela 12.

Primeiramente, foram selecionados os níveis de incorporação de farinha de shiitake inferiores a 16,67% (em relação ao peso total das massas), tendo em vista as implicações negativas das adições superiores a este valor nas fermentações das massas e os maus testes organoléticos apresentados nos testes preliminares.

**Tabela 12 - Formulações selecionadas após o processamento dos *snacks* em duas etapas**

Ingredientes (%)*	A1	A2	A3	A4	A5
Farinha de trigo	74,89	73,15	71,49	69,90	68,38
Água	14,12	13,79	13,48	13,18	12,89
Gordura vegetal	4,87	4,75	4,65	4,54	4,44
Levedura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )	0,24	0,24	0,23	0,23	0,22
Extrato de malte	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48
Bicarbonato de sódio	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11
Sal	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41
Lecitina de soja	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
Farinha de shiitake	4,76	6,98	9,09	11,11	13,04

\*Em relação ao peso total da massa

Na segunda etapa dos testes, foram utilizados equipamentos profissionais de pastelaria, o que conferiu a todas as formulações resultados satisfatórios à nível organolético e as quais foram selecionadas para o prosseguimento do estudo.

Além disso, relativamente à elaboração dos *snacks*, teve-se em conta que todas as formulações selecionadas tiveram bons resultados em termos reológicos.

Por fim, foi selecionada a formulação A3, pois obteve excelentes resultados a nível organolético (crocância e sabor) nas duas etapas de processamento dos *snacks*.

Como conclusão, pode-se inferir que o método empírico usado para o desenvolvimento da formulação base dos *snack crackers* de shiitake teve uma componente muito intuitiva, de acordo com a experiência, os gostos e as preferências do autor e por isso, necessita de um maior rigor na sua metodologia. Entretanto, o processamento dos *snacks* em duas etapas foi considerado adequado para o desenvolvimento deste trabalho.

### **8.3 AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE DIFERENTES NÍVEIS DE INCORPORAÇÃO DE FARINHA DE SHIITAKE NAS CARACTERÍSTICAS DOS SNACKS**

Com base nos resultados dos testes e na observação empírica do processamento dos *snacks*, fez-se necessário otimizar as formulações e utilizar equipamentos profissionais de pastelaria para se chegar aos resultados pretendidos, os quais foram pensados e desenvolvidos segundo gostos e preferências pessoais do autor.

Assim como nos testes preliminares, os resultados quantitativos da segunda etapa não foram passíveis de análise laboratorial devido às circunstâncias da pandemia, entretanto pode-se analisar de forma empírica o comportamento das massas com a adição progressiva da farinha de shiitake em suas formulações.

Os problemas encontrados e a forma como foram ultrapassados durante a realização do processamento dos *snacks*:

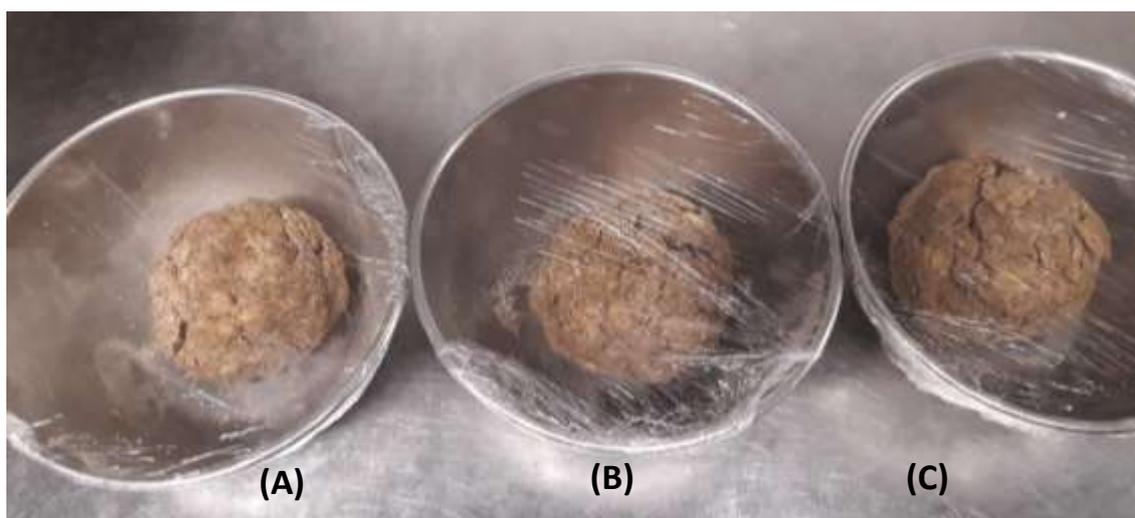
- Características da farinha de shiitake utilizada nas formulações;
- Níveis de incorporação da farinha;
- Utilização de uma metodologia adequada para o processamento dos *snacks*;

- Tipo de produto final mais adequado tendo em vista os pontos anteriores.

Após o desenvolvimento de alguns *snacks*, percebeu-se que as características físicas e organoléticas da farinha de shiitake e os níveis de incorporação da mesma conferiam alterações significativas no sabor e consistências finais dos *snacks*. Percebeu-se também que qualquer que fosse o *snack* desenvolvido, este teria que ter a menor quantidade de água possível e uma quantidade de gordura equilibrada para conferir crocância, sem ter prejuízo nas características reológicas das massas.

Os níveis de incorporação da farinha do cogumelo não poderiam ser superiores a 16,67% em relação ao peso total da massa, tendo em vista a inibição da sua fermentação. Desta forma, conseguiu-se estipular níveis adequados de incorporação de farinha de shiitake sem que existisse grandes alterações nas características reológicas e organoléticas do produto final. Estes níveis adequados tiveram em conta, principalmente, o sabor e consistência finais dos *snacks*.

A amassadura das massas deve ter os parâmetros de tempo e rotação bem definidos porque conferem as características reológicas adequadas para este tipo de produto. Sendo assim, a complexidade da elaboração dos *snacks* foi maior consoante aos constrangimentos de ligação entre a massa e a farinha de cogumelo. Mesmo após a fermentação das massas, havia indícios de que as mesmas não estavam homogêneas o suficiente, conforme a Figura 16. Entretanto, a etapa de sequências de dobras e de laminação foi fundamental para ultrapassar esta questão.



**Figura 16 - Exemplos de massas após a fermentação e com a distribuição desigual entre as farinhas: (A) = A3 (9%); (B) = A4 (11%); (C) = A5 (13%).**

[Crédito: Vitor Hahn Monteiro Lufchitz]

De todas as tentativas com diferentes níveis de incorporação de farinha de shiitake, percebeu-se que a formulação A5 conferia uma cor acastanhada muito intensa, uma massa dura, consistente e com sabor intenso à shiitake. As formulações A3 e A4 apresentaram características semelhantes devido à pouca diferença de percentagem de farinha de shiitake adicionada, no entanto, com a parte da cor e sabor mais atenuadas, conferindo à massa características bastante agradáveis. As formulações A1 e A2 apresentaram características bastante agradáveis, com uma cor acastanhada clara, uma massa mais maleável e com leve sabor à shiitake.

Os *snack crackers* obtiveram de um modo geral as características adequadas ao idealizado para este trabalho.

Tendo em conta que o conteúdo total de farinha de trigo utilizado nos testes foi de 1kg, calculou-se o peso final da massa após a incorporação do restante dos ingredientes, a qual foi dividida igualmente em porções de 254,34g. Conforme os cálculos realizados sobre as percentagens seleccionadas nas duas etapas dos testes preliminares (representadas na Tabela 13), finalizou-se esta parte do estudo com as seguintes formulações finais:

**Tabela 13 - Composição das formulações selecionadas nos testes preliminares**

Ingredientes (%)*	A1	A2	A3	A4	A5
Farinha de trigo	74,89	73,15	71,49	69,90	68,38
Água	14,12	13,79	13,48	13,18	12,89
Gordura vegetal	4,87	4,75	4,65	4,54	4,44
Levedura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )	0,24	0,24	0,23	0,23	0,22
Extrato de malte	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48
Bicarbonato de sódio	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11
Sal	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41
Lecitina de soja	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
Farinha de shiitake	<b>4,76</b>	<b>6,98</b>	<b>9,09</b>	<b>11,11</b>	<b>13,04</b>

\*Em relação ao peso total da massa

Para um *snack cracker* com 4,76% (aproximadamente 5%) de incorporação de farinha de shiitake, o aspecto corresponde ao ilustrado na Figura 17.



**Figura 17 - Resultado final da formulação A1, com 5% de incorporação de farinha de shiitake**

[Crédito: Vitor Hahn Monteiro Lufchitz]

A amostra A1 apresentou uma textura crocante e aerada estável, semelhante aos *crackers* de trigo mais comuns encontrados nos mercados. Apresentou também aroma e sabor leve à shiitake bastante atraentes aos painelistas da análise sensorial.

A seguinte formulação final, referente à amostra A1 encontra-se resumida na Tabela 14.

**Tabela 14 - Formulação final da amostra A1, com 5% de incorporação de farinha de shiitake.**

Ingredientes	Esponja	Massa
Farinha de trigo	123,83g	66,68g
Água	35,90ml	-
Gordura vegetal	6,19g	6,19g
Levedura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )	0,62g	-
Extrato de malte	-	1,33g
Bicarbonato de sódio	-	0,30g
Sal	-	1,13g
Lecitina de soja	-	0,07g
Farinha de shiitake	-	12,11g

Para um *snack cracker* com 6,98% (aproximadamente 7%) de incorporação de farinha de shiitake, o aspecto corresponde ao ilustrado na Figura 18.



**Figura 18- Resultado final da formulação A2, com 7% de incorporação de farinha de shiitake**

[Crédito: Vitor Hahn Monteiro Lufchitz]

A amostra A2 apresentou uma textura crocante e aerada estável, muito semelhante a da amostra A1, entretanto, apresentou aroma e sabor ligeiramente superior à shiitake, que não foi muito agradável aos gostos dos painelistas da análise sensorial, devido ao retrogosto persistente.

A seguinte formulação final, referente à amostra A2 encontra-se resumida na Tabela 15.

**Tabela 15 - Formulação final da amostra A2, com 7% de incorporação de farinha de shiitake.**

Ingredientes	Esponja	Massa
Farinha de trigo	120,93g	65,12g
Água	35,07ml	-
Gordura vegetal	6,05g	6,05g
Levedura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )	0,60g	-
Extrato de malte	-	1,30g
Bicarbonato de sódio	-	0,29g
Sal	-	1,11g
Lecitina de soja	-	0,07g
Farinha de shiitake	-	17,74g

Para um *snack cracker* com 9,09% (aproximadamente 9%) de incorporação de farinha de shiitake, o aspecto corresponde ao ilustrado na Figura 19.



**Figura 19 - Resultado final da formulação A3, com 9% de incorporação de farinha de shiitake.**

[Crédito: Vitor Hahn Monteiro Lufchitz]

A amostra A3 apresentou uma textura aerada, entretanto não tão crocante e estável. O cozimento pode ter contribuído para tal aspecto, pois o ar quente do forno pode não ter sido distribuído uniformemente ao longo do processo. Apesar disso, de uma forma geral, as características sensoriais agradaram aos provadores, especialmente em termos de cor e sabor.

A seguinte formulação final, referente à amostra A3 encontra-se resumida na Tabela 16.

**Tabela 16 - Formulação final da amostra A3, com 9% de incorporação de farinha de shiitake.**

<b>Ingredientes</b>	<b>Esponja</b>	<b>Massa</b>
<b>Farinha de trigo</b>	118,18g	63,64g
<b>Água</b>	34,27ml	-
<b>Gordura vegetal</b>	5,91g	5,91g
<b>Levedura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)</b>	0,59g	-
<b>Extrato de malte</b>	-	1,27g
<b>Bicarbonato de sódio</b>	-	0,29g
<b>Sal</b>	-	1,08g
<b>Lecitina de soja</b>	-	0,06g
<b>Farinha de shiitake</b>	-	23,12g

Para um *snack cracker* com 11,11% (aproximadamente 11%) de incorporação de farinha de shiitake, o aspecto corresponde ao ilustrado na Figura 20.



**Figura 20 - Resultado final da formulação A4, com 11% de incorporação de farinha de shiitake**

[Crédito: Vitor Hahn Monteiro Lufchitz]

A amostra A4 apresentou uma textura aerada e crocante estável. Os atributos de cor, aroma, aspecto e sabor foram os mais apreciados pelos painelistas da análise sensorial. Sendo assim, como na amostra A1, por apresentar bons resultados sensoriais, possivelmente fez com que aumentasse a apreciação global e a intenção de compra.

A seguinte formulação final, referente à amostra A4 encontra-se resumida na Tabela 17.

**Tabela 17 - Formulação final da amostra A4, com 11% de incorporação de farinha de shiitake.**

Ingredientes	Esponja	Massa
Farinha de trigo	115,56g	62,22g
Água	33,51ml	-
Gordura vegetal	5,78g	5,78g
Levedura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )	0,58g	-
Extrato de malte	-	1,24g
Bicarbonato de sódio	-	0,28g
Sal	-	1,06g
Lecitina de soja	-	0,06g
Farinha de shiitake	-	28,26g

Para um *snack cracker* com 13,04% (aproximadamente 13%) de incorporação de farinha de shiitake, o aspecto corresponde ao ilustrado na Figura 21.



**Figura 21- Resultado final da formulação A5, com 13% de incorporação de farinha de shiitake**

[Crédito: Vitor Hahn Monteiro Lufchitz]

A amostra A5 apresentou uma textura crocante, mas não estável. Possivelmente, o nível de incorporação de farinha de shiitake contribuiu para a instabilidade da massa após o seu cozimento. Em termos de cor e sabor, foi a amostra menos apreciada pelos painelistas, possivelmente por apresentar um sabor forte à shiitake e um retrogosto muito persistente.

A seguinte formulação final, referente à amostra A5 encontra-se resumida na Tabela 18.

**Tabela 18 - Formulação final da amostra A5, com 13% de incorporação de farinha de shiitake.**

Ingredientes	Esponja	Massa
Farinha de trigo	113,04g	60,87g
Água	32,78ml	-
Gordura vegetal	5,65g	5,65g
Levedura ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )	0,57g	-
Extrato de malte	-	1,22g
Bicarbonato de sódio	-	0,27g
Sal	-	1,03g
Lecitina de soja	-	0,06g
Farinha de shiitake	-	33,17g

## 8.4 ANÁLISE SENSORIAL DE SNACK CRACKERS COM FARINHA DE SHIITAKE

### 8.4.1 Comparação da apreciação sensorial dos *snacks*

A análise gráfica foi realizada com o objetivo de identificar os resultados referentes ao teste de aceitação realizado pelos provadores, os quais são apresentados na Figura 22. Foi conferida à escala hedônica diferentes níveis de pontuações que variam de “1 ponto – Muito desagradável” a “5 pontos – Muito agradável”. Dessa forma, foi possível tornar os dados subjetivos (cor, aroma, aspeto, sabor, textura, aspeto global e intenção de compra) em respostas objetivas passíveis de tratamento estatístico.

De uma forma geral, todas as amostras apresentaram médias altas em todos os atributos. Possivelmente, os níveis de incorporação de farinha de shiitake agradaram aos provadores, influenciando as médias de apreciação global e de intenção de compra.

Entretanto, pode-se observar que a Amostra A4 (com 11% de incorporação de farinha de shiitake) obteve as melhores médias em relação às características de cor, aroma e aspeto, enquanto que junto à amostra A1 apresentou resultados iguais em relação às características de sabor e textura.

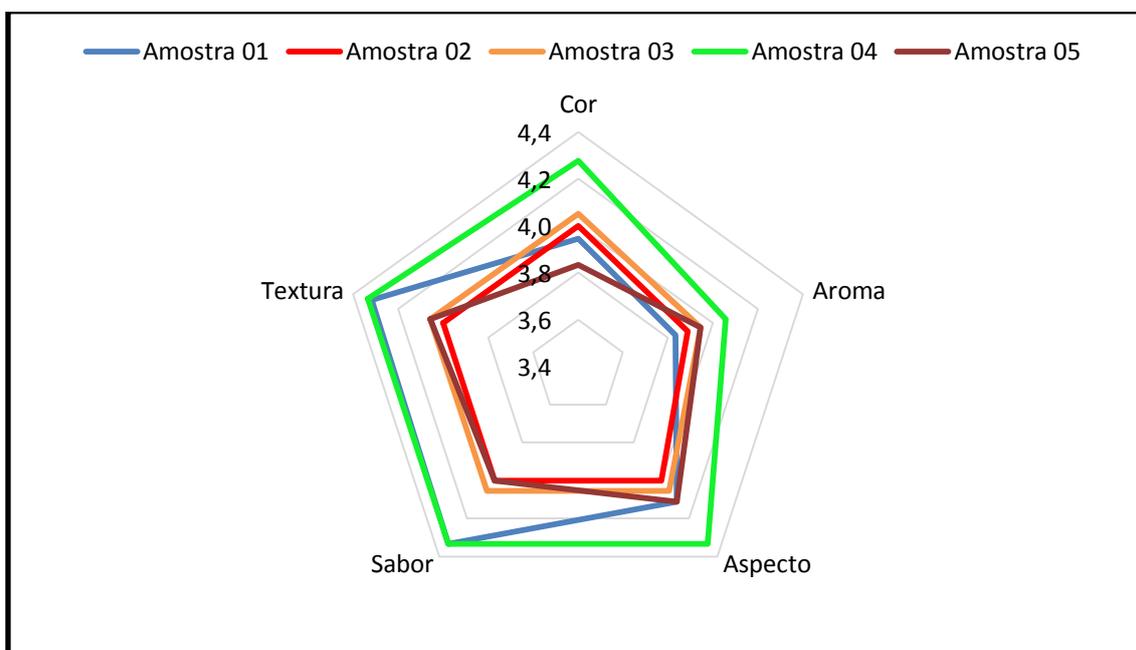
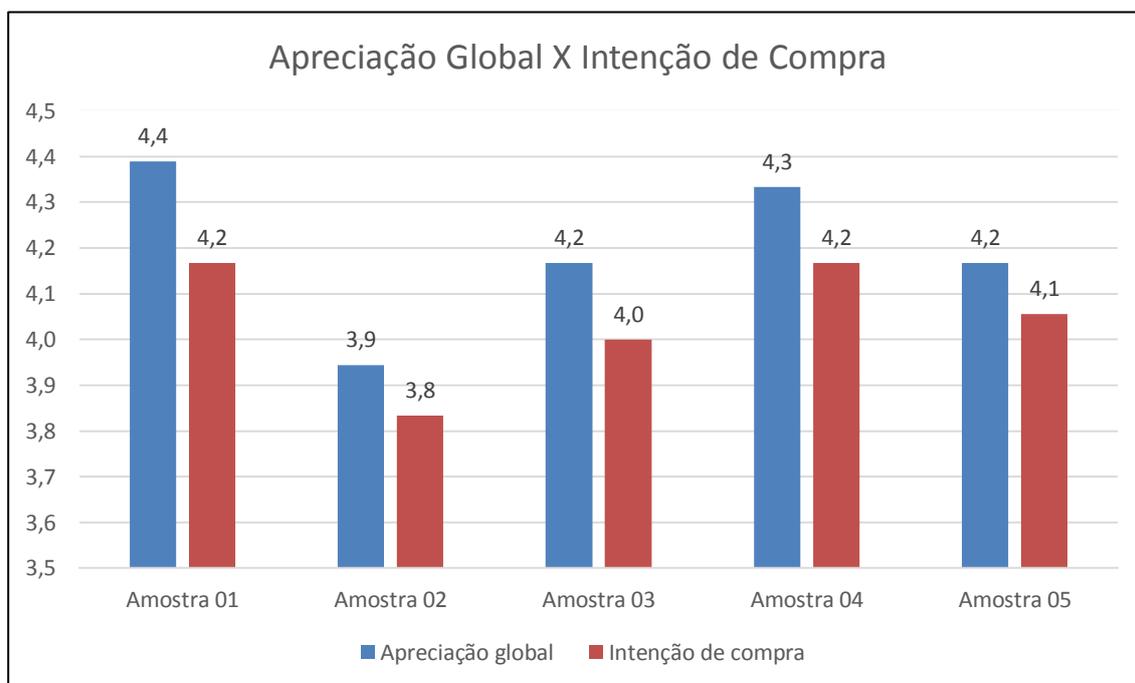


Figura 22 - Resultados do teste de avaliação dos snacks de shiitake com diferentes níveis de incorporação: A1 = 5%, A2 = 7,0%, A3 = 9%, A4 = 11%, A5 = 13%.

Em termos de apreciação global, a amostra A1 (com 5% de incorporação) apresentou a melhor média, possivelmente por ter as características mais semelhantes a este tipo de produto encontrado nos mercados.

Foi analisada também a relação entre a apreciação global e a intenção de compra entre as amostras, conforme a Figura 23.



**Figura 23 - Relação entre a apreciação global versus a intenção de compra**  
[Crédito: Vítor Hahn Monteiro Lufchitz]

Os resultados indicam que há uma relação direta entre as amostras mais apreciadas, sendo que quanto maior a apreciação global, maior também é a intenção de compra.

Além disso, as amostras A1 e A4 apresentaram as melhores médias entre estes parâmetros, entretanto a amostra A1, por ter a média mais alta de apreciação global, foi considerada a amostra que mais satisfaz os gostos e preferências dos provadores e a qual foi escolhida para a análise da composição nutricional.

#### **8.4.2 Considerações Finais**

Os resultados da análise sensorial revelaram que os atributos principais são aqueles que se relacionam com a massa base dos *crackers*, isto é, a formulação ideal com a incorporação de farinha de shiitake não pode se distanciar da referência que o público consumidor tem a respeito dos *snack crackers* mais comuns.

Como visto anteriormente, é comum em formulações com maiores concentrações de farinha de shiitake incorporada encontrar a rejeição ao produto, sob a alegação do aroma e do sabor fortes a cogumelo e o qual confere um retrogosto muito persistente. Entretanto, este estudo também revelou que há espaço para formulações com uma maior concentração de farinha de cogumelo caso os consumidores estejam habituados às características organolépticas do shiitake desidratado.

#### **8.5 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE *SNACK CRACKER* COM FARINHA DE SHIITAKE**

A composição nutricional do snack cracker enriquecido com 5% de farinha de shiitake é apresentada na Figura 24. Esta composição nutricional foi estimada com base na formulação e na composição de cada ingrediente da formulação. Este estudo foi realizado com o objetivo identificar possíveis alegações nutricionais, sobretudo quanto aos níveis de fibra alimentar e de proteínas.

Para realizar a composição nutricional da formulação desenvolvida, utilizou-se o *software* Dietbox®, utilizado por profissionais do campo da nutrição como ferramenta para a construção de informações nutricionais, dentre outras atividades inerentes a esta área. A plataforma foi alimentada com as informações nutricionais dos ingredientes, fornecidas pelos próprios fabricantes e posteriormente, adequou-se os resultados às normas de rotulagem utilizadas em Portugal para a informação nutricional.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 100g		
	Quantidade por porção	% VDR (*)
Valor energético	317,3 kcal ou 1327,6 kJ	15,8 %
Hidratos de carbono	63,1 g	23,1 %
dos quais:		
- açúcares	4,4 g	3,7 %
Lípidos	4,2 g	6,0 %
dos quais:		
- saturados	1,0 g	5,2 %
Fibra	3,8 g	14,8 %
Proteínas	8,4 g	16,4 %
Sal	0,5 g	9,2 %
Cálcio	0,8 mg	0,1 %
Vitamina A	41,5 µg	5,2 %
Vitamina D	2,5 µg	49,9 %
* % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.		

**Figura 24 - Informação nutricional do snack cracker com 5% de incorporação de farinha de shiitake**

[Crédito: Vitor Hahn Monteiro Lufchitz]

O regulamento (CE) Nº 1924/2006 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 20 de Dezembro de 2006, relativo às alegações nutricionais e de saúde sobre os alimentos, estabelece que:

- Uma alegação de que um alimento é uma fonte de fibras, ou qualquer alegação que possa ter o mesmo significado para o consumidor, só pode ser feita quando o produto contiver, no mínimo, **3 g de fibras por 100 g ou, pelo menos, 1,5 g de fibras por 100 kcal.**
- Uma alegação de que um alimento é uma fonte de proteínas, ou qualquer alegação que possa ter o mesmo significado para o consumidor, só pode ser feita quando, pelo menos, **12% do valor energético do alimento for fornecido por proteínas.** No caso em estudo, com 5% de farinha de shiitake, o valor energético proveniente da fonte proteica, **corresponde a 11% do total de energia:** uma incorporação ligeiramente superior, que ainda tivesse aceitação sensorial, já permitiria a utilização dessa alegação. O *snack* A5 que tem

uma incorporação de 15% já permitiria essa alegação e simultaneamente a alegação referente à fibra.

Portanto, para o *snack cracker* que mais satisfizes os gostos e preferências dos provadores a partir da análise sensorial, pode-se concluir que este *snack* é considerado na União Europeia como um alimento fonte de fibras e, em relação a sua quantidade de proteínas não pode ser classificado como um alimento fonte de proteínas, apesar da pouca carência deste macronutriente para se chegar aos parâmetros estabelecidos.

Como conclusão, pode-se dizer que este *snack* pode ser enquadrado nas tendências mais atuais de consumo, em que os consumidores estão mais preocupados em relação a sua saúde e demandam alimentos que providenciam benefícios à saúde como, por exemplo, alimentos que contenham fontes de fibras.

## 9. CONCLUSÕES

Os efeitos das alterações climáticas são reconhecidos como uma questão de saúde pública e os impactos gerados na segurança alimentar são aspetos de imensa preocupação. A produção e consumo de alimentos são uns dos fatores que mais contribuem para o aumento desses efeitos no bioma terrestre e, conseqüentemente, na saúde das sociedades. Estima-se que a população mundial continue a crescer nas próximas décadas e, para suprir a demanda alimentar no futuro sem causar maiores degradações ao meio ambiente será necessário produzir e consumir alimentos de uma forma mais sustentável, isto é, tornar a dieta das populações mais sustentáveis. Para isso, é preciso que haja uma produção e consumo maior de produtos de base vegetal em relação a produtos de origem animal.

A mudança para dietas de origem vegetal é mais evidente conforme aumenta a consciência humana sobre os benefícios para a saúde e para a sustentabilidade alimentar e do planeta. Tal panorama indica uma crescente mudança dos padrões alimentares tradicionais das sociedades e do sistema de produção alimentar das indústrias, que sempre estão em sintonia com as demandas do mercado. Alinhado com isto, os produtores de alimentos estão a oferecer mais alternativas de produtos de origem vegetal e a procurar novas fontes proteicas vegetais que podem ser usadas em substituição à proteína animal.

Uma dessas relativamente novas fontes vegetais são os cogumelos, que representam um dos ingredientes menos explorados e mais versáteis sob a ótica da gastronomia. Várias culturas fazem o uso deles, há milhares de anos, como fonte terapêutica e de nutrição, e as suas práticas de consumo podem ser uma importante fonte de conhecimento para o seu uso na alimentação. A grande maioria dos cogumelos cultivados e dos produtos derivados deles é de origem asiática. Os cogumelos shiitake, por sua vez, são deliciosos e fornecem grandes quantidades de nutrientes, entre os quais estão presentes compostos bioativos específicos que podem ser eficientes contra muitas doenças que assolam as populações hoje em dia.

A grande maioria das pesquisas e aplicações atuais dos cogumelos está voltada para a indústria nutracêutica, embora haja uma vasta literatura a respeito dos aspetos nutricionais dos cogumelos, isto é, a produção académica acerca dos cogumelos pouco se aplica no contexto da gastronomia e da inovação gastronómica. Nesse cenário, cabe aos profissionais de gastronomia quanto formadores de opinião

e, em conjunto com a indústria alimentar, incorporar o uso dos cogumelos nos seus receituários, desenvolverem novas aplicações na cozinha e promoverem o consumo de espécies pouco exploradas.

Ressalta-se, ainda, a importância dos cogumelos classificados neste trabalho como selvagens. A identificação correta e a desmistificação desses organismos revelam que há um imenso potencial gastronômico e que são subestimados enquanto alimentos.

A descoberta e classificação de novas espécies, assim como a promoção do consumo de espécies já conhecidas e estudadas, são fundamentais para o desenvolvimento e processamento de novos produtos alimentares, como o abordado no âmbito desta dissertação, que utilizou o cogumelo shiitake para o desenvolvimento e caracterização de um novo alimento funcional, isento de proteína animal.

A pandemia do COVID-19, instalada neste ano de 2020, trouxe muitas dificuldades ao cotidiano das pessoas, em todos os sentidos. Foi um ano totalmente atípico em que foi necessária a adaptação das atividades em torno dos riscos iminentes deste vírus à saúde humana. Infelizmente, não foi possível realizar os testes laboratoriais previstos para a conclusão deste estudo, com o intuito de salvaguardar a saúde de todos. Ainda sim, foi possível realizar a análise sensorial como ferramenta exploratória, fundamental no desenvolvimento de novos produtos.

Os dados referentes à análise sensorial revelaram que houve uma grande aceitação dos provadores pelas amostras desenvolvidas e que há mercado para produtos alimentares com farinha de shiitake. Ela também evidenciou que o público, em especial o português, aprecia as características sensoriais do cogumelo shiitake desidratado, embora não haja uma cultura de consumo consolidada.

Os provadores preferiram níveis mais baixos de incorporação (5%) de farinha de shiitake, com esses níveis, aos quais estão associadas intenções de compra elevadas, é possível obter uma alegação para o teor de fibras. No entanto, para se obter uma alegação relativa ao teor proteico, terá de se proceder a uma incorporação ligeiramente superior.

Os resultados de outras pesquisas e.g. (Batista et al., 2019), demonstram que a incorporação de outros ingredientes em *crackers* de trigo, como as microalgas, que apresentam alto teor proteico e de compostos bioativos específicos são interessantes do ponto de vista nutricional, já que é possível obter alegações nutricionais, como

“fonte de proteínas” e bons resultados sensoriais com a incorporação desses ingredientes nas suas formulações. Com a incorporação de ingredientes funcionais (e.g., cogumelos, microalgas) nas formulações de *crackers*, podem-se encontrar soluções comerciais apelativas, inclinadas a responder as demandas mais atuais do mercado.

Estes resultados vão ao encontro dos objetivos, no presente trabalho, de valorização dos materiais desperdiçados (hifas e parte basal) durante a colheita dos cogumelos, anteriormente discutidos. O desenvolvimento de novos produtos com farinha de shiitake poderá trazer impactos econômicos positivos para a empresa de cultivo de cogumelo no Brasil, seja por evitar os custos associados ao descarte destes subprodutos, seja por possibilitar a sua comercialização em diferentes áreas.

Conforme discutido ao longo do trabalho, alguns dos desafios encontrados no consumo de cogumelos são: conhecer melhor a sua fisiologia, compostos bioativos e propriedades nutricionais; compreender melhor o mercado consumidor e as suas demandas, desenhando novos produtos que vão ao encontro dos desejos e necessidades dos consumidores; conscientizar a população geral sobre os benefícios do consumo de cogumelos para a saúde e para a sustentabilidade do planeta.

Por questões relacionadas à segurança alimentar – aumento da população, sustentabilidade, escassez de recursos não renováveis, nutrição e bem-estar animal – os cogumelos são fortes candidatos como alimentos do futuro e que se enquadram nas tendências mais atuais de alimentação. Assim, reforça-se a importância de estudá-los mais a fundo, no contexto de desenvolvimento de novos produtos alimentares. Enquanto pesquisadores cabem-nos o desafio e a tarefa de convencer as pessoas a consumi-los, ao menos com maior frequência.

Com a iniciativa deste trabalho e de outros que estarão por vir, espera-se que o grande potencial gastronômico dos cogumelos possa ser explorado para o desenvolvimento de novos produtos alimentares e que este trabalho possa ter dado uma pequena contribuição rumo a uma conscientização maior dos benefícios do consumo desses recursos generosos da natureza à saúde humana e ao bioma terrestre.



## 10. BIBLIOGRAFIA

- Aiking, H. (2011). Future protein supply. *Trends in Food Science and Technology*, 22(2–3), 112–120. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.04.005>
- Alexandratos, Nikos ; Bruinsma, J. (2012). A Synoptic Visualization Framework for the Multi-Perspective Study of Biography and Prosopography Data. *Publik.Tuwien.Ac.At*, (Query date: 2017-11-06). [https://doi.org/10.1016/S0264-8377\(03\)00047-4](https://doi.org/10.1016/S0264-8377(03)00047-4)
- Alves, M., Ferreira, I. F. R., Dias, J., Teixeira, V., Martins, A., & Pintado, M. (2012). A review on antimicrobial activity of mushroom (basidiomycetes) extracts and isolated compounds. *Planta Medica*, 78(16), 1707–1718. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1315370>
- Banovic, M., Lähteenmäki, L., Arvola, A., Pennanen, K., Duta, D. E., Brückner-Gühmann, M., & Grunert, K. G. (2018). Foods with increased protein content: A qualitative study on European consumer preferences and perceptions. *Appetite*, 125, 233–243. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2018.01.034>
- Batista, A. P., Niccolai, A., Bursic, I., Sousa, I., Raymundo, A., Rodolfi, L., ... Tredici, M. R. (2019). Microalgae as functional ingredients in savory food products: Application to wheat crackers. *Foods*, 8(12), 1–22. <https://doi.org/10.3390/foods8120611>
- Bernas, E., Jaworska, G., & Kmiecik, W. (2006). Storage and processing of edible mushrooms. *Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria*, 05(2), 5–23.
- Bigliardi, B., & Galati, F. (2013). Innovation trends in the food industry: The case of functional foods. *Trends in Food Science and Technology*, 31(2), 118–129. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.03.006>
- Bilal, A. W., R, H. B., & A, H. W. (2010). Nutritional and medicinal importance of mushrooms. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(24), 2598–2604. <https://doi.org/10.5897/jmpr09.565>
- Bisen, P. S., Baghel, R. K., Sanodiya, B. S., Thakur, G. S., & Prasad, G. B. K. S. (2010). *Lentinus edodes*: A Macrofungus with Pharmacological Activities. *Current*

*Medicinal Chemistry*, 17(22), 2419–2430.

<https://doi.org/10.2174/092986710791698495>

- Boa, E. (2008). Wild edible fungi a global overview of their use and importance to people. *Em Biology*.
- Brennan, M. A., Derbyshire, E., Tiwari, B. K., & Brennan, C. S. (2012). Enrichment of extruded snack products with coproducts from chestnut mushroom (*Agrocybe aegerita*) production: Interactions between dietary fiber, physicochemical characteristics, and glycemic load. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(17), 4396–4401. <https://doi.org/10.1021/jf3008635>
- Broad, G. M. (2019). Plant-based and cell-based animal product alternatives: An assessment and agenda for food tech justice. *Geoforum*, (April), 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.06.014>
- Caig, W. J. (2009). Health effects of vegan diets. *American Journal of Clinical Nutrition*, 89, 1627–1633. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.26736N>
- Chan, G. C. F., Chan, W. K., & Sze, D. M. Y. (2009). The effects of beta-glucan on human immune and cancer cells. *Journal of hematology & oncology*, 2, 25. <https://doi.org/10.1186/1756-8722-2-25>
- Chandrasekaran, S., Ramanathan, S., & Basak, T. (2013). Microwave food processing — A review. *FRIN*, 52(1), 243–261. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.02.033>
- Cheskin, L. J., Davis, L. M., Lipsky, L. M., Mitola, A. H., Lycan, T., Mitchell, V., ... Adkins, E. (2008). Lack of energy compensation over 4 days when white button mushrooms are substituted for beef. *Appetite*, 51(1), 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.11.007>
- Cheung, P. C. K. (2013). Mini-review on edible mushrooms as source of dietary fiber: Preparation and health benefits. *Food Science and Human Wellness*. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2013.08.001>
- Choi, Y., Lee, S. M., Chun, J., Lee, H. B., & Lee, J. (2006). Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chemistry*, 99(2), 381–387. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.08.004>

- Chou, W. T., Sheih, I. C., & Fang, T. J. (2013). The applications of polysaccharides from various mushroom wastes as prebiotics in different systems. *Journal of Food Science*, 78(7). <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12160>
- Cramer, H., Kessler, C. S., Sundberg, T., Leach, M. J., Schumann, D., Adams, J., & Lauche, R. (2017). Characteristics of Americans Choosing Vegetarian and Vegan Diets for Health Reasons. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 49(7), 561-567.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2017.04.011>
- Daliu, P., Santini, A., & Novellino, E. (2018). A decade of nutraceutical patents: where are we now in 2018? *Expert Opinion on Therapeutic Patents*, 28(12), 875–882. <https://doi.org/10.1080/13543776.2018.1552260>
- de Boer, J., & Aiking, H. (2019). Strategies towards healthy and sustainable protein consumption: A transition framework at the levels of diets, dishes, and dish ingredients. *Food Quality and Preference*, 73(November 2018), 171–181. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.11.012>
- Definition of veganism | The Vegan Society. (sem data). Obtido 27 de Agosto de 2020, de <https://www.vegansociety.com/go-vegan/definition-veganism>
- Diamantopoulou, P., & Philippoussis, A. (2015). *Cultivated Mushrooms:: Preservation and Processing*. (November 2015), 495–526. <https://doi.org/10.1201/b19252-26>
- Donati, M., Menozzi, D., Zighetti, C., Rosi, A., Zinetti, A., & Scazzina, F. (2016). Towards a sustainable diet combining economic, environmental and nutritional objectives. *Appetite*, 106, 48–57. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.02.151>
- Durazzo, A., Nazhand, A., Lucarini, M., Atanasov, A. G., Souto, E. B., Novellino, E., ... Santini, A. (2020). An updated overview on nanonutraceuticals: Focus on nanoprebiotics and nanoprobiotics. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(7), 1–24. <https://doi.org/10.3390/ijms21072285>
- Frewer, L., Scholderer, J., & Lambert, N. (2003). Consumer acceptance of functional foods: Issues for the future. *British Food Journal*, 105(10), 714–731. <https://doi.org/10.1108/00070700310506263>
- García-Segovia, P., Andrés-Bello, A., & Martínez-Monzó, J. (2011). Rehydration of air-dried Shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) caps: Comparison of conventional and vacuum water immersion processes. *LWT - Food Science and Technology*,

44(2), 480–488. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.08.010>

Garnett, T. (2014). *What is a sustainable healthy diet ? A discussion paper Contents page*. (April 2014).

Graça, J., Calheiros, M. M., & Oliveira, A. (2015). Attached to meat? (Un)Willingness and intentions to adopt a more plant-based diet. *Appetite*, *95*, 113–125. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.06.024>

Günç Ergönül, P., Akata, I., Kalyoncu, F., & Ergönül, B. (2013). Fatty acid compositions of six wild edible mushroom species. *The Scientific World Journal*, *2013*. <https://doi.org/10.1155/2013/163964>

Gupta, S., Summuna, B., Gupta, M., & Annepu, S. K. (2019). *Edible Mushrooms: Cultivation, Bioactive Molecules, and Health Benefits*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-78030-6\\_86](https://doi.org/10.1007/978-3-319-78030-6_86)

Hiraide, M., Miyazaki, Y., & Shibata, Y. (2004). The smell and odorous components of dried shiitake mushroom, *Lentinula edodes* I: Relationship between sensory evaluations and amounts of odorous components. *Journal of Wood Science*, *50*(4), 358–364. <https://doi.org/10.1007/s10086-003-0568-0>

Hobbs, C. (2000). Medicinal Value of *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. (Agaricomycetideae). A Literature Review. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, *2*(4), 16. <https://doi.org/10.1615/intjmedmushr.v2.i4.90>

Hoek, A. C., Pearson, D., James, S. W., Lawrence, M. A., & Friel, S. (2017a). Shrinking the food-print: A qualitative study into consumer perceptions, experiences and attitudes towards healthy and environmentally friendly food behaviours. *Appetite*, *108*, 117–131. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.09.030>

Hoek, A. C., Pearson, D., James, S. W., Lawrence, M. A., & Friel, S. (2017b). Shrinking the food-print: A qualitative study into consumer perceptions, experiences and attitudes towards healthy and environmentally friendly food behaviours. *Appetite*, *108*, 117–131. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.09.030>

Hyland, J. J., Henchion, M., McCarthy, M., & McCarthy, S. N. (2017). The climatic impact of food consumption in a representative sample of Irish adults and implications for food and nutrition policy. *Public Health Nutrition*, *20*(4), 726–738. <https://doi.org/10.1017/S1368980016002573>

*Innovation Opportunities Across the Global Food Landscape.* (sem data).

- Janssen, M., Busch, C., Rödiger, M., & Hamm, U. (2016). Motives of consumers following a vegan diet and their attitudes towards animal agriculture. *Appetite*, 105, 643–651. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.06.039>
- Jasinghe, V. J., & Perera, C. O. (2006). Ultraviolet irradiation: The generator of Vitamin D2 in edible mushrooms. *Food Chemistry*, 95(4), 638–643. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.046>
- Jeske, S., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2018). Past, present and future: The strength of plant-based dairy substitutes based on gluten-free raw materials. *Food Research International*, 110, 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.03.045>
- Jiang, T., Luo, Z., & Ying, T. (2015). Fumigation with essential oils improves sensory quality and enhanced antioxidant ability of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*). *Food Chemistry*, 172, 692–698. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.130>
- Joyce, A., Hallett, J., Hannelly, T., & Carey, G. (2014). The impact of nutritional choices on global warming and policy implications: examining the link between dietary choices and greenhouse gas emissions. *Energy and Emission Control Technologies*, 33. <https://doi.org/10.2147/eect.s58518>
- Kalač, P. (2009). Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. *Food Chemistry*, 113(1), 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.077>
- Kalač, P. (2013). A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(2), 209–218. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5960>
- Kalaras, M. D., Richie, J. P., Calcagnotto, A., & Beelman, R. B. (2017). Mushrooms: A rich source of the antioxidants ergothioneine and glutathione. *Food Chemistry*, 233, 429–433. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.109>
- Key, T. J., Appleby, P. N., & Rosell, M. S. (2006). Health effects of vegetarian and vegan diets. *Proceedings of the Nutrition Society*, 65(1), 35–41. <https://doi.org/10.1079/pns2005481>
- Khan, R. S., Grigor, J., Winger, R., & Win, A. (2013). Functional food product

development - Opportunities and challenges for food manufacturers. *Trends in Food Science and Technology*, 30(1), 27–37.

<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.11.004>

Kotilainen, L., Rajalahti, R., Ragasa, C., & Pehu, E. (2006). Agriculture and rural development discussion paper 30 health enhancing foods opportunities for strengthening the sector in developing countries. *Agriculture and Rural Development*, 1–95. Obtido de <http://www.worldbank.org/rural>

Krokida, M. K., Karathanos, V. T., Maroulis, Z. B., & Marinos-Kouris, D. (2003). Drying kinetics of some vegetables. *Journal of Food Engineering*, 59(4), 391–403.

[https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00498-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00498-3)

Lang, M. (2020). Consumer acceptance of blending plant-based ingredients into traditional meat-based foods: Evidence from the meat-mushroom blend. *Food Quality and Preference*, 79(April 2019), 103758.

<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103758>

Laroche, C., & Michaud, P. (2008). New Developments and Prospective Applications for  $\beta$ -Glucans. *Recent Patents on Biotechnology*, 1(1), 59–73.

<https://doi.org/10.2174/187220807779813938>

Lima, D. P. (1998). *Estudo comparativo do efeito da adição de proteases fúngica e bacteriana nas características reológicas da massa e na qualidade do biscoito tipo cracker*. Universidade Estadual de Campinas.

Lindequist, U., Niedermeyer, T. H. J., & Jülich, W. D. (2005). The pharmacological potential of mushrooms. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2(3), 285–299. <https://doi.org/10.1093/ecam/neh107>

Longvah, T., & Deosthale, Y. G. (1998). Compositional and nutritional studies on edible wild mushroom from northeast India. *Food Chemistry*, 63(3), 331–334.

[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00026-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00026-0)

Maheshwari, G., Sowrirajan, S., & Joseph, B. (2019).  $\beta$ -Glucan, a dietary fiber in effective prevention of lifestyle diseases – An insight. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 19(July 2018). <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2019.100187>

Manzi, P., Aguzzi, A., & Pizzoferrato, L. (2001). Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chemistry*, 73(3), 321–325.

[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00304-6](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00304-6)

- Marangon, F., Tempesta, T., Troiano, S., & Vecchiato, D. (2016). Toward a Better Understanding of Market Potentials for Vegan Food. A Choice Experiment for the Analysis of Breadsticks Preferences. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 8, 158–166. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.089>
- Mattila, P., Könkö, K., Eurola, M., Pihlava, J. M., Astola, J., Vahteristo, L., ... Piironen, V. (2001). Contents of vitamins, mineral elements, and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(5), 2343–2348. <https://doi.org/10.1021/jf001525d>
- Mattila, P., Salo-Väänänen, P., Könkö, K., Aro, H., & Jalava, T. (2002). Basic composition and amino acid contents of mushrooms cultivated in Finland. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(22), 6419–6422. <https://doi.org/10.1021/jf020608m>
- Mehta, B. K., Jain, S. K., Sharma, G. P., Doshi, A., & Jain, H. K. (2011). Cultivation of Button Mushroom and Its Processing: an Techno-Economic Feasibility. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, 2(1), 201–207.
- Melo, M. P. de, Lima, D. P., & Pinheiro, P. R. (2004). Modelos em programação matemática para o processamento do biscoito tipo cracker. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 24(3), 363–368. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612004000300010>
- Morales-Polanco, E., Campos-Vega, R., Gaytán-Martínez, M., Enriquez, L. G., & Loarca-Piña, G. (2017). Functional and textural properties of a dehulled oat (*Avena sativa* L) and pea (*Pisum sativum*) protein isolate cracker. *Lwt*, 86, 418–423. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.015>
- Olivier, J. G. J., Van Aardenne, J. A., Dentener, F. J., Pagliari, V., Ganzeveld, L. N., & Peters, J. A. H. W. (2005). Recent trends in global greenhouse gas emissions: regional trends 1970–2000 and spatial distribution of key sources in 2000. *Environmental Sciences*, 2(2–3), 81–99. <https://doi.org/10.1080/15693430500400345>
- Pegler, D. N. (1983). The genus *Lentinula* (Tricholomataceae tribe Collybieae). *Sydowia*, 36(1909), 227–239.
- Peschel, A. O., Kazemi, S., Liebichová, M., Sarraf, S. C. M., & Aschemann-Witzel, J.

- (2019). Consumers' associative networks of plant-based food product communications. *Food Quality and Preference*, 75(February), 145–156. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.02.015>
- Radnitz, C., Beezhold, B., & DiMatteo, J. (2015). Investigation of lifestyle choices of individuals following a vegan diet for health and ethical reasons. *Appetite*, 90, 31–36. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.02.026>
- Rai, R. D., & Arumuganathan, T. (2008). Technical bulletin: Post harvest technology of mushrooms. *National Research Centre for Mushroom (ICAR) Indian Council of Agricultural Research*, 213, 1–84.
- Rajapakse, P. (2011). New cultivation technology for paddy straw mushroom (*Volvariella volvacea*). *International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP7)*, 7th(January 2011), 446–451.
- Rathore, H., Prasad, S., & Sharma, S. (2017, Junho 1). Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review. *PharmaNutrition*, Vol. 5, pp. 35–46. <https://doi.org/10.1016/j.phanu.2017.02.001>
- Reis, F. S., Barros, L., Martins, A., & Ferreira, I. C. F. R. (2012). Chemical composition and nutritional value of the most widely appreciated cultivated mushrooms: An inter-species comparative study. *Food and Chemical Toxicology*, 50(2), 191–197. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.10.056>
- Reis, F. S., Martins, A., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. (2012). Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated mushrooms: A comparative study between in vivo and in vitro samples. *Food and Chemical Toxicology*, 50(5), 1201–1207. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.02.013>
- Roasio, C., & Tecnologica, C. D. I. (sem data). *PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS EN CHILE*.
- Rodrigues, C., Ruffi, G., Dra, P., Paula, F., & Queiroz, C. (2011). *Desenvolvimento e avaliação tecnológica de biscoito tipo cracker com incremento no teor de proteínas e de fibras pela incorporação de derivados de soja*. Obtido de <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/256355>
- Sabaté, J., & Soret, S. (2014). Sustainability of plant-based diets: Back to the future. *American Journal of Clinical Nutrition*, 100(SUPPL. 1), 476–482.

<https://doi.org/10.3945/ajcn.113.071522>

Sande, D., de Oliveira, G. P., Moura, M. A. F. e., Martins, B. de A., Lima, M. T. N. S., & Takahashi, J. A. (2019). Edible mushrooms as a ubiquitous source of essential fatty acids. *Food Research International*, 125(March), 108524.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108524>

Santana, Á. L., & Macedo, G. A. (2019). Challenges on the processing of plant-based neuronutraceuticals and functional foods with emerging technologies: Extraction, encapsulation and therapeutic applications. *Trends in Food Science and Technology*, 91(January), 518–529. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.019>

Santini, A., Cammarata, S. M., Capone, G., Ianaro, A., Tenore, G. C., Pani, L., & Novellino, E. (2018). Nutraceuticals: opening the debate for a regulatory framework. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 84(4), 659–672.

<https://doi.org/10.1111/bcp.13496>

Santos, M. L. S., & Booth, D. A. (1996). Influences on meat avoidance among British students. *Appetite*, 27(3), 197–205. <https://doi.org/10.1006/appe.1996.0046>

Sharif, M. K., Butt, M. S., Sharif, H. R., & Nasir, M. (2017). Sensory Evaluation and Consumer Acceptability. *Handbook of Food Science and Technology*, (October), 362–386. Obtido de <https://www.researchgate.net/publication/320466080>

Shen, H. S., Shao, S., Chen, J. C., & Zhou, T. (2017). Antimicrobials from Mushrooms for Assuring Food Safety. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(2), 316–329. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12255>

Siegrist, M., Visschers, V. H. M., & Hartmann, C. (2015). Factors influencing changes in sustainability perception of various food behaviors: Results of a longitudinal study. *Food Quality and Preference*, 46, 33–39.

<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.07.006>

Singdevsachan, S. K., Auroshree, P., Mishra, J., Baliyarsingh, B., Tayung, K., & Thatoi, H. (2016). Mushroom polysaccharides as potential prebiotics with their antitumor and immunomodulating properties: A review. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2015.11.001>

Spence, J. T. (2006). Challenges related to the composition of functional foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(SUPPL.), 2005–2007.

<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.11.007>

- Springmann, M., Wiebe, K., Mason-D'Croz, D., Sulser, T. B., Rayner, M., & Scarborough, P. (2018). Health and nutritional aspects of sustainable diet strategies and their association with environmental impacts: a global modelling analysis with country-level detail. *The Lancet Planetary Health*, 2(10), e451–e461. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30206-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30206-7)
- Synytsya, A., Míčková, K., Jablonský, I., Sluková, M., & Čopíková, J. (2008). Mushrooms of Genus *Pleurotus* as a source of dietary fibres and glucans for food supplements. *Czech Journal of Food Sciences*, 26(6), 441–446. <https://doi.org/10.17221/1361-cjfs>
- Tian, Y., Zhao, Y., Huang, J., Zeng, H., & Zheng, B. (2016). Effects of different drying methods on the product quality and volatile compounds of whole shiitake mushrooms. *Food Chemistry*, 197, 714–722. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.029>
- Valverde, M. E., Hernández-pérez, T., & Paredes-lópez, O. (2017). Inside Front Cover (Editorial Board). *Phytochemistry Letters*, 20(Table 1), IFC. <https://doi.org/10.1073/pnas.1423695112>
- Van Ba, H., Seo, H. W., Cho, S. H., Kim, Y. S., Kim, J. H., Ham, J. S., ... Pil-Nam, S. (2017). Effects of extraction methods of shiitake by-products on their antioxidant and antimicrobial activities in fermented sausages during storage. *Food Control*, 79, 109–118. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.03.034>
- Van Ba, H., Seo, H. W., Cho, S. H., Kim, Y. S., Kim, J. H., Ham, J. S., ... Pil Nam, S. (2016). Antioxidant and anti-foodborne bacteria activities of shiitake by-product extract in fermented sausages. *Food Control*, 70, 201–209. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.05.053>
- van Bussel, L. M., Kuijsten, A., Mars, M., Feskens, E. J. M., & van 't Veer, P. (2019). Taste profiles of diets high and low in environmental sustainability and health. *Food Quality and Preference*, 78(March), 103730. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103730>
- van Dooren, C., Aiking, H., & Vellinga, P. (2018). In search of indicators to assess the environmental impact of diets. *International Journal of Life Cycle Assessment*,

23(6), 1297–1314. <https://doi.org/10.1007/s11367-017-1371-2>

Wade, P. (1972). Technology of biscuit manufacture: Investigation of the role of fermentation in the manufacture of cream crackers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 23(8), 1021–1034. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740230813>

Wakchaure, G. C. (2010). Postharvest Handling of Fresh Mushrooms. *NM State University*, (February 2011), 1–4.

Wani, B. A., Bodha, R. H., & Wani, A. H. (2010). Nutritional and medicinal importance of mushrooms. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(24), 2598–2604. <https://doi.org/10.5897/jmpr09.565>

Wasser, S. (2002). Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 60(3), 258–274. <https://doi.org/10.1007/s00253-002-1076-7>

Wasser, S. P., & Weis, A. L. (1999). Medicinal Properties of Substances Occurring in Higher Basidiomycetes Mushrooms: Current Perspectives (Review). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1(1), 31–62. <https://doi.org/10.1615/intjmedmushrooms.v1.i1.30>

Wojdy, A., Figiel, A., & Lech, K. (2014). *Effect of Convective and Vacuum – Microwave Drying on the Bioactive Compounds , Color , and Antioxidant Capacity of Sour Cherries*. 829–841. <https://doi.org/10.1007/s11947-013-1130-8>

Yen, M. T., & Mau, J. L. (2007). Selected physical properties of chitin prepared from shiitake stipes. *LWT - Food Science and Technology*, 40(3), 558–563. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.10.008>

Yen, M. T., Tseng, Y. H., Li, R. C., & Mau, J. L. (2007). Antioxidant properties of fungal chitosan from shiitake stipes. *LWT - Food Science and Technology*, 40(2), 255–261. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.08.006>

Yu, Z., Ming, G., Kaiping, W., Zhixiang, C., Liquan, D., Jingyu, L., & Fang, Z. (2010). Structure, chain conformation and antitumor activity of a novel polysaccharide from *Lentinus edodes*. *Fitoterapia*, 81(8), 1163–1170. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2010.07.019>

Zamir, T. (2004). *Veganism*. 35(3), 367–379.

- Zhang, N., Chen, H., Zhang, Y., Ma, L., & Xu, X. (2013). Comparative studies on chemical parameters and antioxidant properties of stipes and caps of shiitake mushroom as affected by different drying methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(12), 3107–3113. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6151>
- Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E. J., & Ahn, D. U. (2010). Improving functional value of meat products. *Meat Science*, 86(1), 15–31. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.018>
- Zhu, F., Du, B., Bian, Z., & Xu, B. (2015).  $\beta$ -Glucans from edible and medicinal mushrooms: Characteristics, physicochemical and biological activities. *Journal of Food Composition and Analysis*. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.01.019>

## 11. ANEXOS

### 11.1 FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

#### FICHA DE AVALIAÇÃO DE PRODUTO



**Ficha de Análise Sensorial de Snack Cracker com Farinha de Shiitake**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_  
Idade: \_\_\_\_\_

**Observações:**  
A seguinte prova de análise sensorial insere-se no âmbito da realização de uma tese de mestrado em Ciências Gastronómicas. Caso seja **ALÉRGICO** a algum alimento, deverá informar desde logo o responsável pela prova de análise sensorial.

**Introdução à ficha de análise sensorial:**

- Irá receber cinco amostras de snacks codificados, que deverá avaliar individualmente. Assinale com um X a classificação que acha mais adequada para cada atributo.
- No fim ordene, por ordem de preferência, os snacks avaliados.

**Muito obrigado pela colaboração!**

Código da amostra: \_\_\_\_\_

COR

- Muito agradável
- Agradável
- Indiferente
- Desagradável
- Muito desagradável

AROMA

- Muito agradável
- Agradável
- Indiferente
- Desagradável
- Muito desagradável

ASPETO

- Muito agradável
- Agradável
- Indiferente
- Desagradável
- Muito desagradável

SABOR

- Muito agradável
- Agradável
- Indiferente
- Desagradável
- Muito desagradável

TEXTURA

- Muito agradável
- Agradável
- Indiferente
- Desagradável
- Muito desagradável

APRECIÇÃO GLOBAL

- Muito agradável
- Agradável
- Indiferente
- Desagradável
- Muito desagradável

INTENÇÃO DE COMPRA

- Compraria de certeza
- Provavelmente compraria
- Não sei se compraria
- Provavelmente não compraria
- Não compraria de certeza

Código da amostra: \_\_\_\_\_

- | <u>COR</u>                                  | <u>AROMA</u>                                | <u>ASPETO</u>                               | <u>SABOR</u>                                |
|---|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Muito agradável    |
| <input type="checkbox"/> Agradável          | <input type="checkbox"/> Agradável          | <input type="checkbox"/> Agradável          | <input type="checkbox"/> Agradável          |
| <input type="checkbox"/> Indiferente        | <input type="checkbox"/> Indiferente        | <input type="checkbox"/> Indiferente        | <input type="checkbox"/> Indiferente        |
| <input type="checkbox"/> Desagradável       | <input type="checkbox"/> Desagradável       | <input type="checkbox"/> Desagradável       | <input type="checkbox"/> Desagradável       |
| <input type="checkbox"/> Muito desagradável |

- | <u>TEXTURA</u>                              | <u>APRECIÇÃO GLOBAL</u>                     | <u>INTENÇÃO DE COMPRA</u>                            |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Muito agradável    | <input type="checkbox"/> Muito agradável    | <input type="checkbox"/> Compraria de certeza        |
| <input type="checkbox"/> Agradável          | <input type="checkbox"/> Agradável          | <input type="checkbox"/> Provavelmente compraria     |
| <input type="checkbox"/> Indiferente        | <input type="checkbox"/> Indiferente        | <input type="checkbox"/> Não sei se compraria        |
| <input type="checkbox"/> Desagradável       | <input type="checkbox"/> Desagradável       | <input type="checkbox"/> Provavelmente não compraria |
| <input type="checkbox"/> Muito desagradável | <input type="checkbox"/> Muito desagradável | <input type="checkbox"/> Não compraria de certeza    |

Coloque por ordem crescente os códigos das bolachas de acordo com a sua preferência. (Preencha o código da amostra)

\_\_\_\_\_

- apreciado + apreciado

Observações: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_