

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

CAMPUS LAGOA DO SINO

Kelvin Henrique Seixas de Oliveira

**UTILIZAÇÃO DE COGUMELOS E SEUS SUBPRODUTOS NO
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS CÁRNEOS**

Buri

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

CAMPUS LAGOA DO SINO

Kelvin Henrique Seixas de Oliveira

**UTILIZAÇÃO DE COGUMELOS E SEUS SUBPRODUTOS NO
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS CÁRNEOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como exigência parcial para a obtenção do grau
de Bacharel em Engenharia de Alimentos na
Universidade Federal de São Carlos.

Orientação: Prof. Dr^a. Miriam Mabel Selani

Buri

2023

Oliveira, Kelvin Henrique Seixas de

Utilização de cogumelos e seus subprodutos no desenvolvimento de produtos cárneos / Kelvin Henrique Seixas de Oliveira -- 2023.

41f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus Lagoa do Sino, Buri

Orientador (a): Miriam Mabel Selani

Banca Examinadora: Priscilla Siqueira Melo, Edison

Tutomu Kato Junior

Bibliografia

1. Produto cárneo, Subprodutos, Cogumelos. I. Oliveira, Kelvin Henrique Seixas de. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Lissandra Pinhatelli de Britto - CRB/8 7539

KELVIN HENRIQUE SEIXAS DE OLIVEIRA

UTILIZAÇÃO DE COGUMELOS E SEUS SUBPRODUTOS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS CÁRNEOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos na Universidade Federal de São Carlos. Buri, 09 de março de 2023.

Aprovado em: 09/03/2023.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 MIRIAM MABEL SELANI
Data: 09/03/2023 19:38:59-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Profa. Dra. Miriam Mabel Selani (Orientador)
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)



Profa. Dra. Priscilla Siqueira Melo
Dra. em Ciência e Tecnologia de Alimentos – ESALQ/USP

Documento assinado digitalmente
 EDISON TUTOMU KATO JUNIOR
Data: 09/03/2023 16:55:03-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Edison Tutomu Kato Junior
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

AGRADECIMENTO

O percurso foi grande nesta graduação, marcada por diversas descobertas, encontros, medos e alegrias. O caminho não foi fácil, desde o momento dos estudos para o ingresso na universidade até as últimas entregas para conclusão do curso. O trabalho presente marca e finaliza uma experiência incrível, aprendizagem e companheirismo durante toda a graduação.

Inicialmente, agradeço a Deus por toda força concedida durante os períodos de faculdade e por sempre estar comigo independente das situações na minha vida.

Aos meus pais, Cláudia e Gilmar por nunca desistirem de proporcionar uma vida melhor para mim e minhas irmãs e sempre fazendo o possível e impossível para nossa educação. As minhas irmãs Quênia e Kathleen, por sempre me incentivar na busca de um futuro melhor, motivações e companheirismo. Eu sou eternamente grato a vocês. Eu amo vocês minha família.

Gabrielle Vaz, Mônica Navarro e Rafaela Coelho sou eternamente grato e sempre reconhecerei o quão vocês foram importantes e são na minha vida, eu tenho certeza de que a caminhada durante a graduação sem vocês seria sem graça, sem cor e difícil! Eu sou completamente grato por ter dividido essa experiência com vocês!

Ao meu professor surreal e maravilhoso Johny Sá do Amaral por não só me ensinar a nunca desistir dos meus sonhos, como também por ser um super amigo. Ao meu namorado Edinho, por sempre me incentivar nos meus estudos, durante os dias difíceis.

À minha orientadora Prof.^a. Dr.^a. Miriam Mabel Selani, por ter aceitado me orientar durante toda construção deste trabalho e por todo aprendizado durante a graduação. Eu sou muito grato por toda dedicação, tempo, ensinamentos e todo apoio nas etapas deste trabalho. Sem você, nada disso seria possível. Professora, sua ajuda foi essencial para a finalização da minha graduação.

À banca examinadora por ter aceitado o convite e por todo tempo cedido para o fechamento deste trabalho.

A todos professores, pelos ensinamentos, compreensão, ajuda e experiências compartilhadas. Vocês foram essenciais para meu desenvolvimento e minha formação como um bom profissional.

A Universidade Federal de São Carlos pela oportunidade, bolsa auxílio e acolhimento durante toda a minha graduação.

RESUMO

OLIVEIRA, Kelvin Henrique Seixas. **Utilização de cogumelo e subprodutos no desenvolvimento de produtos cárneos**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Lagoa do Sino, Buri, 2023.

Os produtos cárneos, alimentos amplamente consumidos no Brasil e no mundo, apresentam diversos componentes relevantes para a saúde, como ácidos graxos, minerais (especialmente ferro), vitaminas, como a B12 e proteínas de alto valor biológico. Entretanto, seu alto consumo pode afetar negativamente a saúde humana, pois apresentam quantidades elevadas de gorduras saturadas, sódio, colesterol e aditivos químicos. Por essa razão, a população tem demandado cada vez mais produtos que confirmam benefícios à saúde. Diante disso, há uma tendência atual de estudos que buscam alternativas para tornar os produtos cárneos mais saudáveis, com destaque para o uso dos cogumelos comestíveis e seus subprodutos. O objetivo desta revisão bibliográfica é dar um panorama geral sobre o uso dos cogumelos comestíveis e seus subprodutos em produtos cárneos, a fim de compreender como eles interferem nas propriedades físico-químicas, tecnológicas e sensoriais dos produtos reformulados quando aplicados como antioxidantes, extensores de carne e realçadores de sabor. Estudos têm demonstrado que os cogumelos e seus subprodutos apresentam características interessantes para a elaboração e reformulação de produtos cárneos e que sua aplicação tem conferido características tecnológicas interessantes aos produtos, além de torná-los mais saudáveis, naturais e sustentáveis. É importante que mais estudos sejam realizados, a fim de aprofundar os conhecimentos sobre esta reformulação e viabilizar a aplicação industrial dos cogumelos e seus subprodutos em produtos cárneos.

Palavras-chave: Cogumelos. Subprodutos. Antioxidantes. Realçador de sabor. Extensor de carne. Produtos cárneos

ABSTRACT

Meat products, foods widely consumed in Brazil and worldwide, have several components relevant to health, such as fatty acids, minerals (especially iron), vitamins such as B12 and proteins of high biological value. However, their high consumption can negatively affect human health, as they contain high amounts of saturated fat, sodium, cholesterol and chemical additives. For this reason, the population has increasingly demanded products that offer health benefits. In view of this, there is a current trend of studies that seek alternatives to make meat products healthier, with emphasis on the use of edible mushrooms and their by-products. The aim of this bibliographic review is to provide an overview of the use of edible mushrooms and their by-products in meat products, in order to understand how they interfere with the physical-chemical, technological and sensory properties of reformulated products when applied as antioxidants, meat extenders and flavor enhancers. Studies have shown that mushrooms and their by-products have interesting characteristics for the preparation and reformulation of meat products and that their application has given interesting technological characteristics to products, in addition to making them healthier, more natural and sustainable. It is important that more studies are carried out in order to deepen the knowledge about this reformulation and to make possible the industrial application of mushrooms and their by-products in meat products.

Keywords: Mushrooms. By-products. Antioxidants. Flavor enhancer. Meat extender. Meat products.

SUMÁRIO

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 2. | OBJETIVO | 12 |
| 3. | METODOLOGIA..... | 12 |
| 4. | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 12 |
| 4.1. | PRODUTOS CÁRNEOS | 12 |
| 4.2. | PRODUÇÃO DE COGUMELOS | 15 |
| 4.3. | COGUMELOS | 17 |
| 4.3.1. | COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DOS COGUMELOS | 17 |
| 4.4. | SUBPRODUTOS DE COGUMELOS | 20 |
| 4.5. | ANTIOXIDANTES..... | 21 |
| 4.6. | EXTENSORES DE CARNE..... | 23 |
| 4.7. | REALÇADORES DE SABOR | 24 |
| 4.8. | APLICAÇÃO DE COGUMELOS E SEUS SUBPRODUTOS EM PRODUTOS CÁRNEOS | 26 |
| 5. | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 33 |
| | REFERÊNCIAS | 34 |

1. INTRODUÇÃO

Com recorde em 2021, o agronegócio contribuiu com 27,5% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (CEPEA, 2022). Para 2022, o Cepea (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada) estimou a participação do setor em 25%, em decorrência do alto custo dos insumos para a produção agrícola (CEPEA, 2022). Desta forma, mesmo com a diminuição da porcentagem do PIB entre os anos, constata-se que o segmento ainda tem grande participação na economia, fortalecendo a relevância do agronegócio para o Brasil.

É importante evidenciar que por trás dos resultados alcançados, ocorre a geração de grande quantidade de resíduos/subprodutos nas cadeias do agronegócio. Ademais, os subprodutos gerados possuem alto teor de matéria orgânica, sendo essencial que sejam tratados/descartados de forma correta para não impactar negativamente o meio ambiente. Sendo assim, por motivos ambientais e financeiros, ações sustentáveis, como reciclar ou reutilizar esses materiais, agregando valor a eles, é sempre desejável (AGUEDO et al., 2012).

A fim de reduzir e prevenir a geração de resíduos, foi estabelecido pelo Estado brasileiro a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/10), que confere ações sustentáveis que viabilizem a destinação correta dos dejetos que não podem ser reciclados e a reutilização dos subprodutos que podem ter valor agregado (BRASIL, 2010). Desta forma, dentre os diversos subprodutos que podem ser gerados na agroindústria, evidencia-se os subprodutos de cogumelo (especialmente os estipes).

A produção de cogumelo no país tem ganhado mais espaço, mesmo que o mercado interno ainda seja abastecido pela China. A Associação Nacional dos Produtores de Cogumelos (ANPC) estimou que em 2013 existiam mais de 300 produtores, sendo micro e pequenos agricultores familiares e que a produção de cogumelo “in natura” girava em torno de 12.000 toneladas (ANPC, 2013). Como efeito da produção, há geração de resíduo, particularmente do estipe, que representa de 25 a 33% do peso do produto (CHOU; SHEIH; FANG, 2013).

Os cogumelos são caracterizados por conterem diversos nutrientes, como polissacarídeos, proteínas, ácidos graxos, vitaminas e fibras alimentares (XU et al., 2019). A presença de compostos umami (aminoácidos ácido aspártico e glutâmico e 5'-nucleotídeos), característica diferencial desses produtos, torna os cogumelos alimentos com sabores únicos, com potencial de realçar os sabores dos alimentos (SUN et al., 2020). De acordo com alguns estudos, os subprodutos de cogumelos ainda contêm teores consideráveis de compostos antioxidantes (polifenóis) e fibras alimentares (BA et al., 2016) (BANERJEE, et al., 2020).

Estas características conferem aos cogumelos e seus subprodutos interessantes possibilidades para substituir proteína animal, gordura e aditivos, como o glutamato monossódico e antioxidantes sintéticos, os quais são amplamente utilizados em produtos cárneos. Considerando que os produtos cárneos apresentam, em geral, alto teor de gorduras saturadas, sódio, colesterol e aditivos químicos, a utilização do cogumelo e o reuso dos subprodutos da sua produção pode convertê-los em matérias-primas/ingredientes de alto valor agregado e potencial de aplicação na indústria cárnea, construindo ações sustentáveis e reduzindo, assim, os impactos ambientais.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura visando levantar e atualizar dados sobre a utilização de cogumelos e seus subprodutos no desenvolvimento de produtos cárneos, bem como verificar sua aplicabilidade e possíveis impactos gerados nesses alimentos.

3. METODOLOGIA

Foi realizado um estudo de revisão de literatura referente à utilização de cogumelos e seus subprodutos no desenvolvimento de produtos cárneos. Dentre as bases de dados consultadas estão o Google Acadêmico, *Science Direct*, SciELO e Periódicos Capes. Para esta revisão foram consultados artigos científicos, livros, teses, dissertações e bancos de dados estatísticos. A busca bibliográfica ocorreu no mês de novembro de 2022. No levantamento da literatura, foram empregados os termos “cogumelos e produtos cárneos”, “subprodutos de cogumelos e produtos cárneos”, “resíduos de cogumelos e produtos cárneos”, “estipes de cogumelos e produtos cárneos” e seus respectivos termos em inglês: “*mushroom and meat products*”, “*mushroom byproducts and meat products*”, “*mushroom residues and meat products*”, “*mushroom waste and meat products*” e “*mushroom stipes and meat products*”.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1. PRODUTOS CÁRNEOS

Compreende-se que produtos cárneos são fabricados a partir de carne fresca, que é submetida a processos, como cozimento, defumação, salga ou adição somente de

condimentos e temperos (EMBRAPA, 2021). Revisitando a legislação brasileira de alimentos, carne “*é todaparte muscular comestível de animais abatidos e considerados aptos para o consumo humano, através da vistoria veterinária oficial*”. Outra caracterização é a carne *in natura*, sendo definida pela legislação brasileira “*como as carnes que não foram empregadas nenhum tipo de tratamento de conservação distinto da utilização de frio (carne congelada e resfriada), mantendo suas características naturais sem adição de ingredientes (não se permite o uso de aditivos)*”. Os produtos cárneos processados/industrializados são definidos pela legislação como “*produtos produzidos à base de carne/e ou subprodutos cárneos comestível, incorporado ou não outros ingredientes*” (BRASIL, 2019). Vale destacar que o processamento da carne fresca não só confere a possibilidade de novos produtos, diminuição de perecibilidade, como também facilita a logística, armazenamento e prolonga a vida útil (EMBRAPA, 2021).

A agregação de valor em produtos derivados da carne é o diferencial no processo produtivo, pois como alternativa podem ser empregados cortes que não serviriam para o consumo *in natura*. Como exemplo, o desenvolvimento de produtos embutidos ocorreu a partir da demanda de aumentar a vida útil de carnes, sendo notado que, ao salgar, picar, adicionar condimentos, embutir e secar, os produtos apresentavam propriedades sensoriais agradáveis e vida de prateleira ampliada (ORDONEZ et al., 2005). Deste modo, o processamento da carne incentiva a diversificação de produtos cárneos disponíveis no mercado, além de contribuir para a geração de empregos (EMBRAPA, 2021).

O consumo de carne e produtos cárneos no Brasil é considerável. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2017-2018), através do inquérito nacional sobre alimentação utilizando recordatório de 24 horas, de todos os itens alimentares citados pelos participantes, as maiores frequências de consumo de carnes e produtos cárneos se referem à carne bovina, suína e de aves, correspondendo à 38,2%, 6,7% e 30,8%, respectivamente (Tabela 1). Já na comparação por sexo, as mulheres demonstram menores frequências de consumo nessas categorias. No que diz respeito ao consumo alimentar médio per capita, a carne bovina apresentou 50,02 g/dia, a carne suína 15,8 g/dia e a carne de aves 47,4 g/dia. No contexto dos produtos cárneos, os que apresentaram as maiores frequências de consumo alimentar foram a linguiça (5,8%) e mortadela (1,7%), seguidas da salsicha e presunto (ambos com 1,6%). Já o consumo alimentar médio per capita foi de 3,9 g/dia para a linguiça, 1,1 g/dia para a salsicha, 0,6 g/dia para a mortadela e 0,4 g/dia para o presunto.

Tabela 1 - Frequência de consumo alimentar, consumo alimentar médio per capita e percentual de consumo fora do domicílio, por sexo, segundo os alimentos e preparações - Brasil - 2017-2018

| Alimentos e preparações | Frequência do consumo alimentar (%) | | | Consumo alimentar médio per capita (g/dia) | | | Consumo fora do domicílio (% e, relação ao total consumido) | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|-------|--------|--|-------|--------|---|-------|--------|
| | Total | Homem | Mulher | Total | Homem | Mulher | Total | Homem | Mulher |
| Carne Bovina | 38,2 | 40,5 | 36,0 | 50,02 | 59,8 | 41,4 | 14,1 | 15,3 | 12,4 |
| Carne Suína | 6,7 | 7,5 | 6,0 | 15,8 | 20,2 | 11,9 | 10,7 | 11,7 | 9,3 |
| Aves | 30,8 | 30,9 | 30,7 | 47,4 | 53,8 | 41,6 | 10,8 | 11,8 | 9,7 |
| Carnes Salgadas | 1,9 | 1,9 | 1,8 | 2,5 | 2,7 | 2,3 | 5,4 | 6,5 | 4,1 |
| Linguiça | 5,8 | 5,8 | 5,8 | 3,9 | 4,3 | 3,5 | 9,7 | 9,0 | 10,4 |
| Salsicha | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,1 | 1,2 | 0,9 | 11,4 | 13,9 | 8,4 |
| Mortadela | 1,7 | 2,2 | 1,4 | 0,6 | 0,8 | 0,4 | 3,9 | 4,0 | 3,8 |
| Presunto | 1,6 | 1,8 | 1,4 | 0,4 | 0,5 | 0,3 | 9,0 | 9,4 | 8,4 |
| Outros frios e embutidos | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 13,3 | 9,8 | 17,9 |

Fonte: IBGE 2018

O consumo de produtos cárneos faz parte da cultura alimentar mundial (PINTADO; DELGADO-PANDO, 2020). No Brasil, os dados apresentados na Tabela 1 mostram que os produtos cárneos se caracterizam como um relevante alimento na dieta da população. Estes produtos apresentam em sua composição importantes nutrientes, como ácidos graxos, minerais, peptídeos, vitaminas, entre outros, além de serem alimentos atrativos, de praticidade e que se apresentam como estratégias para reduzir o desperdício e aumentar a vida útil da carne fresca (KONONIUK; KARWOWSKA, 2020, PINTADO; DELGADO-PANDO, 2020).

Não obstante, torna-se falaciosa a crença de que o consumo excessivo de produtos cárneos não tem impacto efetivo na saúde das pessoas. Quantidades altas de sódio, colesterol, gorduras saturadas e aditivos em produtos cárneos (PAGLARINI et al., 2018) favorecem o aumento no risco de doenças metabólicas, como obesidade, diabetes tipo 2, hipertensão, doenças crônicas e doenças cardiovasculares (OZVURAL; VURAL, 2008).

Os hábitos alimentares atuais dos consumidores estão em transformação, uma vez que a maior conscientização da população sobre a importância da dieta para a saúde tem implicado na busca por alimentos mais saudáveis e colaborado para o aumento das pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de alimentos funcionais (KONONIUK; KARWOWSKA, 2020). No processamento de produtos cárneos é usual a utilização de diversas especiarias, açúcares, carboidratos, agentes aromatizantes, aditivos sintéticos,

enzimas na formulação. Por outro lado, estudos prévios têm mostrado a importância e o potencial da aplicação de ingredientes naturais na indústria cárnea, de forma a obter produtos mais saudáveis, naturais e com propriedades funcionais. Desta forma, a incorporação de ingredientes como vegetais, cogumelos, probióticos, dentre outros, em produtos cárneos pode auxiliar na oferta de alimentos de melhor qualidade nutricional e funcional, beneficiando a saúde do consumidor (VELEMIR et al., 2020).

4.2.PRODUÇÃO DE COGUMELOS

Os cogumelos estão presentes na cultura mundial e têm sido muito usados na dieta humana, não só para fins medicinais, como também na gastronomia. De acordo com a FAO, em 2021, a produção mundial de cogumelos e trufas alcançou 44 milhões de toneladas, quintuplicando a produção de 2000 (FAOSTAT, 2021). Em especial, no Brasil, o cultivo de cogumelos está cada vez mais ganhando espaço (ANPC, 2013), não só devido à popularização da culinária oriental, com conseqüente aumento no número de novos restaurantes orientais ao longo dos anos no país, ao crescimento do veganismo e do vegetarianismo no Brasil, como também devido à mudança do hábito alimentar dos brasileiros, que têm buscado alimentos mais saudáveis (SANTOS, 2011).

A maior concentração de produtores de cogumelo no Brasil está no estado de São Paulo (Mogi das Cruzes, Pinhalzinho, Ibiúna, Sorocaba, Salto, Cabreúva, Juquitiba e Valinhos) e no Paraná (Castro, Tijucas do Sul e Curitiba). Uma menor concentração é também verificada em outros estados, como Minas Gerais, Rio de Janeiro, Sul da Bahia, Pernambuco, Brasília e Rio Grande do Sul. Além disso, de acordo com dados da ANPC, em 2013 existiam mais de 300 produtores de cogumelos no Brasil, sendo micro e pequenos agricultores familiares e a produção de cogumelo “in natura” girava em torno de 12.000 toneladas, cuja atividade estava atrelada à geração de mais de 3.000 empregos diretos (ANPC, 2013).

No Brasil, dentre as espécies mais cultivadas, estão a *Agaricus bisporus* (champignon de Paris), sendo produzida por 52,2% dos produtores, a *Lentinula edodes* (shiitake), contabilizando 16,44%% dos produtores e o *Pleurotus* (shimeji ou hiratake), contabilizando 24,55% dos produtores (GOMES et al., 2016). A Tabela 2 apresenta a produção brasileira estimada em tonelada/ano em 2011, demonstrando as espécies de cada cogumelo.

Tabela 2 - Produção estimada de cogumelos produzidos no Brasil em 2011

| Espécie de cogumelos cultivados no Brasil | Produção Estimada (toneladas/ano) |
|--|-----------------------------------|
| <i>Agaricus bisporus</i> (Champignon de Paris) | 8.000 |
| <i>Pleurotus</i> spp | 2.000 |
| <i>Lentinula edodes</i> (Shiitake) | 1.500 |
| <i>Agaricus blazei</i> murrill | 500 |
| Outros | 50 |

Fonte: ANPC, 2013

A baixa produção de cogumelos no Brasil implica no fato também da forma de produção realizada. O cultivo é feito quase que exclusivamente em madeira e serragens, com emprego de alguns substratos, como palha de trigo, farelo de arroz e compostos orgânicos, o que leva ao corte de árvores desnecessário (EMBRAPA, 2017).

O consumo brasileiro per capita de cogumelo era próximo de 160 gramas/habitante/ano. Tal valor é decorrente da cultura e falta de conhecimento do preparo do cogumelo e de seus benefícios. No entanto, em países europeus (França, Itália, Alemanha, etc) o consumo per capita é acima de 2 kg e em países asiáticos, como, China e Coreia do Sul está por volta de 8 kg por habitante (ANPC, 2013).

A produção de cogumelos mundialmente se centraliza em certos países, como, China, Polônia, Estados Unidos, entre outros, e tem crescido consideravelmente. A produção de cogumelos e trufas em 2005 equivalia a 15,6 milhões de toneladas, chegando a 44 milhões de toneladas no mundo em 2021 (FAOSTAT, 2021). Dentre os principais produtores de cogumelos, a China se sobressai, com mais de 41 milhões de toneladas em 2021 (FAOSTAT, 2021). Apesar do Brasil apresentar baixa produção de cogumelo comparado a outros países (Tabela 3), vale evidenciar que a produção de cogumelo no país exerce uma função social e alternativa de renda, especialmente para os micros e pequenos produtores da agricultura familiar (ANPC, 2013).

Tabela 3 - Top 10 países produtores de cogumelos e trufas em 2021

| País | Produção (toneladas) |
|----------------|----------------------|
| China | 41.126.850 |
| Polônia | 378.800 |
| Estados Unidos | 343.820 |
| Holanda | 260.000 |
| Índia | 243.000 |
| Espanha | 163.800 |
| Canadá | 137.796 |
| França | 99.110 |
| Alemanha | 83.800 |
| Irlanda | 68.210 |

Fonte: FAOSTAT (2021).

4.3. COGUMELOS

Os cogumelos são caracterizados como os corpos de frutificação de fungos filamentosos macroscópicos (FEENEY; MILLER; ROUPAS, 2014). Os fungos são caracterizados como seres eucarióticos, unicelulares (uma única célula) ou pluricelulares (células agrupadas, formando as hifas) (HAWKSWORTH *et al.*, 1995). Dentre os cogumelos comestíveis, estão presentes dois grupos de fungos, sendo eles *Ascomycotina* (ascomicetos) e *Basidiomycotina* (basidiomicetos) (HERRERA, 2001). No grupo *Ascomycotina*, encontram-se os fungos comestíveis com relevância econômica, como leveduras, morchelas e trufas comestíveis. Já no grupo *Basidiomycota* estão presentes os cogumelos comestíveis, alucinógenos, venenosos e tóxicos (RAVEN *et al.*, 2007).

4.3.1. COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DOS COGUMELOS

Os cogumelos apresentam alto valor nutricional e baixo valor calórico, contendo diversos nutrientes, como polissacarídeos, proteínas, ácidos graxos, vitaminas, fibras alimentares, entre outros (XU *et al.*, 2019). Os componentes podem variar de acordo com a espécie e composição genética (CHANG; MILES, 1989). Em geral, em termos nutricionais, os cogumelos comestíveis apresentam alto teor proteico (base seca).

Os dados apresentados na Tabela 4 mostram os teores de proteína, carboidrato total, lipídio, fibra alimentar e valor energético de seis espécies de cogumelos com maior relevância mundialmente. Os cogumelos são caracterizados por conter de 4 a 43% em peso seco de proteína. Outro fator importante é a digestibilidade da proteína, já que estudo realizado em humanos e ratos relataram valores de 71% a 90% de digestibilidade das proteínas dos fungos (BADO, 1994).

Com a visão da moderna nutrição, entende-se que a quantidade de aminoácidos essenciais afeta significativamente o valor nutricional de um alimento. São 9 aminoácidos essenciais (histidina, isoleucina, leucina, valina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano) que não são produzidos pelo organismo humano. Sendo assim, é importante obtê-los por meio dos alimentos, sendo prejudicial à saúde sua falta ou o baixo teor (EMBRAPA, 2017). Nesse contexto, em vegetais, o conteúdo de aminoácidos essenciais é baixo, e em grãos, um ou dois tipos são limitados; por outro lado, em cogumelos, todos os aminoácidos essenciais que são benéficos à saúde humana estão presentes, sendo ricos em isoleucina, lisina, leucina e histidina (STAMETS, 1993). Importante destacar que o

percentual de cisteína e metionina de cogumelos e vegetais são similares (ANDRADE, 2015; BADO, 1994).

Em fungos, nota-se que existe alta porcentagem de carbono em sua parede celular, o que implica, de certa forma, em alta quantidade de carboidrato em cogumelos frescos. Desta forma, a porcentagem de carboidrato em diferentes cogumelos varia entre 51% e 81,8% (Tabela 4), sendo os carboidratos mais abundantes encontrados na parede celular as moléculas de pentoses, hexoses e dissacarídeos. Na fase jovem, a trealose é o carboidrato comumente encontrado nos corpos de frutificação. Já na fase adulta, a molécula é hidrolisada a glicose (ALBERTÓ, 2008).

Tabela 4 - Teores (em peso seco) de proteína bruta, carboidrato, gordura, fibras e valor energético de alguns cogumelos comestíveis cultivados.

| Cogumelo | Proteína (%) | Carboidrato (%) | Gordura (%) | Fibra (%) | Valor energético (Kcal/100 g) |
|-----------------------------|--------------|-----------------|-------------|-----------|-------------------------------|
| <i>Agaricus bisporus</i> | 23,9–34,8 | 51,3–62,5 | 1,7–8,0 | 8,0–10,4 | 328–381 |
| <i>Auricularia</i> spp. | 4,2–7,7 | 79,9–87,6 | 0,8–9,7 | 11,9–19,8 | 347–384 |
| <i>Flammulina velutipes</i> | 17,6 | 73,1 | 1,9 | 3,7 | 378 |
| <i>Lentinula edodes</i> | 13,4–17,5 | 67,5–78,0 | 4,9–8,0 | 7,3–8,0 | 387–392 |
| <i>Pleurotus ostreatus</i> | 10,5–30,4 | 57,6–81,8 | 1,6–2,2 | 7,5–8,7 | 345–367 |
| <i>Volvariella volvacea</i> | 21,3–43,0 | 50,9–60,0 | 0,7–6,4 | 4,4–13,4 | 254–374 |

Fonte: Miles e Chang (1997).

Não só a parede celular é rica em carboidratos, como também é rica em fibras, que atuam acelerando o trânsito intestinal, diminuindo os riscos de ocorrência de câncer de cólon, do reto e de doenças cardíacas. O teor de fibra varia entre as espécies, onde o fungo *Flammulina velutipes* tem em média 4% de fibras e os fungos da espécie *Auricularia* podem apresentar até 20%. Em geral, o teor de fibras está entre 3,7% e 19,8% (Quadro 1), sendo a quitina o componente essencial da fibra na parede celular dos fungos (ALBERTÓ, 2008).

O consumo excessivo de gordura, especialmente gorduras saturadas, pode contribuir para o aumento de doenças cardiovasculares e circulatórias. Assim, está crescendo cada vez mais entre os consumidores a procura por alimentos com baixo teor de gordura e melhor perfil lipídico. Entre eles estão os cogumelos, que possuem maior teor de ácidos graxos insaturados em comparação aos ácidos graxos saturados (Tabela 5). Em geral, os cogumelos apresentam de 14% a 25% de ácidos graxos saturados e de 74% a 85% de ácidos graxos insaturados, com destaque para o ácido linoleico (ômega 6) (40% a 69%).

Tabela 5 - Teores de ácidos graxos saturados e insaturados de alguns cogumelos comestíveis cultivados.

| Cogumelo | Ácido graxo saturado (%) | Ácido graxo insaturado (%) | |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------|
| | | Total | Ácido linoleico |
| <i>Agaricus bisporus</i> | 19,5 | 80,5 | 69,2 |
| <i>Auricularia auricula</i> | 25,8 | 74,2 | 40,4 |
| <i>Lentinula edodes</i> | | | |
| Dongko (padrão) | 19,9 | 80,1 | 67,8 |
| Craky (superior) | 20,4 | 79,6 | 76,2 |
| <i>Pleurotus sajor-caju</i> | 20,7 | 79,3 | 62,9 |
| <i>Tremella fuciformis</i> | 22,8 | 77,2 | 28,0 |
| <i>Volvariella volvacea</i> | 14,6 | 85,4 | 69,9 |

Fonte: Amazonas (1999).

Os cogumelos comestíveis possuem teor considerável de vitaminas, como a tiamina, riboflavina, ácido pantotênico, niacina, biotina e ácido ascórbico. As vitaminas são essenciais para o bom funcionamento do metabolismo, uma vez que contribuem para combater diversas doenças. A falta de vitamina C, por exemplo, é a causa de doenças como o escorbuto, que ocasiona hemorragias, sangramentos nas gengivas, queda dos dentes, fadiga em adultos, nervosismo em crianças e insônia; devido ao seu potencial antioxidante, atua também na prevenção de arteriosclerose. Já a ausência de vitamina B1 pode causar beribéri, acarretando deficiência cardíaca, distúrbio digestivo, perturbações nervosas e edemas. A deficiência em vitamina B2 (riboflavina) pode gerar lesões de epitélio, como ruptura na mucosa da boca, dos lábios, das bochechas e da língua. Vale destacar que os cogumelos contêm mais riboflavina que o teor encontrado em vegetais (EMBRAPA, 2017).

Outra característica a se destacar nos cogumelos é a presença de compostos umami, característica diferencial desses produtos, que os tornam alimentos com sabores únicos, com potencial de realçar os sabores dos alimentos (SUN et al., 2020).

Nesse contexto, verifica-se o potencial do cogumelo como ingrediente alimentício, podendo ser empregado como substituto da proteína animal na elaboração de novos produtos, não só para público vegano/vegetariano, mas também para consumidores que desejam reduzir a ingestão de carne (BECKER, 2020). Além disso, devido à sua composição em nutrientes, possui potencial para ser utilizado para o enriquecimento nutricional, sendo um alimento importante no desenvolvimento de produtos alimentícios mais saudáveis.

4.4.SUBPRODUTOS DE COGUMELOS

A partir de novos estudos e pesquisas ao longo do tempo, tornou mais rico e avançado o conhecimento em biotecnologia de cogumelos comestíveis, o que tem contribuído ao desenvolvimento desses alimentos (ZHANG et al., 2013) e possibilitado que a produção mundial de cogumelos chegasse a mais de 41 milhões de toneladas em 2021 (FAOSTAT, 2021).

Nesse contexto, verifica-se um alto volume de resíduos produzidos nas etapas de colheita e processamento, sendo o estipe o subproduto principal, correspondendo a aproximadamente de 25-33% do peso do cogumelo (CHOU; SHEIH; FANG, 2013). Estudo de Li et al. (2018) comparou a composição nutricional do píleo (chapéu) e do estipe (talo) de shitake e verificou maiores teores de umidade, proteína e cinzas no píleo e maiores teores de fibra e açúcares no estipe (Tabela 6).

Tabela 6 - Comparação da composição nutricional do píleo e estipe do cogumelo shitake

| Componente (g/kg base úmida) | Píleo (chapéu) | Estipe (talo) |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Umidade | 914,91±4,60 ^a | 872,65±2,83 ^b |
| Proteína | 284,35±0,74 ^a | 188,68±0,04 ^b |
| Lípídeo | 21,22±0,06 ^a | 20,73±0,01 ^a |
| Fibra | 25,68±0,07 ^b | 82,94±0,02 ^a |
| Açúcar total | 420,16±1,08 ^b | 439,56±0,10 ^a |
| Cinza | 62,60±0,16 ^a | 41,47±0,01 ^b |

Fonte: Li et al. (2018)

Devido à presença de compostos importantes em sua composição, os subprodutos de cogumelos descartados podem ser reaproveitados, possibilitando ganhos econômicos para o produtor/indústria e menor impacto negativo ao meio ambiente (ZHANG et al., 2013). De acordo com alguns estudos, os subprodutos de cogumelos ainda contêm teores consideráveis de compostos antioxidantes (polifenóis), fibras alimentares (BA et al., 2016) (BANERJEE, et al., 2020) e compostos umami, que podem ser empregados para a produção de realçadores de sabor naturais (POOJARY et al., 2017b, CHO, CHOI, KIM et al., 2010). Ademais, a partir do conhecimento do valor nutritivo dos cogumelos, espera-se que o estipe apresente composição semelhante, o que o torna um subproduto potencial para mais estudos sobre sua aplicabilidade na indústria de alimentos, colaborando positivamente com a sustentabilidade (FURLANI; GODOY, 2007).

Nessa vertente, com o grande volume de subprodutos gerados, torna-se viável a aplicação em outros setores, a fim de possibilitar não só a funcionalidade, como também, agregar valor a esses subprodutos. Deste modo, uma alternativa para os cogumelos e seus subprodutos é o uso na fabricação de alimentos, como os produtos cárneos, atuando como realçadores de sabor, extensores de carne e antioxidantes naturais.

4.5.ANTIOXIDANTES

A aplicação de antioxidantes nos alimentos começou por volta de 1940, época em que povos americanos e indianos adotaram o uso de substâncias naturais extraídas de cascas de árvores e verificaram resultados significativos na conservação de gorduras vegetais e animais. Com o passar do tempo, verificou-se que tal resultado era devido à presença de compostos fenólicos (COULTER, 1988). Em paralelo, com o avanço da produção de cogumelos comestíveis, notou-se não só a presença de fibras alimentares, proteínas, vitaminas, minerais, como também a presença de compostos fenólicos, que podem atuar como antioxidante natural (EMBRAPA, 2017).

Os compostos fenólicos fazem parte da dieta humana. Molecularmente, são caracterizados por conterem pelo menos um anel aromático e um ou mais grupos hidroxila, podendo ocorrer na forma de moléculas livres ou conjugadas a açúcares, ácidos e outras biomoléculas, sendo classificados em fenóis simples, ácidos fenólicos, flavonoides, xantonas, estilbenos e lignanas (VUOLO et al., 2019). Uma característica muito importante é que os compostos fenólicos conseguem estabilizar radicais livres ao doarem um elétron ou hidrogênio, apresentando grande poder antioxidante (HELENO et al., 2015; ROLEIRA et al., 2015; SKROVANKOVA et al., 2015).

É importante ressaltar que os antioxidantes têm função essencial no metabolismo, auxiliando na prevenção de doenças neurodegenerativas (JEONG et al., 2011), processos inflamatórios (DENNY et al., 2014), câncer (CHOUDHURY et al., 2010) e doenças cardiovasculares (VINSON et al., 1995). Já no contexto industrial alimentício, especialmente em óleos, gorduras e produtos ricos em gordura, como os produtos cárneos, é empregado para elevar a vida útil, a fim de retardar a oxidação lipídica (reação deteriorativa que contribui para a redução da qualidade nutricional e alteração sensorial decorrente da produção de compostos voláteis indesejáveis, bem como de compostos tóxicos), a qual, após a deterioração microbiana, é um dos problemas principais da perda de alimentos durante o armazenamento (BAYDAR; ÖZKAN; YAŞAR, 2007; LAGUERRE; LECOMTE; VILLENEUVE, 2007).

Com o objetivo de evitar/retardar a oxidação lipídica, as indústrias de alimentos empregam os antioxidantes sintéticos, sendo os mais utilizados o TBHQ (tercbutilhidroquinona), o BHT (butil-hidroxitolueno) e o BHA (butil-hidroxianisol). A aplicação deles tem causado preocupação, devido às doses de segurança, toxicidade (BALASUNDRAM; SUNDRAM; SAMMAN, 2006) e suspeitas de serem carcinogênicos (MADVHAVI; SALUNKHE, 1995). O emprego dos antioxidantes sintéticos em produtos alimentícios é regulamentado pela legislação do país ou padrões internacionais. No Brasil, o uso do BHT e BHA é controlado, sendo que em produtos cárneos, o limite do BHT é de 100 mg/kg sobre o teor de gordura de produtos cárneos cozidos ou desidratados e o limite do BHA é de 100 mg/kg sobre o teor de gordura de produtos cárneos frescos ou cozidos ou desidratados e 200 mg/kg sobre o teor de gordura de conservas cárneas (BRASIL, 2019). Na Europa, não só existem os limites máximos permitidos de BHA e TBHQ (200 mg/kg sobre o teor de gordura de carne desidratada), como também, os valores de Ingestão Diária Aceitável (IDA), sendo o do BHA 1,0 mg/kg/dia e o TBHQ 0-0,7 mg/kg/dia (EFSA, 2004; EFSA, 2011; EFSA, 2012)

Na busca de alternativas ao uso dos antioxidantes sintéticos, tem-se os antioxidantes naturais, provenientes principalmente de frutas, vegetais, cereais e especiarias, alimentos que tem ganhado mais espaço em estudos e pesquisas, uma vez que possuem compostos com poder antioxidante, como os compostos fenólicos, tocoferóis, carotenoides e ácido ascórbico (HAYAT et al., 2010). Esses componentes podem ser extraídos de raízes, folhas, caules/talos, cascas (geralmente os subprodutos da agroindústria) e possuem poder antioxidante, anticarcinogênico, antimicrobiano, antimutagênico e anti-inflamatório (AMANY; SHAKER; ABEER, 2012; KRISHNAN et al., 2014; SADEGHINEJAD et al., 2019; SHAH; BOSCO; MIR, 2014). O poder antioxidante está associado às hidroxilas ligadas ao anel aromático e sua habilidade de agirem como agentes redutores, cedendo elétrons ou hidrogênios e neutralizando os radicais livres, uma vez que compostos com mais de dois grupos hidroxila são mais eficazes (AHMAD et al., 2015; KIM; CHO; HAN, 2013; KRISHNAN et al., 2014). Ademais, estes materiais podem possuir outras moléculas, como carotenoides e ácido ascórbico, que possuem também ação antioxidante (KIM et al., 2013). Os antioxidantes se destacam por prevenir a oxidação, interrompendo a cadeia de reação dos radicais livres e agindo no sequestro e eliminação desses radicais (AZIZ; KARBOUNE, 2018).

Tais compostos podem contribuir no aumento de vida de prateleira, qualidade dos alimentos e preservação das características sensoriais, especificamente em produtos

cárneos, de modo a garantir a qualidade e diminuir a deterioração dos alimentos (KRISHNAN et al., 2014; RIBEIRO et al., 2019; SHAH; BOSCO; MIR, 2014). Vale ressaltar que muitos vegetais, incluindo diversos resíduos agroindustriais alimentícios são fonte de antioxidantes, com potencial de utilização para retardar a oxidação lipídica (MOURE et al., 2001). A aplicação de antioxidantes naturais em alimentos pode ser benéfica, mesmo quando o poder antioxidante comparado aos sintéticos seja menor (JORGE; MALACRIDA, 2009). Isto porque os consumidores têm buscado cada vez mais alimentos saudáveis, optando por produtos com menos aditivos alimentares, potencializando, dessa forma, o mercado de antioxidantes naturais (DEL RÉ; JORGE, 2012).

Uma maneira de aumentar o teor de antioxidantes na alimentação humana é a inserção dos compostos naturais aos alimentos. Já na questão preservação, pode-se ser adotada a adição dos compostos antioxidantes em embalagens inteligentes (AMANY; SHAKER; ABEER, 2012; AZIZ; KARBOUNE, 2018; FASSEAS et al., 2008; HORBAŃCZUK et al., 2019; RIBEIRO et al., 2019). Assim, não só a deterioração química é retardada, como também ocorre o enriquecimento dos produtos cárneos, aumentando a vida de prateleira e fornecendo segurança e qualidade para o consumidor (AHMAD et al., 2015; KIM; CHO; HAN, 2013). Por outro lado, o uso dos compostos naturais ainda é limitado pela indústria e legislação, podendo apresentar baixa estabilidade dependendo da concentração, influenciar negativamente no aspecto sensorial do alimento ao alterar a cor dos produtos cárneos. Nesse contexto, é preciso otimizar os processos de obtenção de antioxidantes naturais com o objetivo de trazer efeitos benéficos de interesse aos produtos cárneos (ALMEIDA et al., 2015; CALDERÓN-OLIVER; LÓPEZ-HERNANDEZ, 2022; COŞKUN et al., 2014).

4.6.EXTENSORES DE CARNE

O uso de extensores de carne (proteína alternativa) possibilita a reformulação de produtos cárneos, por substituir parcialmente as proteínas naturais da carne, viabilizando a produção de produtos com qualidade semelhante e menor custo (DAGUER, 2009). A aplicabilidade de alimentos de origem vegetal em produtos cárneos como ingredientes alimentares vem crescendo cada vez mais, uma vez que eles são uma fonte rica de fibras dietéticas e diversos nutrientes bioativos (MADANE et al., 2019). Ademais, a indústria cárnea está em busca de aditivos alimentares e ingredientes que forneçam benefícios nutricionais, como o uso de fibras alimentares com o objetivo de diminuir os teores de

gordura (SELGAS et al., 2005) A fibra alimentar como ingrediente na substituição parcial da carne confere efeitos nutricionais e funcionais importantes, pois alimentos ricos em fibra podem atuar benéficamente na redução do risco de doenças cardiovasculares e câncer de cólon (HUR et al., 2009; KUMAR et al., 2010). Segundo Giuntini et al. (2003), as características desejáveis das fibras alimentares abrangem alta concentração, boa proporção entre as fibras solúveis e insolúveis e propriedades sensoriais suaves. É relevante levar em consideração os efeitos para a saúde humana, pois é um aspecto importante para os consumidores. Já para as indústrias, a disponibilidade, acessibilidade e custos são pontos fundamentais e decisivos. Diversas fibras têm sido analisadas e utilizadas com outros tipos de ingredientes na formulação de produtos cárneos com teor de gordura reduzido, como produtos reestruturados e emulsionados (WEISS et al., 2010).

A substituição parcial da carne por ingredientes não cárneos, especialmente os ricos em fibras, tem potencial para contribuir com a diminuição de colesterol e do valor calórico e com o enriquecimento com fibras alimentares. Nesse contexto, o uso de cogumelos comestíveis tem recebido destaque na aplicação como substituto de carne por conferir textura semelhante à ela, proveniente de sua capacidade de retenção de água, melhorando o rendimento, reduzindo a perda na etapa de cozimento e aumentando a firmeza. Além disso, possui também ótimas propriedades para realçar o sabor, mostrando forte potencial para redução de sódio em produtos cárneos (WONG et al., 2019).

4.7. REALÇADORES DE SABOR

Entende-se que realçadores de sabor são aditivos alimentares que promovem o gosto umami (BRASIL, 2019), podendo realçar outros gostos, especialmente o gosto salgado. Nesse contexto, tem-se estratégias para redução de sódio em produtos cárneos, como a utilização de sais não sódicos, alteração no tamanho e forma do cristal de sal e realçadores de sabor (SILVA et al., 2020; GULLON et al., 2021). Assim, é interessante o uso de realçadores de sabor associados ao sabor umami com o objetivo de promover a redução de sódio, através do aumento da percepção de salinidade (MOJET; HEIDEMA; CHRIST-HAZELHOF, 2004).

Vale destacar que o NaCl é um ingrediente adotado para melhorar o sabor, conservação e textura de produtos cárneos (RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005). Por outro lado, o excesso de sal está relacionado aos efeitos negativos à saúde humana, estando em destaque o aumento de pressão arterial. A hipertensão é uma condição que atua favorecendo o aumento de doenças cardiovasculares (KLOSS et al., 2015). A nível global,

existem estimativas que o consumo médio de sódio seja de 10g sal/dia correspondente a 4g sódio/dia), valor superior ao que é indicado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), de 5g sal/dia. No Brasil, o consumo médio de sal é de 9,34 g/dia por pessoa, sendo quase duas vezes maior do que a OMS indica (MILL et al., 2019).

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação – ABIA (2013), a ingestão de sal dos brasileiros, tanto no lar como em serviços de alimentação, resulta principalmente do uso direto do sal de cozinha, correspondendo a 71,5% do consumo do ingrediente. O restante do consumo de sal decorre dos produtos industrializados (13,8%), pão francês (6,0%), alimentos in natura (4,7%) e nos alimentos semielaborados (4,1%). Por isso, foi criado no ano de 2007 um acordo de cooperação entre a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA) e o Ministério da Saúde para projetos de reformulação de alimentos processados (NILSON; JAIME; RESENDE, 2012), principalmente relacionados à diminuição de sódio em alimentos, incluindo produtos cárneos, que tinha o propósito de que a ingestão de sal em 2020 fosse inferior a 5g por dia (BRASIL,2013).

O sabor predominante dos cogumelos comestíveis é definido como o gosto umami, o qual é predominantemente conferido na indústria de alimentos pelo glutamato monossódico (GMS) (MAU, 2005). O GMS é caracterizado por seu sabor rico, caldoso ou carnudo. O nome umami foi classificado como gosto delicioso e palatável, sendo definido como o quinto gosto básico (PHAT et al., 2016), junto com os gostos doce, amargo, salgado e azedo (MAU, 2005). Umami é apreciado devido ao seu gosto saboroso e agradável, sendo conferido pelos ácidos glutâmico e aspártico e ribonucleotídeos, presentes em muitos alimentos, por exemplo, carne, peixe, laticínios e cogumelos. O sabor umami torna os cogumelos comestíveis saborosos e bastante versáteis em preparações alimentícias (ZHANG et al, 2013).

Em 1886, ocorreu o primeiro relato sobre o composto umami por Karl Ritthausen, que separou o ácido glutâmico de um hidrolisado de ácido de glúten de trigo. Entretanto, as características de realçador de sabor foram apenas notadas pelo professor Kikunae Ikeda, em 1908, que constatou o gosto umami devido à presença de GMS obtido do caldo de kombu (*Laminaria japonica*), alga marinha utilizada na culinária japonesa. No ano de 1913, foi descoberto o ácido inosínico (IMP) como realçador de sabor por estudos de Shintaro Kodama, proveniente de peixes do tipo bonito. Outro componente importante foi a descoberta do sal dissódico do ácido guanílico (GMP), em 1960, por Akira Kuninaka, verificando que o caldo de shites conferem sabor aos alimentos (BAINES; BROWN,

2016). Dessa forma, o GMP, GMS e o IMP são identificados como um dos principais componentes do gosto umami, que apenas em 2000 foi definido como um gosto básico, época em que pesquisadores da Universidade de Miami notaram a presença de receptores peculiares para esse gosto nas papilas gustativas (ZHANG et al., 2013).

De acordo com a legislação brasileira, é permitido o uso de realçadores de sabor em produtos cárneos industrializados frescos, secos, desidratados, cozidos, salgados e em conservas e semiconservas cárneas e mistas, sendo eles o ácido glutâmico, glutamato monossódico, glutamato de potássio, diglutamato de cálcio, glutamato monoamônico, glutamato de magnésio, guanilato dissódico, 5-guanilato de potássio, 5-guanilato de cálcio, ácido inosínico, inosinato dissódico, inosinato de potássio e 5-inosinato de cálcio (BRASIL. 2019).

O gosto básico umami estimula a salivação, ocasionando a liberação do suco gástrico, que possui enzimas e ácido clorídrico com papel de quebrar as proteínas em peptídeos e aminoácidos que serão absorvidos no intestino delgado. (BAINES; BROWN, 2016). A aplicação desses compostos pode ser realizada com o objetivo de substituir e contribuir na redução de sódio, tendo ação de intensificar o gosto salgado, balanceando, assim, a redução da aceitação sensorial ocasionada pela remoção ou substituição do sal (GAUDETTE, 2018).

4.8.APLICAÇÃO DE COGUMELOS E SEUS SUBPRODUTOS EM PRODUTOS CÁRNEOS

Com o passar dos anos, a indústria de alimentos está cada vez mais buscando alternativas para responder às mudanças de consumo da população. Um dos objetivos atuais é oferecer produtos com características mais saudáveis, por exemplo, alimentos com redução no teor de aditivos químicos e gorduras. Dessa forma, em produtos cárneos não seria diferente. Diversos estudos buscam desenvolver alternativas para tornar os produtos cárneos nutricionalmente mais ricos, sem mudar os aspectos físico-químicos e sensoriais. Sendo assim, como apresentado na metodologia, foi realizada a busca de artigos científicos relacionados à aplicação de cogumelos e seus subprodutos em produtos cárneos. Os trabalhos selecionados foram criteriosamente analisados, organizados e extraídos os dados importantes, conforme verificado na Tabela 7, que apresenta a abordagem/estratégia usada, a matéria-prima e a concentração utilizada, o produto cárneo estudado, bem como os principais resultados e a referência.

Tabela 7 - Estudos selecionados sobre a aplicação de cogumelos e seus subprodutos em produtos cárneos

| Abordagem/ estratégia | Matéria-prima/ Concentração | Produto cárneo | Principais resultados | Referência |
|---|--|---------------------------|---|------------------------|
| Extratos de subprodutos de shitake como antioxidantes e antimicrobianos naturais | Extrato aquoso e etanólico (50%) de estipes de shitake/ 0,6% | Produto cárneo fermentado | <ul style="list-style-type: none"> - Extração etanólica resultou em maior teor de fenólicos do que a extração com água; - Extrato etanólico foi mais efetivo contra a oxidação lipídica e bactérias deteriorantes; -Atividade antimicrobiana contra <i>S.typhimurium</i> foi encontrada apenas em amostras tratadas com extrato etanólico; - A extração etanólica é um método mais eficaz do que a extração com água. | Ba et al. (2017) |
| Extratos de subprodutos de shitake como antioxidantes e antimicrobianos naturais | Extrato aquoso de estipes de shitake/0,3% e 0,6% | Produto cárneo fermentado | <ul style="list-style-type: none"> - Amostra com extrato resultou em inibição da oxidação lipídica e do crescimento de bactérias deteriorantes durante o armazenamento; - O extrato da salsicha fermentada apresentou atividade antimicrobiana contra 3 bactérias patogênicas; - Não houve alterações na cor, textura e sensorial no produto. | Ba et al. (2016) |
| Estipe de cogumelo enoki (<i>Flammulina velutipes</i>) como substituto de carne | Resíduo de estipe de cogumelo enoki/2%, 4% e 6% | Nuggets de carne de cabra | <ul style="list-style-type: none"> - Estipe de enoki melhoraram a estabilidade da emulsão, aumentaram o teor de fibra alimentar, cinzas e fenólicos dos nuggets em comparação com o controle; - A adição do estipe de cogumelo reduziu a oxidação lipídica durante os 9 dias de armazenamento; - Não afetou negativamente a cor e os atributos sensoriais dos nuggets. | Banerjee et al. (2020) |
| Cogumelo <i>Agaricus bisporus</i> como extensor de carne e para redução de sódio | Cogumelo <i>Agaricus bisporus</i> /10%, 20%, 30%, 40% e 50% | Hambúrguer bovino | <ul style="list-style-type: none"> - O rendimento no cozimento das amostras com cogumelo foi similar à amostra controle, com exceção da amostra com 50% de substituição; - Não houve efeito sobre a luminosidade (valor L*) e cor vermelha (valor a*); - Com a adição do cogumelo houve aumento da umidade e a cor amarela (valor b*), redução das propriedades mecânicas e dos teores de gordura e sódio dos produtos; - Amostras com cogumelo receberam notas de aceitação global similares às do controle. | Wong et al. (2018) |

| | | | | | |
|---|--|--|-------------------|---|-----------------------|
| Cogumelo <i>Lentinula edodes</i> como substituto de carne suína | shitake (<i>Lentinula edodes</i>) 25%, 50%, 75% e 100% | Cogumelo shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) | Salsicha | <ul style="list-style-type: none"> - A adição de cogumelo melhorou os teores de umidade, fibra alimentar total, metionina, glutâmico e cisteína da salsicha; - Verificou-se aumento no teor de fenólicos e atividade antioxidante das salsichas com cogumelo; - A substituição da carne suína por cogumelo shitake reduziu o valor energético e o teor de proteína da salsicha. | Wang et al. (2019) |
| Ingrediente umami (UI) obtido de extrato de estipe de shitake como realçador de sabor natural | Extrato de estipe de shitake/1% e 2% | Extrato de estipe de shitake/1% e 2% | Hambúrguer bovino | <ul style="list-style-type: none"> - Perda de peso por cozimento e redução do diâmetro dos hambúrgueres não foram afetadas pela redução de sódio e adição de UI; - As reduções de sal de 35% e 52,5% e a adição de UI não afetaram a textura dos hambúrgueres; - Os aminoácidos mais abundantes foram os relacionados ao gosto umami (ácidos glutâmico e aspártico); - UI pode ser um realçador de sabor natural promissor para hambúrgueres bovinos com redução de sal. | França et al. (2022) |
| Cogumelo <i>Tremella fuciformis</i> como substituto de carne | <i>Tremella fuciformis</i> como substituto de carne | Cogumelo <i>Tremella fuciformis</i> / 0%, 10%, 20% e 30% | Hambúrguer suíno | <ul style="list-style-type: none"> - Adição do cogumelo aumentou o teor de umidade e promoveu maior rendimento em relação ao controle; - Causou aumento na luminosidade e intensidade de cor amarela dos hambúrgueres; - Controle e hambúrguer com 10% de cogumelos tiveram a menor e a maior nota de aceitação global, respectivamente. | Cha et al. (2013) |
| Cogumelo <i>Agaricus bisporus</i> como realçador de sabor e substituto de gordura | <i>Agaricus bisporus</i> como realçador de sabor e substituto de gordura | Cogumelo <i>Agaricus bisporus</i> /0%, 15% e 30% | Hambúrguer bovino | <ul style="list-style-type: none"> - Cogumelo e redução de sal causaram as principais alterações sensoriais nas amostras; - A adição do cogumelo não afetou a cor das amostras em relação ao controle; - A menor taxa de oxidação lipídica foi observada na formulação contendo o menor teor de gordura, o nível intermediário de cogumelo e a maior concentração de NaCl; - Aplicação de cogumelos em hambúrguer bovino pode ser uma estratégia viável para reduzir o teor de gordura de hambúrgueres bovinos. | Patinho et al. (2019) |
| Extrato de cogumelo shiitake como realçador de sabor | Extratos aquosos de cogumelo shiitake/obtidos com | Extratos aquosos de cogumelo shiitake/obtidos com | Hambúrguer bovino | <ul style="list-style-type: none"> - Os extratos obtidos a partir de 5%, 12,5% ou 20% de cogumelos não realçaram o sabor salgado em formulações com redução de 0 ou 75% de NaCl; | Mattar et al. 2018 |

| | | | |
|---|--|------------------------------|--|
| | 5%, 12,5% e 20% do cogumelo | | <ul style="list-style-type: none"> - Nas formulações com redução de 50% de NaCl, todos os extratos melhoraram a percepção de salinidade, sendo o com 12,5% de extrato de cogumelo o mais eficaz; - A redução do NaCl e incorporação do extrato de cogumelo não influenciou nas características físico-químicas (pH, rendimento, encolhimento, força de cisalhamento e cor). |
| <p>Farinhas de <i>Agaricus bisporus</i> e <i>Pleurotus ostreatus</i> como substitutos de gordura e realçador de sabor</p> | <p>Farinha de <i>Agaricus bisporus</i> (Ab) e <i>Pleurotus ostreatus</i>(Po) (2,5% e 5%)</p> | <p>Salsichas Frankfurter</p> | <ul style="list-style-type: none"> - A adição de farinhas Ab e Po parece uma estratégia viável para melhorar o perfil nutricional, embora as propriedades físico-químicas, texturais e sensoriais tenham sido afetadas pelo cogumelo; Céron-Guevara et al. (2020) -A adição de farinhas de cogumelo aumentou significativamente os teores de fibra alimentar e proteína das salsichas -A cor foi significativamente afetada, principalmente pela inclusão da farinha Ab, resultando em produtos mais escuros, já a adição da farinha Po mostrou maior impacto na textura com linguiças mais macias e menos coesas; -As farinhas de cogumelos permaneceram sensorialmente aceitáveis, apesar do forte sabor umami ter sido percebido; -Durante o armazenamento refrigerado, as amostras permaneceram praticamente inalteradas por 90 dias. |

Fonte: A autoria própria, 2023.

Ba *et al.* (2016) estudaram o efeito da aplicação de extratos aquosos de estipes de shiitake (ação antimicrobiana e antioxidante) nas concentrações de 0,6 e 0,3% em salsichas fermentadas, com intuito de verificar o impacto na qualidade e vida útil dos produtos. A atividade antioxidante foi maior nas amostras de salsichas fortificadas em comparação com as amostras de controle. Além disso, a amostra com 0,6% de extrato de estipe de shiitake teve atividade antioxidante tão eficaz quanto a amostra com o antioxidante sintético BHT 0,02%. Quanto à oxidação lipídica, os autores observaram valores significativamente mais baixos de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) nas amostras fortificadas com o extrato de estipe de shiitake em comparação com o controle, sendo a amostra com 0,6% mais eficaz inclusive que a amostra contendo o antioxidante sintético BHT após 30 dias de armazenamento. Ademais, o uso dos extratos de estipe de shiitake inibiu o crescimento de bactérias deteriorantes nas salsichas e extratos de salsichas fortificadas mostraram atividade antimicrobiana contra 3 bactérias patogênicas. Desta forma, a adição de 0,6% de extrato aquoso de estipe de shiitake mostrou-se eficiente para manter a estabilidade durante a vida útil de salsichas fermentadas durante o armazenamento até 30 dias a 15 °C, sem promover efeitos negativos na cor, textura e qualidade sensorial.

Ba *et al.* (2017) estudaram o uso de extratos de estipes de shiitake em salsichas fermentadas com intuito de comparar os solventes de extração e obter extratos fortificados com compostos fenólicos que possam estender a vida útil e melhorar a segurança microbiológica do produto. Foram testados extratos aquosos e etanólicos (50:50, v:v, etanol: água) na concentração de 0,6% nas salsichas. O estudo nas salsichas fermentadas constatou que o método de extração etanólico foi mais eficaz na extração de compostos fenólicos do que o método aquoso. A capacidade antioxidante das salsichas fermentadas contendo extrato etanólico foi elevada em comparação com a da salsicha com extrato aquoso e similar à da amostra com 0,02% de BHT. Do ponto de vista tecnológico de oxidação lipídica, as amostras com o extrato etanólico obtiveram maior capacidade inibitória contra a oxidação lipídica comparada com a da salsicha contendo extrato aquoso de estipe de shiitake. Além disso, salsichas com extrato etanólico mostraram taxas de crescimento de bactérias deteriorantes mais lentas e atividade antimicrobiana mais forte contra bactérias patogênicas comparadas às da amostra com extratos aquosos. Com isso, verifica-se que o extrato de shiitake obtido por extração etanólica em comparação ao método aquoso possui melhores resultados e potencial como ingrediente funcional, nutricional, além de garantir maior segurança durante o armazenamento.

Banerjee *et al.* (2020) estudaram o uso de resíduos (estipe) do cogumelo enoki (*Flammulina velutipes*) em nuggets de carne de cabra com o objetivo de analisar as

propriedades físico-químicas, estabilidade oxidativa e características sensoriais do produto. Os resíduos foram tratados e foi obtida a farinha do estipe de cogumelo enoki em pó para uso como ingrediente funcional. Foi analisada a composição centesimal desta farinha, que apresentou teores consideráveis de proteína (13,5%) e fibra alimentar (32,3%), além de 6,3 mg GAE/g de fenólicos totais e alta capacidade antioxidante. A farinha de resíduo do cogumelo enoki foi aplicada nos nuggets substituindo a carne de cabra nas proporções de 2%, 4% e 6%. Do ponto de vista tecnológico, a farinha de resíduo de cogumelo favoreceu a estabilidade da emulsão ($p < 0,05$), aumentou o teor de cinzas, fibras alimentares e fenólicos e diminuiu a oxidação lipídica nos 9 dias de armazenamento em comparação ao controle (sem a farinha de estipe de cogumelo). Um fato importante é que a adição do resíduo do cogumelo como ingrediente não promoveu efeito negativo na cor e atributos sensoriais dos nuggets produzidos. Dessa forma, de acordo com a pesquisa realizada, os autores sugerem que o resíduo do cogumelo enoki na concentração de 4% pode ser empregado como ingrediente funcional, sendo possível contribuir na melhora das propriedades nutricionais, sensoriais e tecnológicas.

Wong *et al.* (2020) elaboraram uma pesquisa com foco nos efeitos da inserção de cogumelos brancos (*Agaricus bisporus*) como extensores de carne em comparação com a soja texturizada em hambúrgueres, visando a redução de sódio do produto. Os cogumelos brancos foram congelados individualmente em cubos e processados em pequenas partículas (comprimento = 1 a 5 mm), rendendo 95% a 99% de partículas com tamanhos desejados. Para a produção dos hambúrgueres, a carne bovina foi parcialmente substituída por cogumelo ou soja texturizada nas proporções de 0%, 10%, 20%, 30%, 40% e 50%. A adição de cogumelo afetou algumas propriedades físicas das amostras. O rendimento no cozimento das amostras com cogumelo foi similar à amostra controle, com exceção do tratamento com 50% de substituição, que apresentou rendimento mais baixo. Não houve efeito dos extensores de carne sobre a luminosidade (valor L^*) e cor vermelha (valor a^*). Por outro lado, com a adição do cogumelo, a umidade e a cor amarela (valor b^*) aumentaram, houve redução das propriedades mecânicas e diminuição dos teores de gordura e sódio dos produtos finais. Em relação à análise sensorial, o uso do cogumelo como extensor de carne recebeu notas de aceitação global similares às das formulações de carne, enquanto as com soja texturizada apresentaram notas mais baixas.

Wang *et al.* (2019) analisaram o uso de *Lentinula edodes* (LE), conhecido como shiitake, como substituto de carne suína em salsichas e sua influência nas propriedades físico-químicas e sensoriais. O estudo realizou 5 formulações de salsichas, sendo a amostra controle com carne magra suína e as demais com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% da carne suína por LE.

Os autores constataram que o emprego de LE como substituto da carne magra suína em salsichas é uma alternativa praticável, pois aumentou a umidade (aumentos de 4,11% a 10,10% em relação ao controle), o teor de fibra alimentar total (variando de 0,04%-1,76%), o teor de fenólicos totais (aumentos de 7,11 a 34,68 vezes o valor obtido no controle) e a atividade sequestrante do radical DPPH (aumentos de 61,93% a 70,17% dos valores obtidos no controle). Ademais, ácido glutâmico, cisteína e metionina das salsichas reformuladas aumentaram de 1,02 a 1,16, 1,23 a 2,98 e 2,10 a 12 vezes em relação à amostra de controle, respectivamente. Por outro lado, a adição de LE diminuiu o teor de proteína (redução de 22,15% a 59,39% em relação ao controle) e o valor energético (redução de 4,33% a 14,03% em relação ao controle) das salsichas, como também contribuiu com um leve escurecimento e aumento da maciez dos produtos. No aspecto sensorial, a melhor amostra foi a formulação com 25% de carne magra substituída por LE. Sendo assim, os estudos demonstram que o cogumelo LE pode ser adotado como ingrediente para diminuição do teor de carne suína magra em salsichas.

França *et al.* (2022) tiveram como objetivo analisar o efeito do uso de um ingrediente umami (IU), proveniente das estipe de shiitake, sobre as propriedades físico-químicas, aminoácidos livres, perfil de textura, perfil de aminoácidos e compostos voláteis de hambúrgueres bovinos com redução no teor de sódio. O IU foi preparado a partir de estipes de shiitake secos ao ar quente, com posterior extração dos compostos umami (extração aquosa) e secagem dos extratos por atomização. Empregou-se uma amostra controle (teor regular de sal) e seis tratamentos com diminuição no teor de sal com distintas concentrações de sal (1,90%, 1,24%, 0,91% e 0,57%) e IU (1% e 2%). Os hambúrgueres cozidos com redução de sal e adição de IU não apresentaram nenhum efeito no pH, cor vermelha e atividade de água. Por outro lado, duas amostras com redução de sal e adição de UI demonstraram uma pequena elevação da luminosidade em relação à amostra controle. Além disso, a perda de peso por cozimento e a redução de diâmetro não foram afetadas em nenhuma das amostras. Quanto à textura, apenas as amostras com 70% de diminuição de sal apresentaram uma textura menos dura e mastigável em relação à amostra de controle. Em relação à presença de aminoácidos livres, dentre os dezessete aminoácidos encontrados, foi notado um aumento nos teores de prolina e fenilalanina nas amostras com IU. De modo geral, os perfis de aminoácidos não foram afetados pelos tratamentos e notou-se que os aminoácidos em maior quantidade foram aqueles associados ao gosto umami (ácidos aspártico e glutâmico). Sendo assim, por meio das características físico-químicas e tecnológicas, os autores concluíram que o ingrediente umami (proveniente de estipe de shiitake) pode ser considerado um substituto com potencial para atuar como realçador de

sabor para hambúrgueres bovinos com redução do teor de sal, contribuindo com benefícios à sustentabilidade e saudabilidade.

Cha *et al* (2013) analisou o uso do cogumelo *Tremella fuciformis* (WJM) como substituto de carne em hambúrgueres suínos e seu efeito sobre as características de qualidade e aspectos sensoriais. Foram realizadas as análises de composição centesimal, rendimento no cozimento, espessura, textura, capacidade de retenção de óleo, cor e, por fim, a avaliação sensorial dos hambúrgueres. Foram realizadas 4 formulações, em que a carne suína moída foi substituída pelo WJM nas proporções de 0%, 10%, 20% e 30%. Neste estudo, compreendeu-se que a adição de WJM elevou o teor de umidade dos hambúrgueres de carne suína em relação à amostra de controle. As análises demonstraram elevado teor de luminosidade (64,31–67,23) e cor amarela (14,39–14,60) em relação à amostra controle (61,73 e 14,20). Na análise sensorial, a amostra com 30% de cogumelo reduziu a aceitação global dos produtos devido ao sabor do cogumelo. Já a amostra com 10% de cogumelo foi a que apresentou a maior nota de aceitação e a maior nota de oleosidade, indicando que a adição do cogumelo melhorou as propriedades sensoriais por apresentar capacidade de reter óleo. Esta capacidade, em conjunto com a capacidade de retenção de água, contribuiu para um melhor rendimento após cozimento dos hambúrgueres formulados com cogumelo WJM. Dessa forma, a característica de retenção de óleo pela adição do WJM melhorou o rendimento de cozimento dos hambúrgueres, bem como o aspecto sensorial.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a revisão de literatura realizada, notou-se que os cogumelos e seus subprodutos apresentam potencial como ingredientes em produtos cárneos por conferirem diversas propriedades tecnológicas, sensoriais e nutricionais. A composição química dos cogumelos comestíveis e seus subprodutos mostrou que eles são matérias-primas ricas nutricionalmente, apresentando alto teor de proteínas, compostos fenólicos, fibras alimentares, compostos umami, além de possuírem baixo teor lipídico.

Devido a estas características, os estudos avaliados nesta revisão bibliográfica demonstraram que os cogumelos comestíveis e seus subprodutos, ao serem utilizados como extensores de carne e antioxidantes e realçadores de sabor naturais, auxiliam na redução de sódio, gordura e aditivos sintéticos, favorecendo o desenvolvimento de produtos cárneos mais saudáveis. Além disso, o uso dos subprodutos de cogumelo apresenta vantagens tanto do ponto de vista ambiental (tratamento adequado ao resíduo), como do ponto de vista econômico (agregação de valor ao resíduo).

REFERÊNCIAS

ABIA. Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação. **Cenário do consumo de sódio Brasil**: Estudo elaborado com base em dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2013. Disponível em: <www.abia.org.br/sodio/Sodio2.pdf>. Acesso em 25 de jan. 2023.

ÁGUEDO, M.; KOHNEN, S.; RABETAFIKA, N.; BOSSCHE, SV; STERCKX, J.; BLECKER, C.; BEAUVE, C.; PAQUOT, M. Composition of by-products from cooked fruit processing and potential use in food products. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 27, p. 61-69, 2012.

AHMAD, S. R.; GOKUKAKRISHNAN, P.; GIRIPRASAD, R.; YATOO, M. A. Fruit based natural antioxidants in meat and meat products: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 55, n. 11, p. 1503-1513, 2015.

ALBERTÓ, E. **Cultivo intensivo de los hongos comestibles**. Buenos Aires: Hemisferio sur, p. 265, 2008.

ALMEIDA, P. L.; LIMA, S. N.; COSTA, L. L.; OLIVEIRA, C. C.; DAMASCENO, K. A.; SANTOS, B. A.; CAMPAGNOL, P. C. B. Effect of jabuticaba peel extract on lipid oxidation, microbial stability and sensory properties of Bologna-type sausages during refrigerated storage. **Meat Science**, v. 110, p. 9-14, 2015.

AMAZONAS, M. A. A. Curso cultivo de cogumelos comestíveis e medicinais. IMPORTÂNCIA do uso de cogumelos: aspectos nutricionais e medicinais. Apostila. Brasília, DF: **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 169 p, 1999.

AMANY, M. M. B.; SHAKER, M. A.; ABEER, A. K. Antioxidant activities of date pits in a model meat system. **International Food Research Journal**, v. 19, n. 1, p. 223-227, 2012.

ANPC. **Cogumelos**. Disponível em: <https://www.anpccogumelos.org/cogumelos> . Acesso em: 17 out. 2022.

ANDRADE, M. C. N. Informação nutricional de cogumelos comestíveis e medicinais em função da linhagem e do substrato de cultivo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE COGUMELOS NO BRASIL, 8., 2015, Sorocaba. Anais... Sorocaba: Uniso, 65-73 p 2015.

AZIZ, M.; KARBOUNE, S. Natural antimicrobial/antioxidant agents in meat and poultry products as well as fruits and vegetables: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 58, n. 3, p. 486-511, 2018.

BA, H.; SEO, H.; CHO, S.; KIM, Y.; KIM, J.; HAM, J.; PARK, B.; NAM, S. Antioxidant and anti-foodborne bacteria activities of shiitake byproduct extract in fermented sausages. **Journal of Food Science**, v. 70, p. 201-209, 2016.

BA, H.; SEO, H.; CHO, S.; KIM, Y.; KIM, J.; HAM, J.; PARK, B.; NAM, S. Effects of extraction methods of shiitake by-products on their antioxidant and antimicrobial activities in fermented sausages during storage. **Journal of Food Science**, v. 79, p. 109-118, 2017.

BADO, L. C. Producción de hongos comestibles. In: VALOR nutritivo y toxicología de los hongos. **San Cristóbal de las Casas**: [s.n.], 108 p, 1994.

BAINES, D.; BROWN, M. Flavor Enhancers: Characteristics and Uses. **Encyclopedia of Food and Health**, p 716-723, 2016.

BANERJEE, D.; DAS, A.; BANERJEE, R.; PATEIRO, M.; NANDA, P.; GADEKAR, Y.; BISWAS, S.; MCCLEMENTS, D.; LORENZO, J. Application of Enoki Mushroom (*Flammulina Velutipes*) Stem Wastes as Functional Ingredients in Goat Meat Nuggets. **Journal of Food Science**, v. 9, p. 15, 2020.

BAYDAR, N. G.; ÖZKAN, G.; YAŞAR, S. Evaluation of the antiradical and antioxidant potential of grape extracts. **Food Control**, Guildford, v. 18, n. 9, p. 1131–1136, 2007.

BECKER, L. Quem são os flexitarianos brasileiros e por que decidiram comer menos carne. 2020. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Economia/noticia/2020/12/quem-sao-os-flexitarianos-brasileiros-e-por-que-decidiram-comer-menos-carne.html>. Acesso em: 28 nov.2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Resolução –RDC nº 23, de 15 de fevereiro de 2005**. Brasília, 2005. Disponível em:

<http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2005/rdc/23_05rdc.htm>. Acesso em: 16 jan. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. RDC nº 272 de 14 de março de 2019. **Estabelece os aditivos alimentares autorizados para uso em carnes e produtos cárneos**. Brasília: Anvisa; 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Monitoramento do Plano de Redução de Sódio em Alimentos Processados**. Brasília, 2013.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em 13 out. 2022.

CALDERÓN-OLIVER, M.; LÓPEZ-HERNÁNDEZ, L. H. Food vegetable and fruit waste used in meat products. **Food Reviews International**, v. 38, n. 4, p. 1-27, 2022.

CEPEA. **PIB DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO**. Disponível em:

<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 13 out.2022.

CERÓN-GUEVARA, M. I.; RANGEL-VARGAS, E.; LORENZO, J. M.; BERMÚDEZ, R.; PATEIRO, M.; RODRÍGUEZ, J. A.; SÁNCHEZ-ORTEGA, I.; SANTOS, E. M. Reduction of Salt and Fat in Frankfurter Sausages by Addition of *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus* Flour. **Foods**, v. 9, n. 6, p. 760, 2020.

CHA, M.-H.; HEO, J.-Y.; LEE, C.; LO, Y.M.; MOON, B. Quality and sensory

characterization of white jelly mushroom (*tremella fuciformis*) as a meat substitute in pork patty formulation. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 38, p. 2014–2019, 2013

CHO, I. H.; CHOI, H. K.; KIM, Y. S. Comparison of umami-taste active components in the pileus and stipe of pine-mushrooms (*Tricholoma matsutake* Sing.) of different grades. **Food Chemistry**, v. 118, n. 3, p. 804–807, 2010.

CHOUHDHURY, D.; DAS, A.; BHATTACHARYA, A.; CHAKRABARTI, G. Aqueous extract of ginger shows antiproliferative activity through disruption of microtubule network of cancer cells. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 48, n. 10, p. 2872–2880, 2010.

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

COŞKUN, B. K.; ÇALIKOĞLU, E.; EMIROĞLU, Z. K.; CANDOGAN, K. Antioxidant active packaging with soy edible films and oregano or thyme essential oils for oxidative stability of ground beef patties. **Journal of Food Quality**, v. 37, n. 3, p. 203-212, 2014.

COULTER, R.B. Extending shelf-life by using traditional phenolic antioxidants. **Cereal Foods World**, St. Paul, v. 33, n. 2, p. 207-217, Feb. 1988.

DAGUER, H. *et al.* Electrophoretic profile of pork loin added with non-meat proteins. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p.404-410, 2010b, 2009.

DEL RÉ, P. V.; JORGE, N. Especiarias como antioxidantes naturais: aplicações em alimentos e implicação na saúde. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [s.l.], v. 14, n. 2, p. 389- 399, 2012.

DENNY, C.; LAZARINI, J.G.; FRANCHIN, M.; MELO, P.S.; PEREIRA, G.E.; MASSARIOLI, A.P.; MORENO, I.A.M.; PASCHOAL, J.A.R.; ALENCAR, S.M.; ROSALEN, P.L. Bioprospection of Petit Verdot grape pomace as a source of antiinflammatory compounds. **Journal of Functional Foods**, London, v. 8, p. 292-300, 2014

EFSA. Opinion of the scientific panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food on a request from the commission related to tertiarybutylhydroquinone (TBHQ). **The EFSAJ Journal**, Parma, v. 84, p. 1–50, 2004.

_____. Panel on food additives and nutrient sources added to food (ANS); Scientific opinion on the reevaluation of butylated hydroxyanisole – BHA (E320) as a food additive. **The EFSAJ Journal**, Parma, v. 9, n.10, p. 1-49, 2011.

_____. Panel on food additives and nutrient sources added to food (ANS); Scientific opinion on the reevaluation of butylated hydroxytoluene BHT (E321) as a food additive. **The EFSAJ Journal**, Parma, v. 10, n.3, p. 1-43, 2012.

EMBRAPA. Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada : biotecnologia e aplicações na agricultura e na saúde. Arailde Fontes Urben, editora técnica. 3.ed. rev. e ampl. – Brasília, DF. 274p, 2017.

EMBRAPA. **Produtos Cárneos**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/ovinos-de-corte/pos-producao/produtos/produtos-carneos>. Acesso em: 10 jan. 2023.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Data**. 2021. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 18 jan. 2023.

FASSEAS, M. K.; MOUNTZOURIS, K. C.; TARANTILIS, P. A.; POLISSIOU, M.;

ZERVAS, G. Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. **Food Chemistry**, v. 106, n. 3, p. 1188-1194, 2008.

FEENEY, MJ.; MILLER, AM.; ROUPAS, P. Mushrooms-Biologically Distinct and Nutritionally Unique: Exploring a “Third Food Kingdom”. *Nutrition Today*, 49, 301-307, 2014.

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

GAUDETTE, N. J. Flavor Enhancers and Modifiers. **Encyclopedia of Food Chemistry**, p.101-103, 2018.

GIUNTINI, E. B.; LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. Potencial de fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 53, n. 1, p. 14-20, 2003.

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

HAYAT, Z. *et al.* Oxidative stability and lipid components of eggs from flax fed hens: effect of dietary antioxidants and storage. **Poultry Science**, [s.l.], v. 89, p. 1.285-1.292, 2010.

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

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

HELENO, S.A.; MARTINS, A.; QUEIROZ, M.J.R.P.; FERREIRA, I.C.F.R. Bioactivity of phenolic acids: metabolites versus parent compounds: a review. **Food Chemistry**, Barking, v.173, p. 501–513, 2015.

HUR, S. J.; LIM, B. O.; PARK, G. B.; JOO, S. T. Effect of various fiber additions on lipid digestion during in vitro digestion of beef patties. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 9, p. C653-C657, 2009.

KONONIUK, A.D.; KARWOWSKA, M. Bioactive compounds in fermented sausages prepared from beef and fallow deer meat with acid whey addition. **Molecules**, v. 25, n. 10, p.2429, 2020.

- KIM, S.-J.; CHO, A. R.; HAN, J. Antioxidant and antimicrobial activities of leafy green vegetable extracts and their applications to meat product preservation. **Food Control**, v. 29, n.1, p. 112-120, 2013.
- KIM, S.-J.; MIN, S. C.; SHIN, H.-J.; LEE, Y.-J.; CHO, A. R.; KIM, S. Y.; HAN, J. Evaluation of the antioxidant activities and nutritional properties of ten edible plant extracts and their application to fresh ground beef. **Meat Science**, v. 93, n. 3, p. 715-722, 2013.
- KRISHNAN, K. R.; BABUSKIN, S.; BABU, P. A. S.; FAYIDH, M. A.; SABINA, K.; ARCHANA, G.; SIVARAJAN, M.; SUKUMAR, M. Bio protection and preservation of raw beef meat using pungent aromatic plant substances. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, n. 12, p. 2456-2463, 2014.
- KUMAR, V.; BISWAS, A. K.; CHATLI, M. K.; SAHOO, J. Effect of banana and soybean hull flours on vacuum packaged chicken nuggets during refrigeration storage. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 46, n. 1, p. 122-129, 2010.
- LAGUERRE, M.; LECOMTE, J.; VILLENEUVE, P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. **Progress in Lipid Research**, Oxford, v. 46, n. 5, p. 244–282, 2007.
- LI, S.; WANG, A.; LIU, L.; TIAN, G.; WEI, S.; XU, F.; Evaluation of nutritional values of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) stipes. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 12, p. 2012-2019, 2018.
- MADANE, P.; DAS, AK.; PATEIRO, M.; NANDA, PK.; BANDYOPADHYAY, S.; JAGTAP, P.; BEARD, FJ.; SHEWALKAR, A.; MAITY, B.; LORENZO, JM Drumstick flower (*Moringa oleifera*) as antioxidant dietary fiber in chicken meat nuggets. **Foods**, v. 8, p.307, 2019.
- MATTAR, T.V.; GONÇALVES, C.S.; PEREIRA, R.C.; FARIA, M.A.; DE SOUZA, V.R.; CARNEIRO, J.D.D.S. A shiitake mushroom extract as a viable alternative to NaCl for a reduction in sodium in beef burgers: A sensory perspective. **British Food Journal**, v. 120, n.6, p. 1366-1380, 2018.
- MAU, J. The umami taste of edible and medicinal mushrooms. **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 7, p.119, 2005.
- MILES, P. G.; CHANG, S. T. Mushroom biology: concise basics and current developments. Singapore. **World Scientific**, p. 194, 1997.
- MILL, J. G., MALTA, D. C., MACHADO, Í. E., PATE, A., PEREIRA, C. A., JAIME, P. C.,... & ROSENFELD, L. G. Estimation of salt intake in the brazilian population: Results from the 2013 national health survey. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, p.
- E190009. SUPL. 2, 2019
- MOJET, J., HEIDEMA, J. CHRIST-HAZELHOF, E. Effect of Concentration on Taste–Taste Interactions in Foods for Elderly and Young Subjects. **Chemical Senses**, 29(8), p 671-681, 2004.

MOURE, A. *et al.* Natural antioxidants from residual sources. **Food Chem.**, [s.l.], v. 72, p.145-171, 2001.

NILSON, E. A. F.; JAIME, P. C.; RESENDE, D. DE O. Iniciativas desenvolvidas no Brasil para a redução do teor de sódio em alimentos processados. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 32, n. 4, p. 287–292, 2012.

ORDONEZ, J. A. *et al.* **Tecnologia de alimentos: Alimentos de origem animal. II.** PortoAlegre: Artmed, 2005.

OZVURAL, EB; VURAL, H. Use of interesterified oil blends in sausage production. **MeatScience**, Barking, v. 78, p. 211-216, 2008.

PAGLARINI, C. S.; Furtado, G. de F., Biachi, J. P., Vidal, V. A. S., Martini, S., Forte, M. B. S. Functional emulsion gels with potential application in meat products. **Journal of Food Engineering**, 222, 29–37, 2018.

PATINHO, I.; SALDAÑA, E.; SELANI, M. M.; CAMARGO, A. C.; MERLO, T. C.; MENEGALI, B. S.; SILVA, A. P. S.; CONTRERAS-CASTILLO, C. J. Use of *Agaricus bisporus* mushroom in beef burgers: antioxidant, flavor enhancer and fat replacing potential. **Food Production, Processing and Nutrition**, v. 1, n. 1, p. 7, 2019.

PHAT, C.; MOON, B. LEE, C. Evaluation of umami taste in mushroom extracts by chemical analysis, sensory evaluation, and an electronic tongue system. **Food chemistry**, 192: 1068- 1077, 2016.

PINTADO, T.; DELGADO-PANDO, G. Towards more sustainable meat products: Extenders as a way of reducing meat content. **Foods**, v. 9, n. 8, p. 1044, 2020.

POOJARY, M. M.; ORLIEN, V.; PASSAMONTI, P.; OLSEN, K. Enzyme-assisted extraction enhancing the umami taste amino acids recovery from several cultivated mushrooms. **Food chemistry**, v. 234, p. 236-244, 2017b.

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

RIBEIRO, J. S.; SANTOS, M. J. M. C.; SILVA, L. K. R.; PEREIRA, L. C. L.; SANTOS, I. A.; LANNES, S. C. S.; SILVA, M. V. Natural antioxidants used in meat products: A brief review. **Meat Science**, v. 148, p. 181-188, 2019.

ROLEIRA, F.M.F.; TAVARES-DA-SILVA, E.J.; VARELA, C.L.; COSTA, S.C.; SILVA, T.; GARRIDO, J.; BORGES, F. Plant derived and dietary antioxidants: anticancer properties. **Food Chemistry**, Barking, v. 183, p. 235–258, 2015.

RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products. **MeatScience**, v. 70, p. 531–541, 2005.

SADEGHINEJAD, N.; SARTESHNIZI, R. A.; GAVLIGHI, H. A.; BARZEGAR, M. Pistachio green hull extract as a natural antioxidant in beef patties: Effect on lipid and protein oxidation, color deterioration, and microbial stability during chilled storage. **LWT - Food Science and Technology**, v. 102, p. 393-402, 2019.

SANTOS, B. N.B. Plano de negócio para uma empresa que produz e distribui cogumelos comestíveis. 2011. 133 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenheiro de Produção, Engenharia de Produção, **Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2011.

SELGAS, M. D.; CÁCERES, E.; GARCÍA, M. L. Long-chain soluble dietary fiber as functional ingredient in cooked meat sausages. **Food Science & Technology International**, v. 11, n. 1, p. 41-47, 2005.

SHAH, M. A.; BOSCO, S. J. D.; MIR, S. A. Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. **Meat Science**, v. 98, n. 1, p. 21-33, 2014.

SILVA, S. L. *et al.* Application of arginine and histidine to improve the technological and sensory properties of low-fat and low-sodium bologna-type sausages produced with high levels of KCl. **Meat Science**, v. 159, 2020.

SKROVANKOVA, S.; SUMCZYNSKI, D.; MLCEK, J.; JURIKOVA, T.; SOCHOR, J.

Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v. 16, p. 24673 – 24706, 2015.

STAMETS, P. **Growing gourmet and medicinal mushrooms**. Berkeley: Ten Speed Press, p. 552, 1993.

SUN, L., ZHANG, Z., XIN, G., SUN, B., BAO, X., WEI, Y., ... XU, H. Advances in umami taste and aroma of edible mushrooms. **Trends in Food Science & Technology**, v. 96, p. 176-187, 2020.

VELEMIR, A *et al.* Effects of non-meat proteins on the quality of fermented sausages. **Food and Raw materials**, v. 8, n. 2, 2020.

VINSON, J.A.; DABBAGH, Y.A.; SERRY, M.M.; JANG, J. Plant flavonoids, especially tea flavonols, are powerful antioxidants using an in vitro oxidation model for heart disease. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 43, n. 11, p. 2800–2802, 1995.

VUOLO, M.M.; LIMA, V.S.; JUNIOR, M.R.M. Phenolic compounds: Structure, classification, and antioxidant power. In: **Bioactive compounds**. Woodhead Publishing, 2019. p. 33-50.

XU, L., FANG, XJ, WU, WJ, CHEN, HJ, MU, HL E GAO, HY. Effects of high-temperature pre-drying on the quality of air-dried shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*). **Food Chemistry**, v. 285, p. 406-413, 2019.

WANG, L.; GUO, H.; LIU, X.; JIANG, G.; LI, C.; LI, X.; LI, Y. Roles of *Lentinula edodes* as the pork lean meat replacer in production of the sausage. **Meat Science**, v. 156, p. 44-51, 2019.

WEISS, J.; GIBIS, M.; SCHUH, V.; SALMINEN, H. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 196-213, 2010.

WONG, KS, CORRADINI, MG, AUTO, W.; KINCHLA, AJ. Sodium reduction strategies through use of meat extenders (white button mushrooms vs. textured soy) in beef patties. **Food Science and Nutrition**, v. 7, p. 506–518, 2019.

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

ZHANG, Y.; VENKITASAM, C.; PANB, Z.; WANGA, W. Recent developments on umami ingredients of edible mushrooms – A review. **Trends in Food Science & Technology**, v.33,p. 78-92, 2013.